

**STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest”  
 Struttura Semplice H.10.02 “Attività di Produzione Sud Ovest”**

**OGGETTO: Monitoraggi della qualità dell'aria nel comune di Verzuolo nei periodi compresi dal 23 giugno al 3 agosto 2020 e dal 1° febbraio al 1° aprile 2021**

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

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

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

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

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



**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione**  
Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

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

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>5</b>
<b><i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>.....</i></b>	<b>5</b>
<b><i>MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>.....</i></b>	<b>10</b>
<b><i>METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....</i></b>	<b>15</b>
<b><i>OZONO – O<sub>3</sub>.....</i></b>	<b>20</b>
<b><i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....</i></b>	<b>23</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>
<b><i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna .....</i></b>	<b>1</b>
<b><i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi.....</i></b>	<b>5</b>

## INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche dei monitoraggi della qualità dell'aria effettuati nel comune di Verzuolo nei periodi compresi dal 23 giugno al 3 agosto 2020 e dal 1° febbraio al 1° aprile 2021.

Le campagne di misura sono state eseguite, con il laboratorio mobile della qualità dell'aria, nella postazione messa a disposizione dall'Amministrazione in piazza Martiri della Libertà.

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

Si ricorda che le indagini svolte con laboratorio mobile ed i campionatori portatili, descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, producendo dati influenzati dalle condizioni meteo climatiche presenti nel periodo di osservazione. Per questo motivo la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne effettuate con mezzi mobili. Il ventaglio delle differenti tipologie di qualità dell'aria riscontrabili nelle varie zone degli agglomerati urbani della provincia di Cuneo è invece rappresentato dai dati raccolti da una rete complessa di centraline fisse, quale la rete provinciale di riferimento, facente parte del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria

Nel seguito, una mappa indica la posizione del punto di monitoraggio e una tabella riporta le indicazioni sul sito e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel capitolo centrale sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. Nell'analisi, i dati misurati a Verzuolo 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 dei due periodi di monitoraggio, con particolare riferimento agli aspetti che più condizionano i livelli di 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 contenente le principali informazioni statistiche di ogni inquinante monitorato durante la campagna di misura (concentrazione media, massima oraria ecc...) e, ove possibile, il confronto con i limiti normativi. Un secondo allegato contiene delle schede descrittive delle caratteristiche di ciascuno degli inquinanti della qualità dell'aria monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.

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

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

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

Comune

VERZUOLO



Ortofoto – indicazione del punto di monitoraggio

## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Verzuolo, piazza Martiri della Libertà
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 379608 m; Y= 4939558 m
Periodo	Dal 23 giugno al 3 agosto 2020 e dal 1° febbraio al 1° aprile 2021



### Strumentazione Laboratorio mobile:

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

## ANALISI DEI DATI

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

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

Le sequenze temporali delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate con il laboratorio mobile nelle due campagne di monitoraggio eseguite in piazza Martiri della Libertà a Verzuolo sono rappresentate nelle figure seguenti insieme ai dati misurati dalle stazioni fisse posizionate nelle città di Alba e Mondovì. Dalle figure 1 e 3 è possibile individuare le oscillazioni che le concentrazioni subiscono nelle diverse ore del giorno a causa delle variazioni dell'attività antropica, con picchi nelle ore centrali della giornata e valori minimi nelle ore notturne. Nelle figure 2 e 4 le sequenze delle medie giornaliere mettono in rilievo, in particolare per la campagna invernale, le riduzioni che le concentrazioni di NO<sub>2</sub> subiscono nei giorni festivi. Evidente è la differenza tra i livelli delle concentrazioni riscontrata nei due periodi di misura.

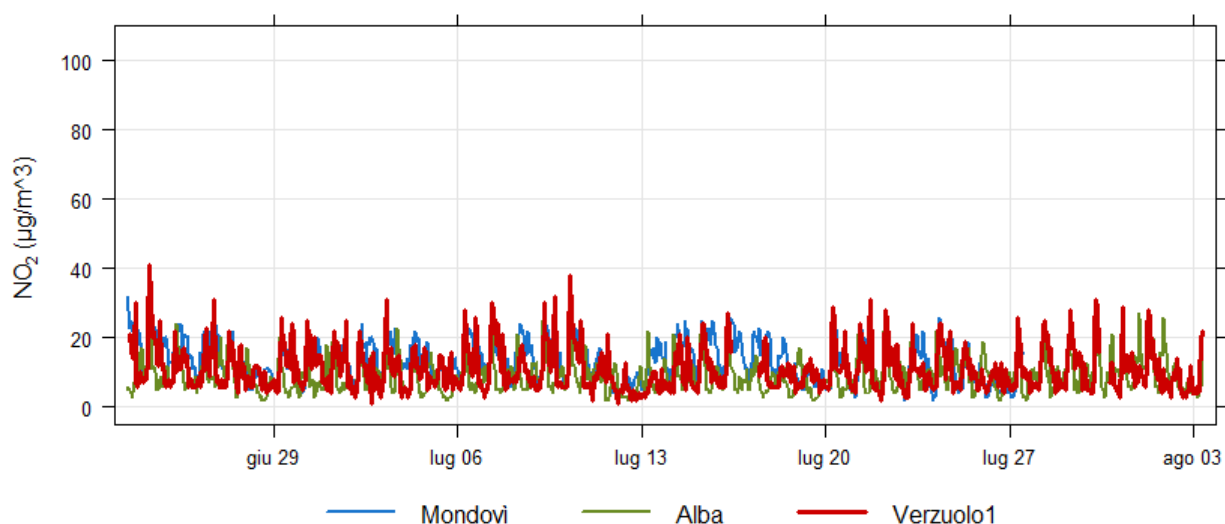


Figura 1) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Verzuolo e presso le stazioni di Alba e Mondovì nella prima campagna di misura.

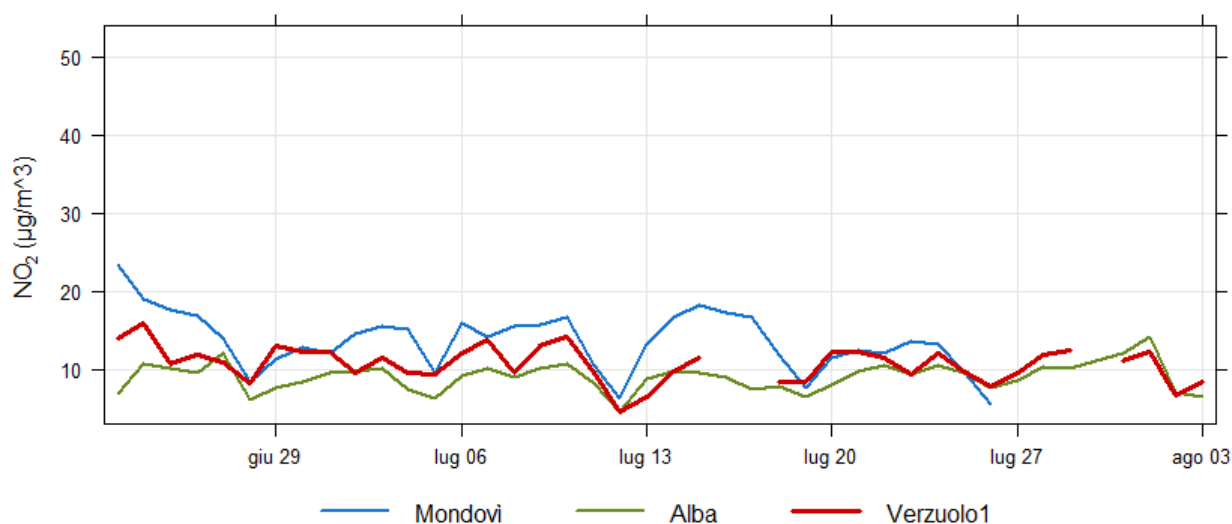


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Verzuolo e presso le stazioni di Alba e Mondovì nella prima campagna di misura.

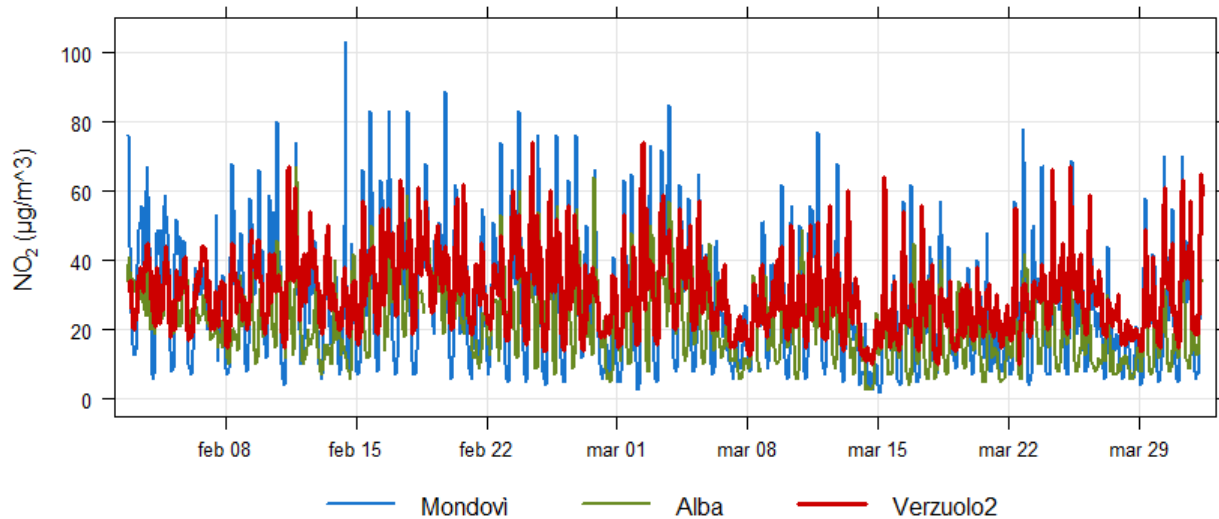


Figura 3)  $NO_2$ : concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Verzuolo e presso le stazioni di Alba e Mondovi nella seconda campagna di misura.

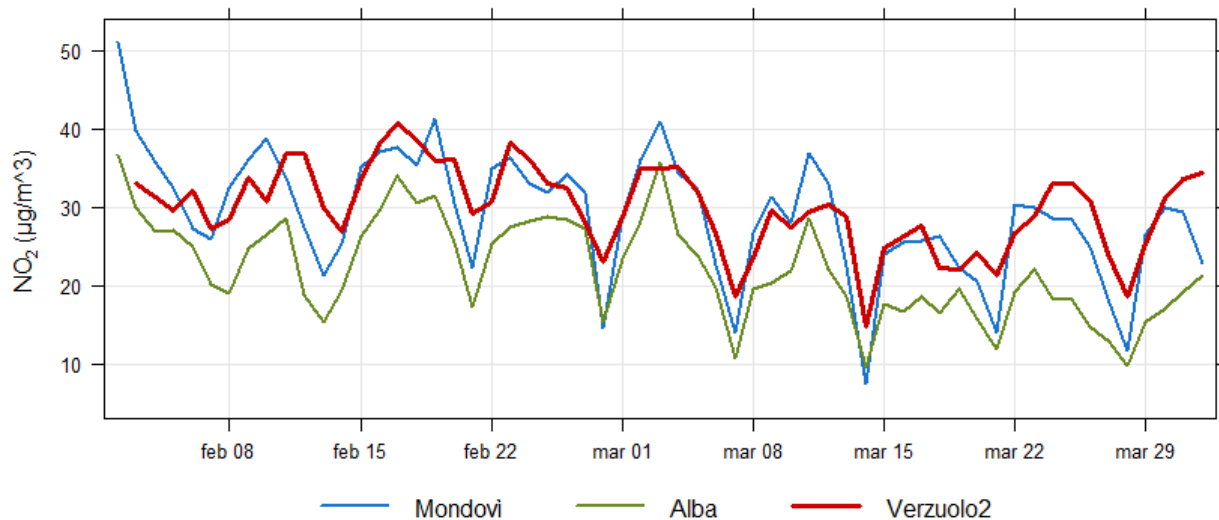


Figura 4)  $NO_2$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Verzuolo e presso le stazioni di Alba e Mondovi nella seconda campagna di misura.

A differenza delle polveri sottili che si possono considerare inquinanti ubiquitari, gli ossidi di azoto sono più locali, in quanto, a causa della loro breve vita media, subiscono processi di trasporto limitati alla scala spaziale locale. Le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto maggiormente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità, tuttavia anch'esse risentono delle condizioni dispersive dell'atmosfera. La forte differenza tra i livelli di concentrazione rilevati nei periodi della due campagne di monitoraggio sono infatti da attribuirsi alla migliore capacità di dispersione dell'atmosfera che caratterizza i mesi estivi ed in particolare alla maggiore altezza dello strato detto "di rimescolamento" ovvero quello strato in cui gli inquinanti si diluiscono.

Nelle figure 5 e 6 le distribuzioni delle concentrazioni medie orarie di  $NO_2$  rilevate dal laboratorio mobile in piazza Martiri della Libertà a Verzuolo nelle due campagne di monitoraggio, sono rappresentate con grafici a box e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi, da ciascuna stazione della rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Cuneo.



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

Nelle tabelle sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> registrate in tutti i punti di misura nei due periodi. Sono indicate anche le tipologie delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

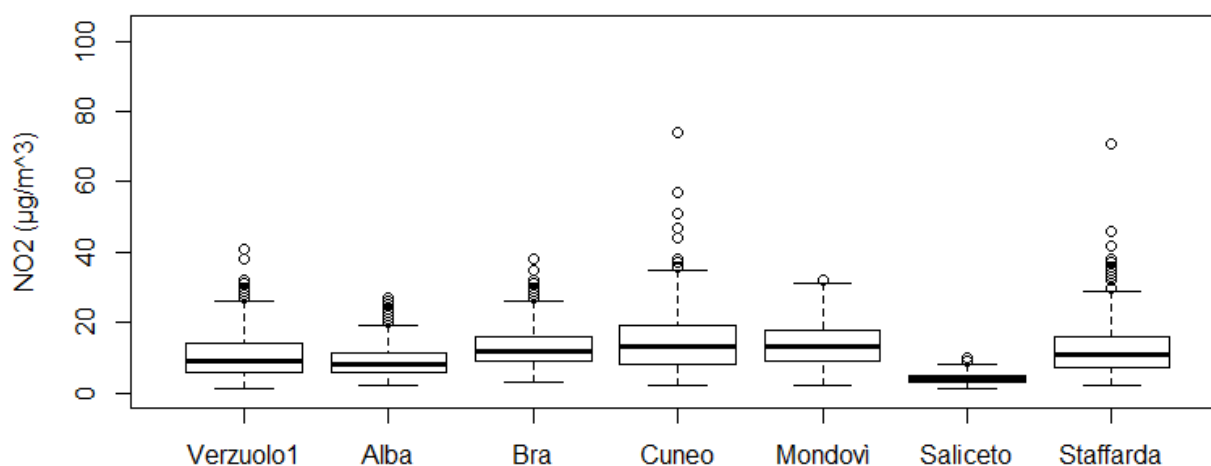


Figura 5) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Verzuolo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nel periodo 23 giugno ÷ 2 agosto '20

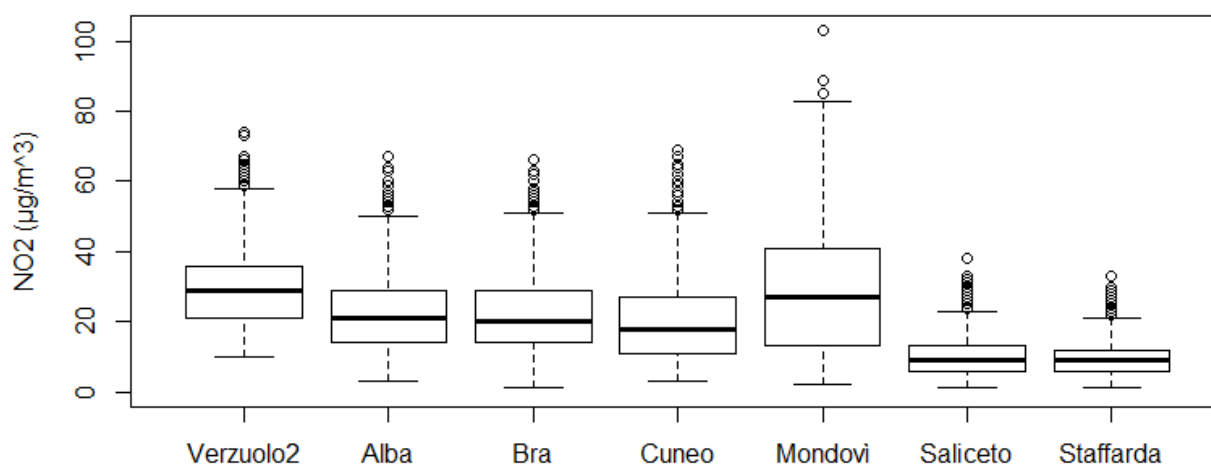


Figura 6) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Verzuolo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nel periodo 2 febbraio ÷ 1° aprile '21

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

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 23 giu÷3 ago '20	Verzuolo1	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>11</b>	9	13	14	13	4	12
Mediana	<b>9</b>	8	12	13	13	4	11
Massimo	<b>41</b>	27	38	74	32	10	71

Tabella 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Verzuolo nella prima campagna 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).

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 2 feb÷1° apr '21	Verzuolo2	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>30</b>	22	22	20	29	10	10
Mediana	<b>29</b>	21	20	18	27	9	9
Massimo	<b>74</b>	67	66	69	103	38	33

Tabella 2 NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Verzuolo nella seconda campagna 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).

I box plot e gli indicatori evidenziano come, nel sito di piazza Martiri della Libertà a Verzuolo, siano stati misurati livelli di concentrazioni di NO<sub>2</sub> superiori anche a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani di Alba, Bra e Cuneo e analoghi a quelli registrati presso la stazione da traffico urbano di Mondovì-Aragno, che per la sua posizione a ridosso della strada statale 28 risulta fortemente condizionata dalle emissioni dei veicoli che vi transitano. In particolare, i dati di Verzuolo sono inferiori a quelli di Mondovì nei valori massimi, ma leggermente superiori in media.

Relativamente al periodo di misura, il limite normativo orario è stato rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è inferiore al limite di 200 µg/m<sup>3</sup> (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile). La confrontabilità con la stazione di misura di Mondovì, dove la media annua, sebbene sia la più elevata della provincia, è ampiamente al di sotto del limite normativo, garantisce, anche per il sito di Piazza Martiri della Libertà di Verzuolo, il rispetto del limite annuale.

Mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, sono stati elaborati i giorni medi del biossido di azoto per il sito di piazza Martiri della Libertà a Verzuolo che, nel grafico di sinistra di figura 7, sono confrontati con quelli delle stazioni di monitoraggio urbane della provincia. I giorni medi mostrano l'evoluzione delle concentrazioni orarie nell'arco di una giornata media e dimostrano l'importanza del contributo antropico nei siti urbani, con due picchi di concentrazione in corrispondenza delle ore di punta del traffico, ovvero intorno alle 8 del mattino ed alle 19-20 di sera (i grafici sono riferiti all'ora solare). Il picco più rilevante a Verzuolo si è verificato, in entrambe le campagne di monitoraggio, al mattino, tra le 7 e le 9, con valori prossimi a quelli di Mondovì. I minimi delle ore notturne si sono invece mantenuti a livelli più elevati rispetto a quelli di Mondovì e Cuneo e sono stati simili a quelli di Alba e Bra, a causa delle maggiori condizioni di ristagno che caratterizzano le aree di pianura e collina della zona nord della provincia.

Le settimane medie del biossido di azoto, rappresentate nel grafico di destra della figura, nel periodo freddo, quando le concentrazioni in gioco sono maggiori, mostrano per Verzuolo livelli di concentrazione analoghi a quelli più elevati di Mondovì nei giorni feriali. Nei giorni di fine settimana, nonostante la riduzione significativa, i valori di Verzuolo sono superiori a quelli di tutte le stazioni provinciali.

La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

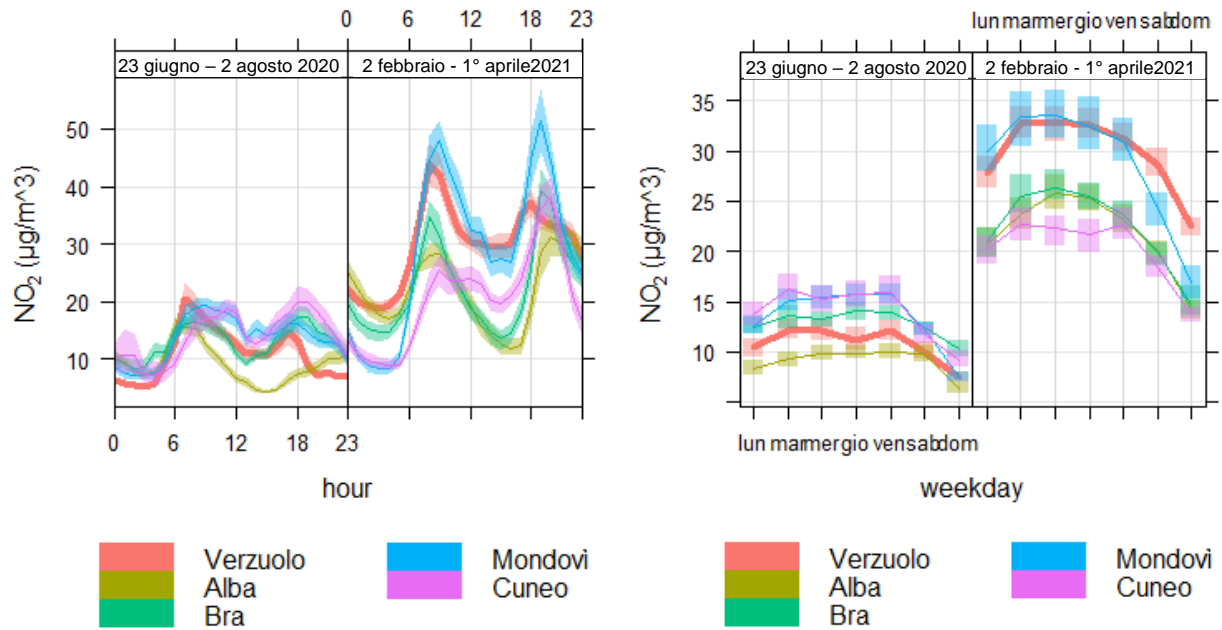


Figura 7) NO<sub>2</sub>: giorni medi per il sito di Verzuolo e delle stazioni della provincia nei due periodi (23 giugno ÷ 2 agosto '20, 2 febbraio ÷ 2 agosto '21).

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

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

Generalmente i livelli di concentrazione delle polveri sottili 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 contemporaneamente rilevati dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio. Nella figura 10 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nel sito di Verzuolo nel corso delle due campagne di misura, 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 (banda grigia).

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

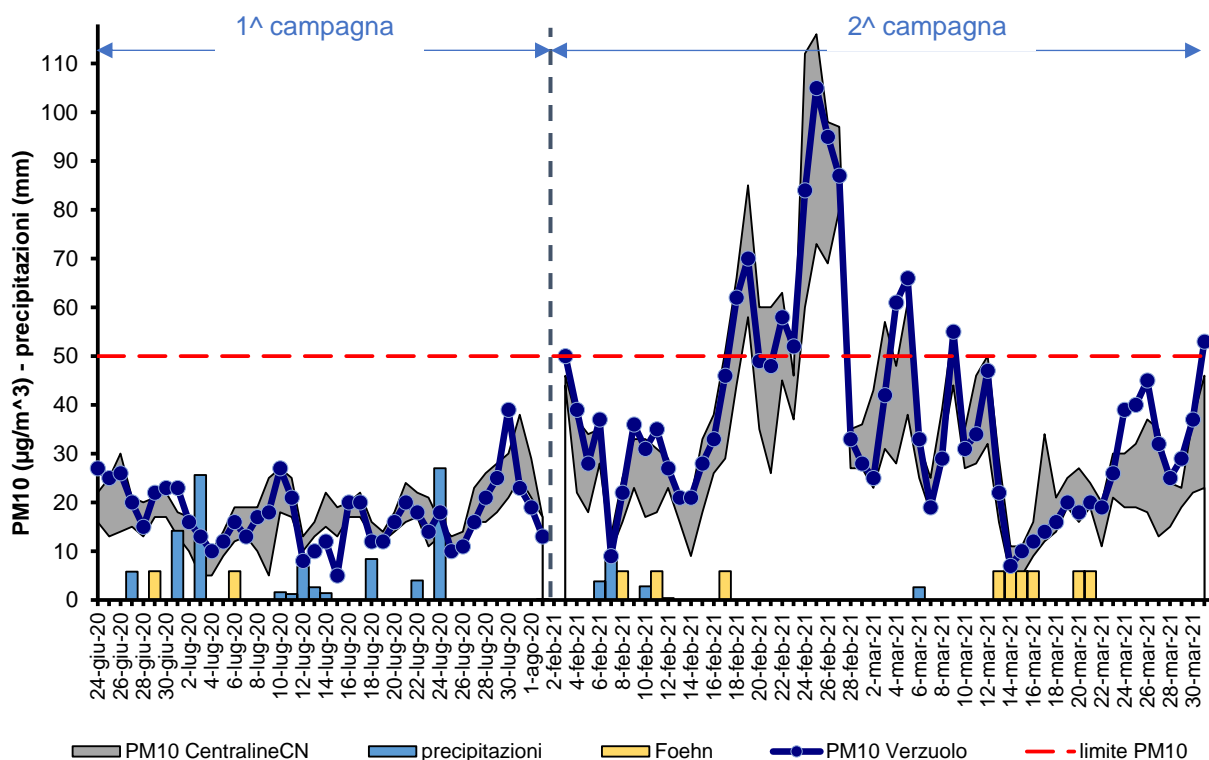


Figura 8) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate a Verzuolo nella campagna estiva ed in quella invernale; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Saluzzo ed episodi di Foehn nella regione.

Da questo grafico si può osservare come, in entrambi i periodi, le variazioni nel tempo delle concentrazioni giornaliere registrate a Verzuolo siano coerenti con gli andamenti dei dati di PM<sub>10</sub> delle altre stazioni della rete fissa. La coerenza tra gli andamenti è legata alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile e soprattutto al lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) di questo inquinante che ne consente il

trasporto su grandi distanze rendendolo 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 mesi 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, determinando pertanto valori di concentrazione più bassi. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente efficaci fenomeni di rimozione delle polveri sottili.

Tutto ciò è ben visibile anche dai dati misurati a Verzuolo e rappresentati nella figura 8, dove si coglie subito la differenza dei livelli di concentrazione tra le due campagne. Dal punto di vista meteorologico (si veda l'approfondimento a pagina 24), i due mesi della campagna invernale sono stati caratterizzati da precipitazioni inferiori alla norma. Dopo la prima decade di febbraio si è verificato infatti un prolungato periodo siccitoso, interrotto solamente il giorno 6 marzo da precipitazioni peraltro scarse. L'assenza di piogge ha determinato, in tutto il Piemonte, l'accumulo delle polveri sottili con numerosi superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'esteso evento di foehn che ha poi interessato il Piemonte dal 14 al 17 marzo ha favorito il trasporto e la diluizione del  $\text{PM}_{10}$  le cui concentrazioni sono scese sotto il limite giornaliero.

Tra gli episodi di superamento del limite, quelli dei giorni tra il 24 ed il 27 febbraio comprendono anche il contributo delle polveri trasportate dal Sahara, fenomeno che ha interessato tutto il nord Italia.

Per ciascuna campagna di monitoraggio eseguita a Verzuolo, la distribuzione di tutte le concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  misurate è rappresentata, nella figura seguente, con grafico a box e confrontata con quelle ottenute da ciascuna stazione della rete fissa della provincia di Cuneo nello stesso periodo.

Nelle due tabelle presenti sotto la figura sono riportati il numero di superamenti, le concentrazioni medie, mediane, massime giornaliere e il numero di dati disponibili di  $\text{PM}_{10}$  per ogni punto di misura. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

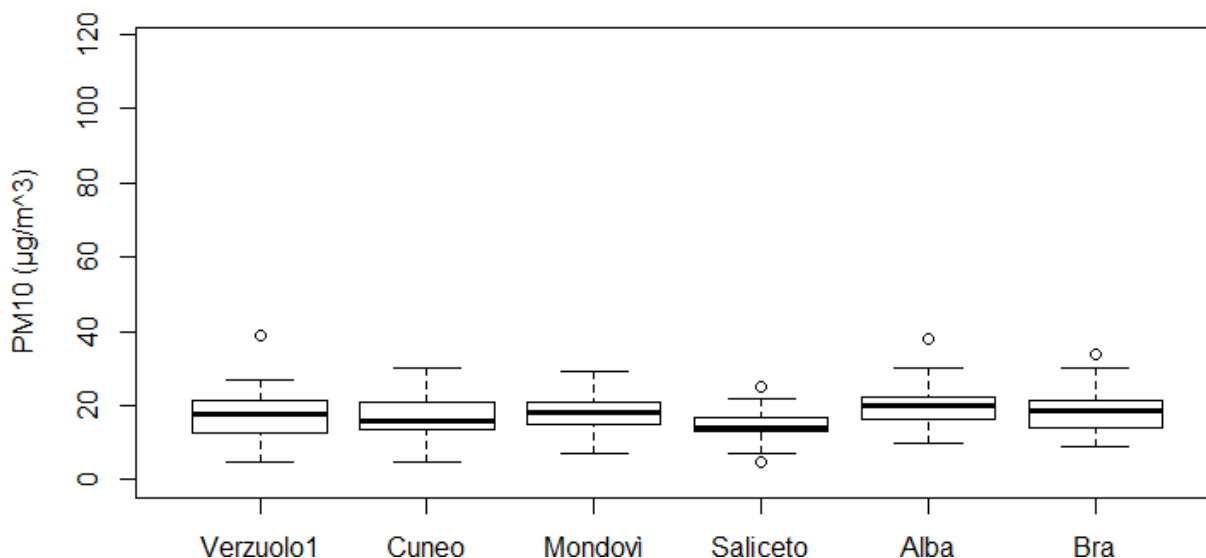


Figura 9)  $\text{PM}_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Verzuolo e nelle stazioni della provincia di Cuneo nel periodo 24 giugno ÷ 2 agosto '20

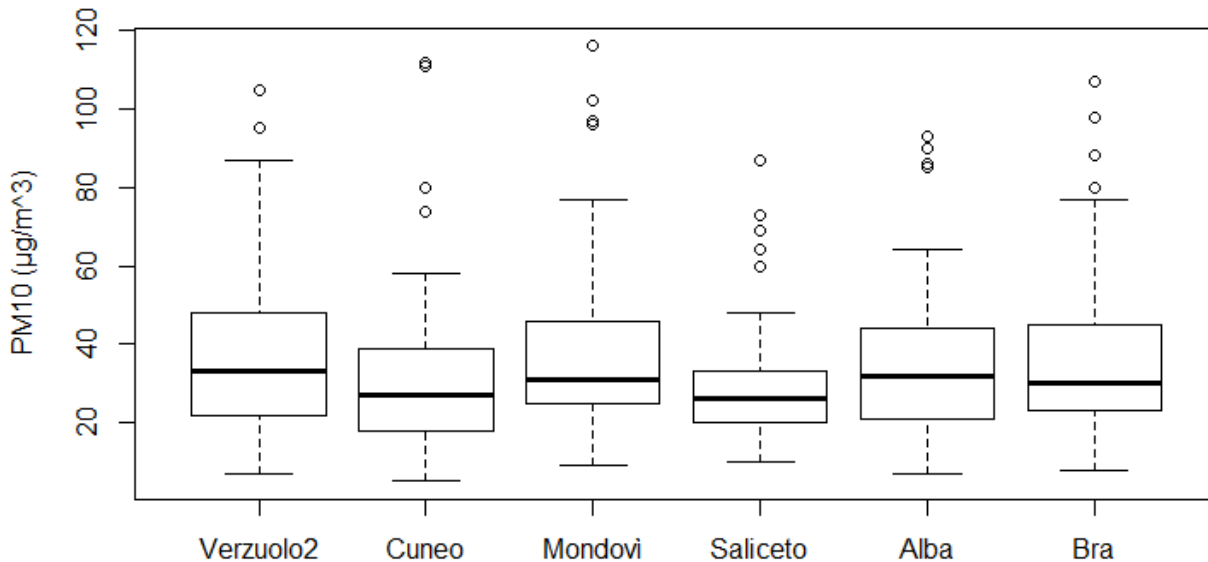


Figura 10)  $PM_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Verzuolo e nelle stazioni della provincia di Cuneo nel periodo 3 febbraio ÷ 31 marzo '21.

<b><math>PM_{10}</math></b> 24 giugno ÷ 2 agosto '20	<b>Verzuolo</b>	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>0</b>	0	0	0	0	0
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>18</b>	20	18	17	18	15
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>18</b>	20	19	16	18	14
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>39</b>	38	34	30	29	25
Num. dati	40	40	36	40	39	39

Tabella 3)  $PM_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati nella prima campagna a Verzuolo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nei due periodi di misura (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

<b><math>PM_{10}</math></b> 3 febbraio ÷ 31 marzo '21	<b>Verzuolo</b>	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>12</b>	9	11	7	11	5
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>38</b>	35	37	32	39	30
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>26</b>	32	30	27	31	26
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>105</b>	93	107	112	116	87
Num. dati	57	57	57	57	57	57

Tabella 4)  $PM_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati nella seconda campagna a Verzuolo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nei due periodi di misura (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

I dati misurati a Verzuolo ed in particolare quelli della campagna invernale rappresentati in figura 10 e sintetizzati nella tabella 4, indicano per questo sito, una situazione di inquinamento da polveri sottili compatibile con la sua posizione geografica nella zona nord della provincia, ovvero livelli statisticamente equivalenti in media a quelli misurati ad Alba e Bra e superiori a quelli di Cuneo e Saliceto. Nel periodo in analisi anche presso la stazione di Mondovì sono stati raggiunti livelli analoghi a quelli della zona nord della provincia.

Oltre alla determinazione gravimetrica, sul laboratorio mobile il  $PM_{10}$  viene misurato anche con cadenza oraria dal nefelometro. Nella figura seguente la serie temporale dei dati orari così ottenuti nella campagna di monitoraggio invernale è confrontata con quella dei dati contemporaneamente misurati con strumento automatico ad attenuazione beta nella

stazione di Bra. Anche per i dati orari dei due punti di misura i test statistici eseguiti individuano una equivalenza in media significativa.

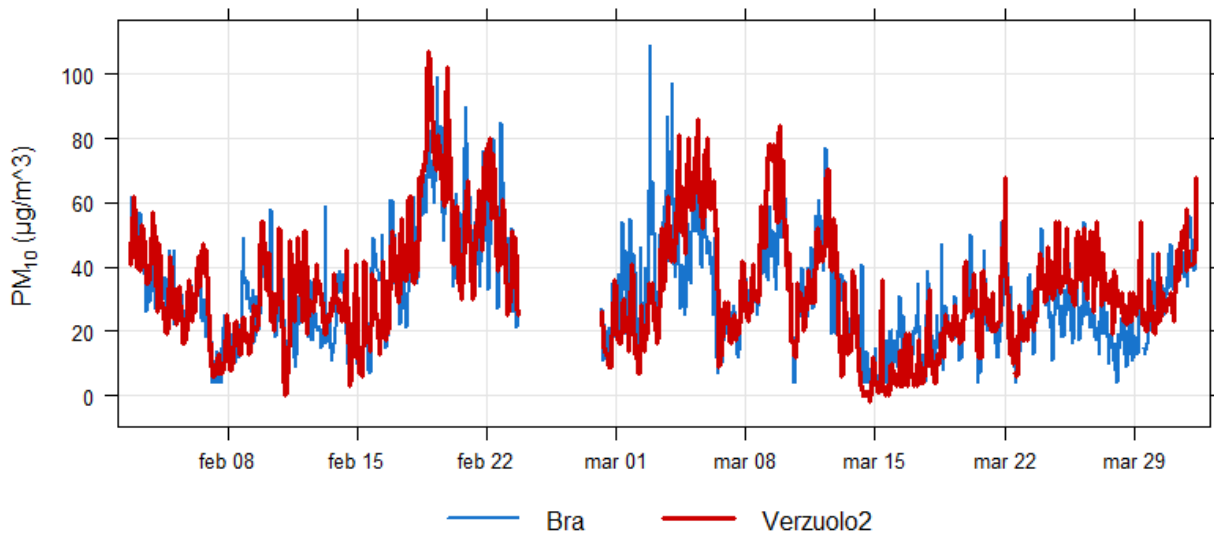


Figura 11)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie orarie rilevate nella campagna invernale dal laboratorio mobile nel sito di Verzuolo (tecnica nefelometrica) e presso la stazione di Bra (tecnica ad attenuazione beta).

Sebbene le campagne di monitoraggio si riferiscano ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, la confrontabilità tra le concentrazioni di  $PM_{10}$  misurate nelle due campagne di monitoraggio, sia su base oraria che giornaliera a Verzuolo e a Bra permette di confermare la stazione di Bra Madonna dei Fiori come rappresentativa anche dei livelli di inquinamento di  $PM_{10}$  del punto di misura di Verzuolo. Ciò estende pertanto la situazione di criticità ancora presente a Bra, per il mancato rispetto del limite giornaliero, anche al sito di Verzuolo.

Tale criticità rientra nella situazione dell'inquinamento da polveri sottili che caratterizza la provincia di Cuneo. Essa presenta livelli che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona nord di pianura e collina 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. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, possiede una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti<sup>3</sup>. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse presenti ad Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano. I livelli riscontrati in queste due stazioni sono generalmente prossimi a quelli rilevati nelle stazioni delle città di Asti e Torino ed il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, avvenuto in tutti gli anni di misura fino al 2017 e nuovamente nel 2020 e 2021 (per Bra), indica ancora, per la zona nord della provincia, una situazione di criticità per il  $PM_{10}$ . La stazione presente a Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, è fortemente influenzata dalle 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, nonostante si trovi in una zona rurale a margine del bacino padano, e pertanto non sia caratterizzata da livelli di fondo elevati, nel periodo invernale

<sup>3</sup> Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2020 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

risente delle emissioni locali di materiale particolato provenienti dal diffuso utilizzo della biomassa legnosa come combustibile.

I dati di PM<sub>10</sub> acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio delle polveri sottili, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Nel grafico di sinistra di figura 12 i giorni medi delle due campagne di monitoraggio di Verzuolo sono rappresentati insieme ai giorni medi del PM<sub>10</sub> della stazione di Bra i cui dati risultano avere un ottimo accordo con quelli di Verzuolo. Nel grafico di destra sono invece rappresentate le settimane medie, ottenute mediando i dati rilevati nei diversi giorni della settimana. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95%.

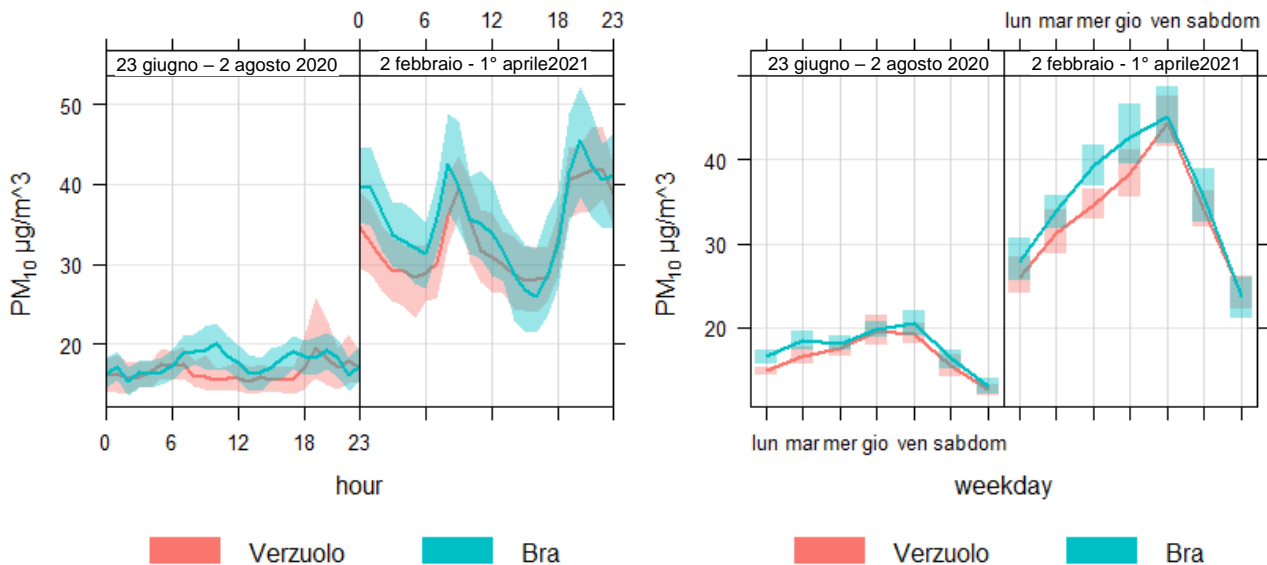


Figura 12) PM<sub>10</sub>: confronto dei giorni medi (a sinistra) e delle settimane medie (a destra) del sito di Verzuolo e della stazione di Bra nelle due campagne di misura.

Il giorno medio permette di individuare la presenza di variazioni ricorrenti delle concentrazioni, dovute all'influenza delle attività antropiche locali. Nei grafici di sinistra, si osserva come le modulazioni orarie siano più ampie nel periodo della seconda campagna e interessino livelli di concentrazioni molto più elevati di quelli della campagna estiva. Si evidenziano, in particolare, due picchi di concentrazioni, il primo centrato intorno alle ore 9 del mattino ed il secondo intorno alle ore 20, cui fa seguito una lenta diminuzione dei valori nelle ore notturne (i grafici sono riferiti all'ora solare). Anche i valori minimi si mantengono in questo periodo a livelli elevati. Ciò è dovuto al contributo del "fondo regionale" delle polveri sottili che, nelle condizioni di scarso rimescolamento tipiche dei mesi freddi, ed in assenza di fenomeni di rimozione (precipitazioni e vento), tende ad accumularsi uniformemente sul territorio.

I grafici delle settimane medie, oltre alle differenze tra i livelli delle due campagne, evidenziano come le concentrazioni aumentino progressivamente nei giorni feriali per poi ridursi nei giorni festivi e raggiungere un minimo nelle domeniche.



## **METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

Sui filtri di polveri campionati a Verzuolo nel febbraio e nel marzo 2021, dopo la misura gravimetrica della concentrazione di PM<sub>10</sub>, si è proceduto alla determinazione in laboratorio delle concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (nel seguito IPA) e metalli presenti. Non è stato possibile eseguite le analisi sui filtri di luglio 2020 per problemi organizzativi legati all'emergenza sanitaria da Covid-19.

La norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce dei valori obiettivo per Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene ed un valore limite per il Piombo, riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media su un anno civile. Pertanto per queste sostanze la determinazione è costantemente eseguita, su base mensile, per tutte le stazioni della rete fissa della qualità dell'aria dove il campionamento del PM<sub>10</sub> viene effettuato. Negli ultimi anni, a scopo di studio, la determinazione è stata estesa, per tutte le stazioni fisse, alle molecole di Indeno(1,2,3-cd)pirene, Crisene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(a)antracene e Benzo(b+j+k)fluorantene oltre ad altri metalli, quali Cromo, Rame, Vanadio, Zinco, Antimonio e Manganese per un numero limitato di centraline.

Tutte le sostanze sopra indicate sono state ricercate anche nei filtri campionati a Verzuolo, aggregando, analogamente alle stazioni fisse della rete, i filtri giornalieri di ciascun mese e ottenendo le concentrazioni medie mensili di febbraio e marzo 2021.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 5 per gli IPA e nella tabella 6 per i metalli. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime al limite di rilevabilità del metodo analitico (Massa campione < LCL/2 + bianco). In particolare, per Arsenico, Cadmio, Antimonio e Vanadio tutti i campioni hanno avuto concentrazioni non quantificabili.

La somma delle concentrazioni di tutte le molecole di IPA (IPA totali) determinate per i campioni di Verzuolo, ed il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, sono confrontate con quelle rilevate presso le stazioni fisse della provincia nei grafici di figura 13. Per ciascuno degli IPA determinati e per i metalli presenti in quantità rilevabili nei due mesi (Nichel, Zinco, Cromo, Manganese, Rame e Piombo) le concentrazioni del sito di Verzuolo sono rappresentate nelle figure 14÷17 e confrontate con quelle delle centraline fisse.

Generalmente le concentrazioni di IPA hanno un marcato gradiente stagionale con valori più elevati nei mesi invernali, quando sono maggiori le emissioni e minore la capacità dispersiva dell'atmosfera, e valori molto bassi e uniformi nei vari siti nei mesi estivi, quando le condizioni meteorologiche, oltre a favorire la dispersione degli inquinanti, contribuiscono alla degradazione degli IPA (ad opera di radiazione solare e temperatura).

Dal grafico di sinistra di figura 13 si può osservare come in tutti i siti di misura le concentrazioni di IPA abbiano assunto il valore maggiore nel mese di febbraio e siano diminuite nel mese di marzo, mantenendo tuttavia un contenuto percentuale pressoché invariato (grafico di destra). Nel sito di Verzuolo le concentrazioni assumo valori simili a quelli di Alba, Bra e Mondovì, che si trovano ad un livello intermedio tra Cuneo e Saliceto. La stazione di quest'ultimo sito si conferma nuovamente come stazione della provincia di Cuneo con le concentrazioni più elevate di IPA a causa del diffuso utilizzo della biomassa legnosa nella combustione domestica. Nel 2021 tuttavia il limite normativo stabilito dalla legge è stato rispettato anche a Saliceto.

Mentre la maggior parte degli IPA è classificata nel gruppo 2B ("possibili cancerogeni per l'uomo"), per il benzo(a)pirene la cancerogenicità è accertata (è classificato nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo"). Per questo motivo tale composto è usato come indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA, ed è stabilito un valore obiettivo per la

sua concentrazione pari ad 1 ng/m<sup>3</sup> come media per anno civile. Nel sito di Verzuolo anche nei singoli mesi in analisi la concentrazione è stata inferiore al valore obiettivo annuale. Altresì dai dati dei metalli misurati a Verzuolo non emergono criticità. Dei quattro metalli per cui esistono limiti normativi, solamente Nichel e Piombo sono stati rilevati in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti. Nel confronto con i dati misurati presso le stazioni fisse (grafici delle figure 16 e 17) solamente il Nichel presenta valori superiori a quelli misurati nello stesso periodo dalle stazioni.

La letteratura del settore considera come principale fonte di emissione di Cromo, Rame e Antimonio l'usura dei freni, e per lo Zinco, l'usura degli pneumatici.

	Benzo(a) pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Indeno(1,2,3- cd)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Crisene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(g,h,i) perilene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a) antracene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(b+j+k) fluorantene (ng/m <sup>3</sup> )	IPA totali (ng/m <sup>3</sup> )	IPA totali (% su PM <sub>10</sub> )
<b>Verzuolo – piazza Martiri della Libertà</b>								
<b>feb-21</b>	0.8	1.1	0.9	0.8	0.5	2.1	6.1	0.013
<b>mar-21</b>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	1.5	4.2	0.013
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>1.0</b>	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 5) IPA: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Verzuolo.

	Arsenico (ng/m <sup>3</sup> )	Cadmio (ng/m <sup>3</sup> )	Nichel (ng/m <sup>3</sup> )	Piombo (µg/m <sup>3</sup> )	Antimonio (ng/m <sup>3</sup> )	Cromo (ng/m <sup>3</sup> )	Manganese (ng/m <sup>3</sup> )	Rame (ng/m <sup>3</sup> )	Vanadio (ng/m <sup>3</sup> )	Zinco (ng/m <sup>3</sup> )
<b>Verzuolo– piazza Martiri della Libertà</b>										
<b>feb-20</b>	<i>0.8</i>	<i>0.1</i>	3.3	0.004	<i>0.8</i>	4.8	17.1	13.7	<i>1.0</i>	32.6
<b>mar-20</b>	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	2.5	0.003	<i>0.7</i>	3.2	10.9	16.2	<i>0.7</i>	25.8
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>20.0</b>	<b>0.5</b>	-	-	-	-	-	-

Tabella 6) Metalli: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Verzuolo (con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o uguali al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL)).

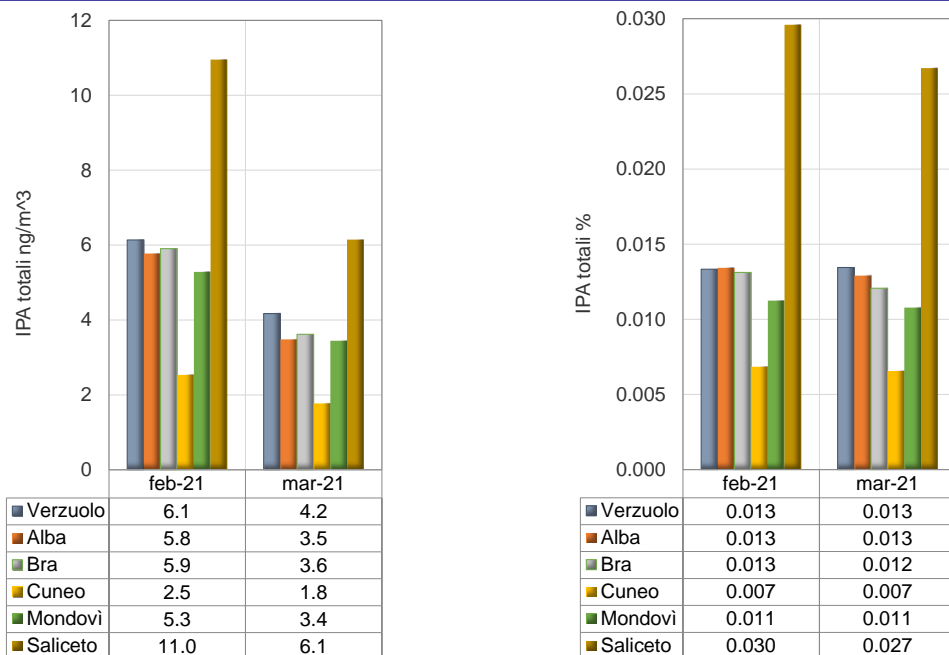


Figura 13) IPA totali (a sinistra) e percentuale di IPA nel PM10 (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Verzuolo e presso le centraline fisse.

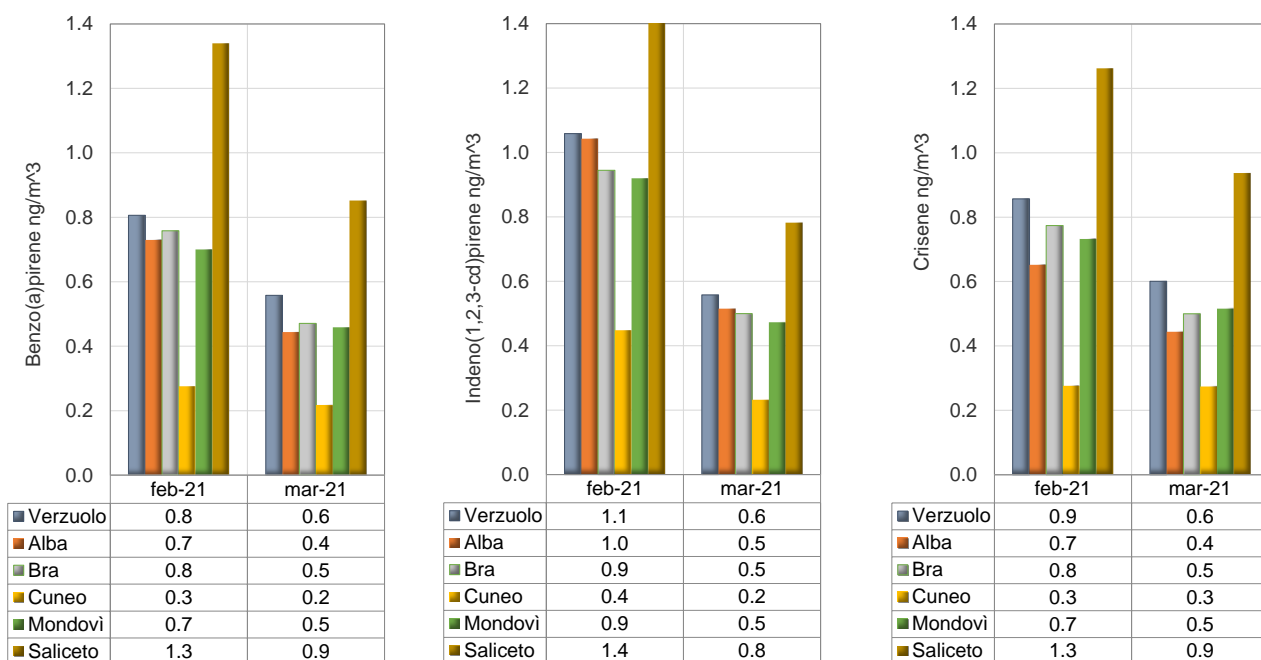


Figura 14) Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-cd)pirene e Crisene: Confronto delle medie mensili misurate a Verzuolo e presso le centraline fisse.

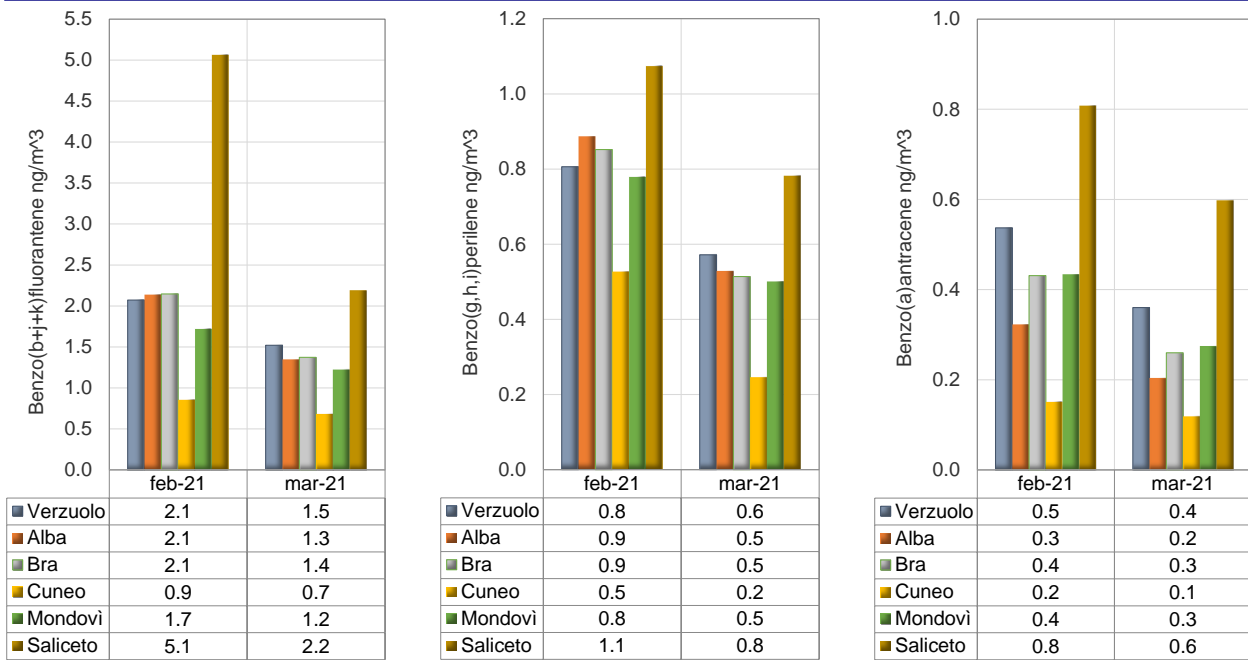


Figura 15) Benzo(b+j+k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene e Benzo(a)antracene: Confronto delle medie mensili misurate a Verzuolo e presso le centraline fisse.

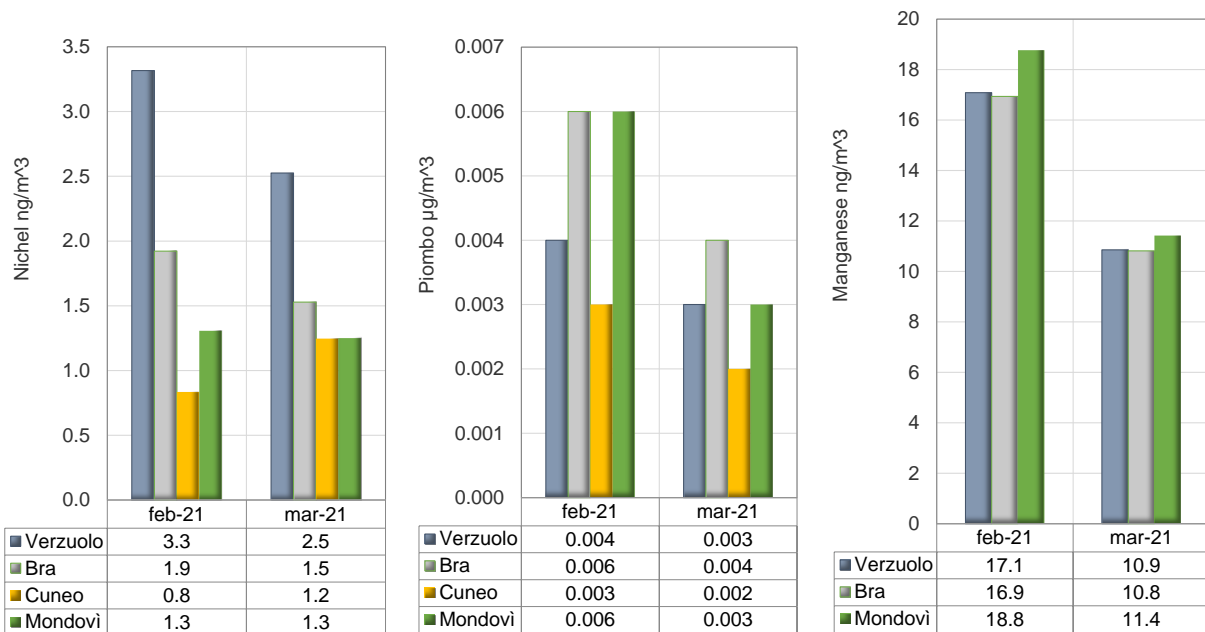


Figura 16) Nichel, Piombo e Manganese: Confronto delle medie mensili misurate a Verzuolo e presso le centraline fisse.

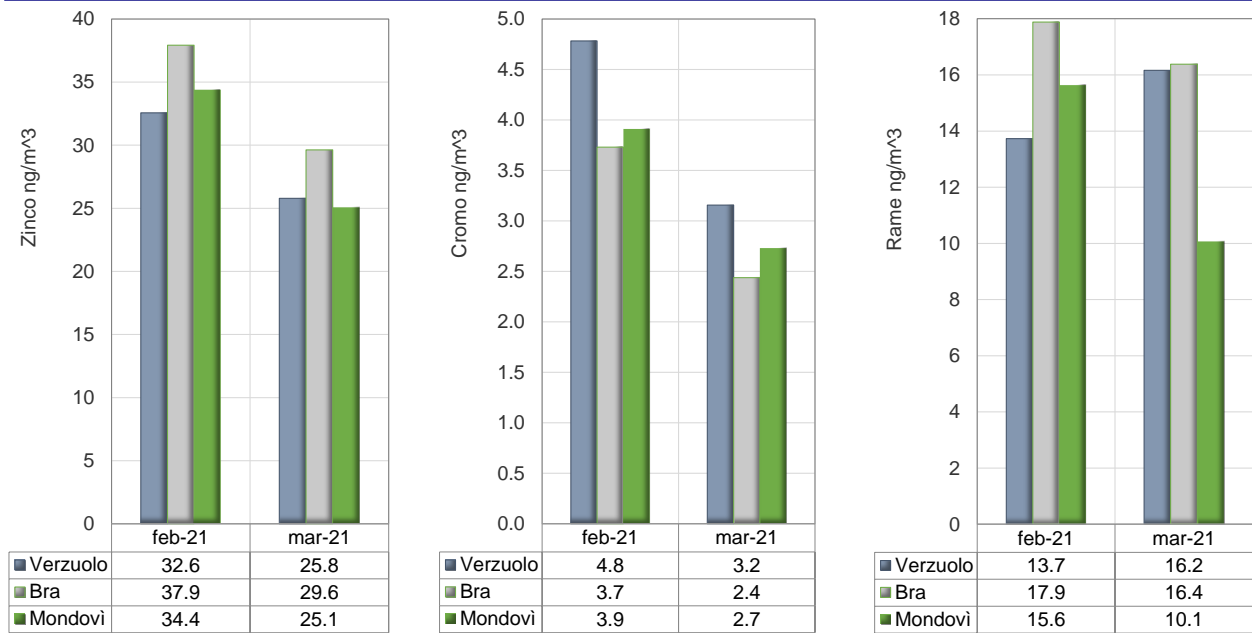


Figura 17) Zinco, Cromo e Rame: Confronto delle medie mensili misurate a Verzuolo e presso le centraline fisse.

## OZONO – O<sub>3</sub>

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

Il comportamento giornaliero si può appurare dai singoli grafici della figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni di ozono registrate dal laboratorio mobile a Verzuolo e dalla centralina fissa di Alba per i mesi delle due campagne di monitoraggio dell'estate 2020 e dell'inverno 2021. Dal confronto tra i tre grafici emerge invece il comportamento stagionale: le concentrazioni maggiori sono state registrate nel mese di luglio, ed anche è evidente la crescita delle concentrazioni tra febbraio e marzo, dovute all'aumento dell'insolazione e delle temperature.

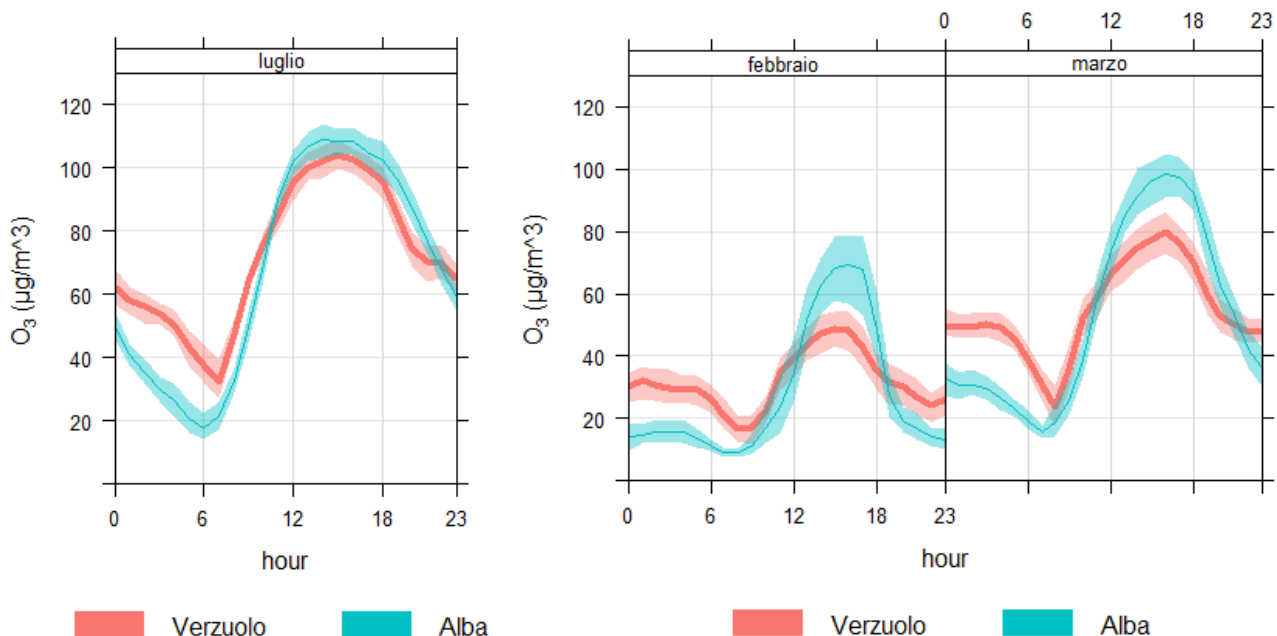


Figura 18) O<sub>3</sub>: giorni medi di Verzuolo ed Alba nei mesi delle due campagne di monitoraggio (luglio 2020, febbraio e marzo 2021).

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

Nel corso delle due campagne di monitoraggio, a Verzuolo, come negli altri siti monitorati con le stazioni fisse, non si sono verificati superamenti delle soglie di allarme e di informazione. I superamenti del valore obiettivo riscontrati sono indicati nelle tabelle 7 e 8, insieme alle massime concentrazioni orarie e medie su 8 ore, registrati a Verzuolo e presso le stazioni di fondo della provincia dove l'ozono viene misurato. Dal confronto con le altre stazioni non emergono anomalie relative all'ozono per il sito di Verzuolo.

O <sub>3</sub> 24 giugno ÷ 2 agosto '20	Verzuolo*	Alba (FU)	Cuneo (FU)	Staffarda (FR)	Saliceto (FR)
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	<b>139</b>	147	159	137	146
Massima media 8h (µg/m <sup>3</sup> )	<b>132</b>	131	153	128	138
Superamenti obiettivo a lungo termine (max media 8h >120 µg/m <sup>3</sup> )	<b>3</b>	7	18	2	3

Tabella 7) O<sub>3</sub>: confronto tra massime medie orarie, massime medie su 8 ore e numero superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> come media su 8 ore, rilevati a Verzuolonella prima campagna (\*dati mancanti dal 9 al 14 luglio '20 per taratura strumentale) e presso le stazioni di fondo della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

O <sub>3</sub> 3 febbraio ÷ 31 marzo '21	Verzuolo	Alba (FU)	Cuneo (FU)	Staffarda (FR)	Saliceto (FR)
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	<b>127</b>	156	151	142	136
Massima media 8h (µg/m <sup>3</sup> )	<b>114</b>	146	144	128	129
Superamenti obiettivo a lungo termine (max media 8h >120 µg/m <sup>3</sup> )	<b>0</b>	2	1	1	1

Tabella 8) O<sub>3</sub>: confronto tra massime medie orarie, massime medie su 8 ore e numero superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> come media su 8 ore, rilevati a Verzuolonella seconda campagna e presso le stazioni di fondo della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Il grafico di figura 19 rappresenta, per ciascun giorno di misura delle due campagne, le massime concentrazioni medie giornaliere calcolate su 8 ore, per il sito di Verzuolo e per le stazioni fisse della provincia di Cuneo, che vanno confrontate con il valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup>.

Il buon accordo tra gli andamenti 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 globale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo: 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'inquinante. Nei mesi di febbraio e marzo è evidente il progressivo aumento delle concentrazioni al crescere della radiazione solare.

Nel sito di Verzuolo, come si può vedere anche dal grafico, sono stati misurati superamenti il 24 e 25 giugno ed il 1° agosto 2020, che corrispondono a giornate in cui campi di alta pressione hanno determinato condizioni di tempo stabile e soleggiato e le temperature più elevate del periodo di misura. Il numero di superamenti è stato tuttavia piuttosto contenuto grazie alle frequenti circolazioni depressionarie che hanno interessato il Piemonte nel mese di luglio 2020 e che hanno impedito alle temperature di innalzarsi a valori importanti.

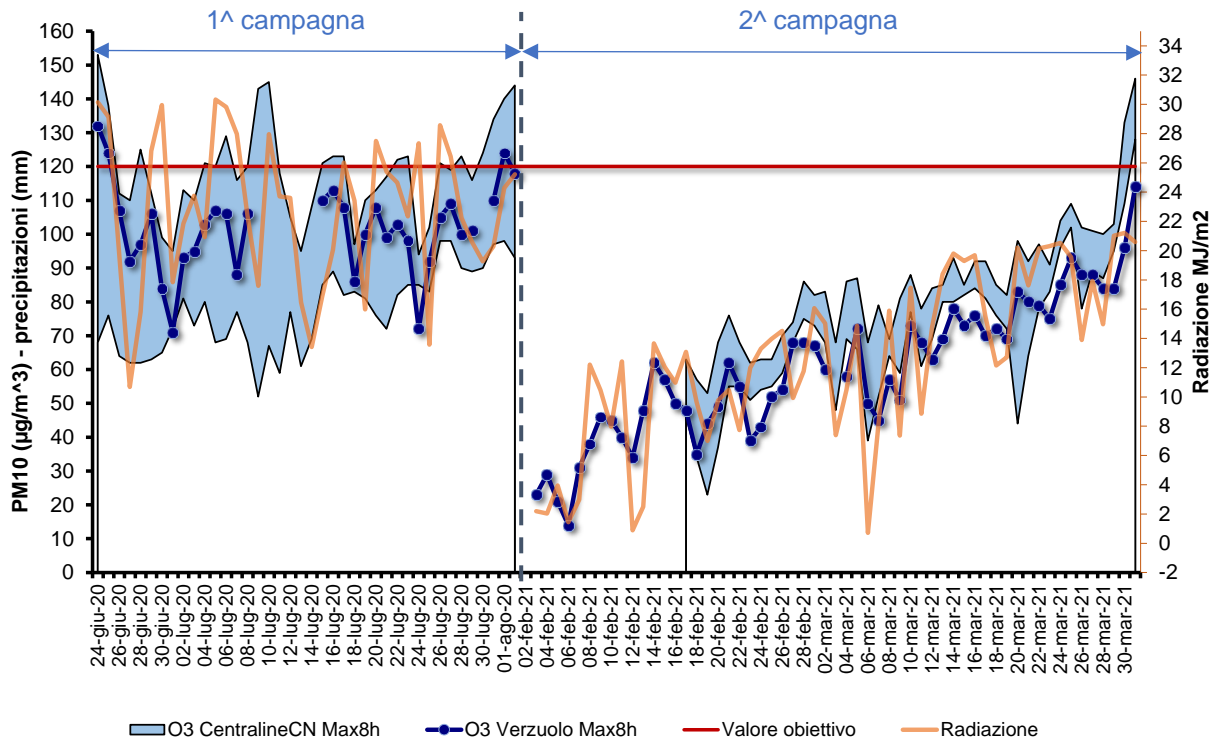


Figura 19) O<sub>3</sub>: massime medie giornaliere calcolate su 8 ore per il sito di Verzuolo e per le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare globale misurata dalla stazione meteo di Costigliole Saluzzo.



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

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

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

Le concentrazioni orarie misurate con il laboratorio mobile in piazza Martiri della Libertà a Verzuolo, hanno evidenziato livelli del tutto analoghi a quelli rilevati nei medesimi periodi presso la stazione della qualità dell'aria della rete fissa, con una concentrazione massima oraria di 14 µg/m<sup>3</sup> ed un valore massimo della media giornaliera di 13 µg/m<sup>3</sup>. Si tratta pertanto di valori molto inferiori ai limiti normativi ed ormai 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/m<sup>3</sup> come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

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

Nelle due campagne di Verzuolo i valori rilevati sono confrontabili con quelli rilevati negli stessi periodi dalle stazioni della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.1 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche in piazza Martiri della Libertà a Verzuolo non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Le concentrazioni medie ottenute nei periodi di misura sono pari a 0.4 e 0.8 µg/m<sup>3</sup>.

## SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito sono analizzate le evoluzioni delle situazioni meteorologiche nel corso dei due monitoraggi della qualità dell'aria condotti a Verzuolo.

La campagna di misura estiva è iniziata nell'ultima decade del giugno 2020 e, in questa parte del mese, è stata registrata un'anomalia positiva di temperatura che ha compensato e superato il freddo che si è verificato nei 20 giorni precedenti su buona parte del territorio piemontese. I giorni più caldi di giugno 2020 sono stati il 23 ed il 29.

Luglio 2020 ha avuto in Piemonte una temperatura media di circa 19.6°C, con un'anomalia termica positiva di 0.9°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state leggermente inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 54.2 mm medi ed un deficit di 6.6 mm (pari all'11 %). Il 3 luglio è stato il giorno più piovoso del mese a causa dei diffusi fenomeni temporaleschi che hanno interessato il territorio piemontese con valori puntualmente forti o molto forti. Il picco del freddo si è verificato il 4 luglio per le temperature minime, mentre il 15 luglio ha avuto valori medi di temperatura più bassi. A causa di un ampio promontorio anticiclonico di matrice africana il giorno più caldo del mese in Piemonte è stato il 31 luglio e, dell'intero periodo della campagna estiva a Verzuolo, le temperature più elevate sono state registrate il 1° agosto. Nei giorni seguenti si sono attivati intensi temporali.

La campagna invernale a Verzuolo è iniziata il 1° febbraio 2021. In Piemonte tale mese ha avuto una temperatura media di circa 4.1°C con un'anomalia termica positiva di 2.6°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed è stato il settimo mese di febbraio più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 64 anni. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 33.6 mm medi ed un deficit di 22.7 mm (pari al 40%). Le principali precipitazioni si sono verificate tra il 6 e 7 febbraio. Il 13 e 14 febbraio sono stati i giorni più freddi del mese, con deboli precipitazioni e discesa del livello delle nevicate a quote pianeggianti, dove sono state però limitate a una spolverata di pochi cm. L'alta pressione che ha caratterizzato l'Europa tra il 24 ed il 25 ha fatto sì che questi siano stati i giorni più caldi del mese. Due episodi di trasporto di polvere e di sabbia dal Sahara hanno interessato il Piemonte nei periodi compresi tra i giorni 6-7 e 23-25 febbraio.

Nel mese di marzo 2021 in Piemonte le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con soli 8.4 mm medi e un deficit di 72.2 mm (pari al 90%); marzo 2021 si pone al 5° posto tra i corrispondenti mesi meno piovosi degli ultimi 64 anni. Dal punto di vista termometrico marzo 2021 ha avuto una temperatura media di circa 5.5°C, con un'anomalia termica positiva di 0.9°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. Dal 14 al 17 marzo il Piemonte è stato interessato da un prolungato evento di foehn. Il picco del freddo è avvenuto tra il 19 e il 21 marzo, mentre il 30 ed il 31 marzo sono stati i giorni più caldi del mese a causa di un'area di alta pressione di matrice africana che ha interessato anche il Piemonte.<sup>4</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Verzuolo nella campagna dell'estate 2020 si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 34.5°C, raggiunta il 1° agosto, la media di 23.6°C e la minima di 13.9°C, registrata il 4 luglio.

Nel periodo del monitoraggio invernale la temperatura massima è stata misurata dal laboratorio mobile il 30 marzo, pari a 23.0°C, la media di 7.7°C e la minima di -5.9°C, raggiunta il 14 febbraio.

<sup>4</sup> Il Clima in Piemonte. Giugno – Luglio – Agosto 2020; Febbraio – Marzo 2021 - Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

Nella figura 20 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere registrate dal laboratorio mobile nei due periodi di monitoraggio, insieme alla radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

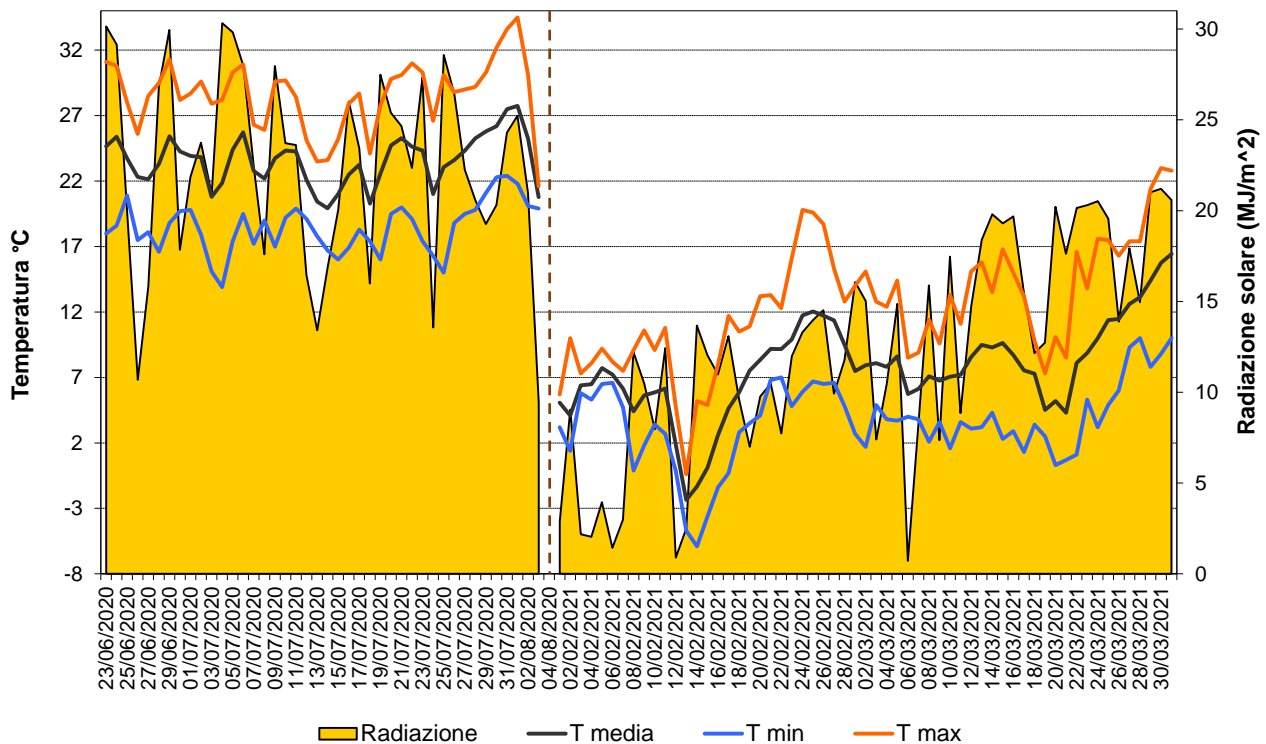
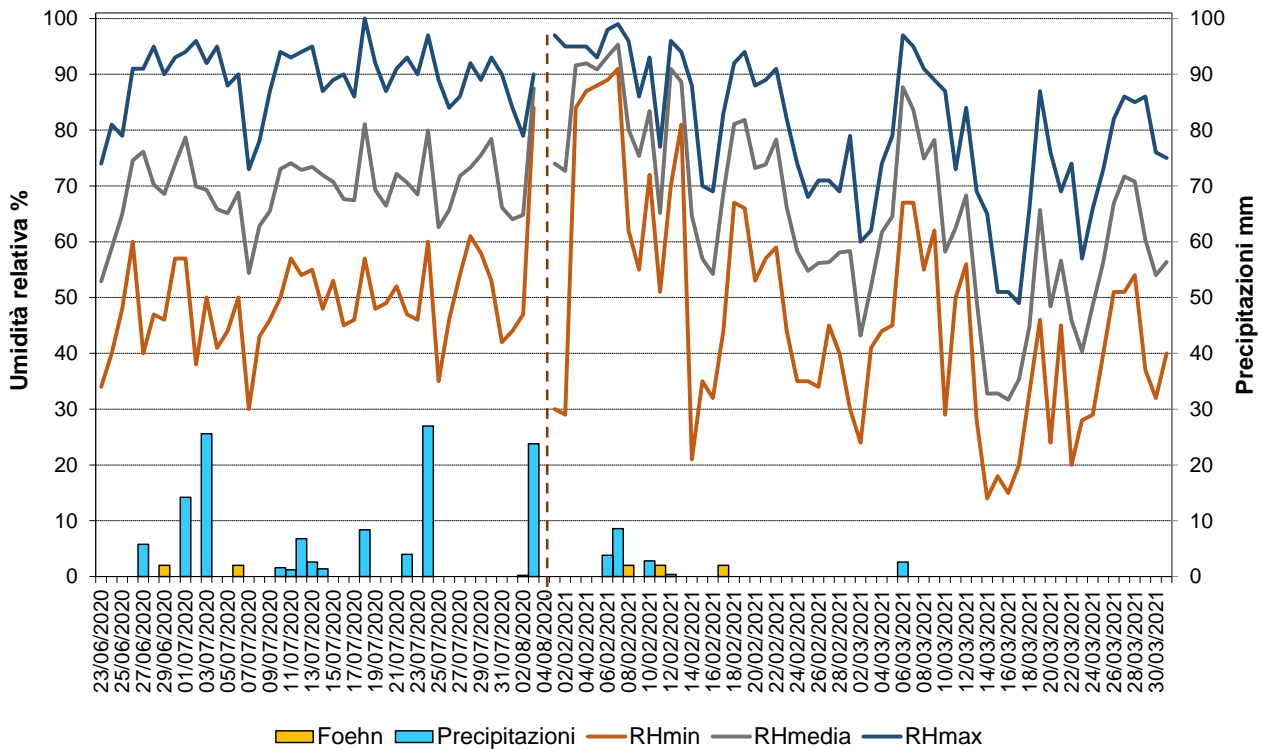


Figura 20) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile nelle due campagne di Verzuolo; totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

Nella figura 21 sono riportate, per ciascun giorno, il valore medio, minimo e massimo dell'umidità relativa dell'aria misurate dal laboratorio mobile, insieme alla precipitazione giornaliera cumulata registrata dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo e agli episodi di Foehn sul territorio regionale.



**Figura 21) Umidità relativa dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Verzuolo; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione meteo di Costigliole Saluzzo; episodi di Foehn sul territorio regionale.**

In entrambe le campagne di monitoraggio il laboratorio mobile ha evidenziato, nella postazione di misura di piazza Martiri della Libertà, una situazione anemologica fortemente condizionata dall'edificato circostante la piazza. Le calme di vento (velocità inferiore a 0.5 m/s) si sono presentate con un'occorrenza del 46% nella campagna estiva e del 61% nella campagna invernale. La schermatura degli edifici ha inoltre fatto sì che, nella postazione di misura del laboratorio mobile, le direzioni prevalenti del vento registrate siano state quelle dei settori NordOvest e OvestNordOvest e siano poco rappresentative della reale anemologia del sito.

## CONCLUSIONI

Nel comune di Verzuolo sono state eseguite due campagne di misura della qualità dell'aria in due stagioni differenti, la prima in periodo estivo, dal 23 giugno al 3 agosto 2020, e la seconda sei mesi dopo, ovvero nel periodo compreso tra il 1° febbraio ed il 1° aprile 2021. Il monitoraggio è stato realizzato con il laboratorio mobile, dotato della strumentazione per la misura dei principali inquinanti per i quali la normativa stabilisce dei limiti (polveri sottili, ossidi di azoto, ozono, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene...).

Il laboratorio mobile della qualità dell'aria è stato installato nella postazione piazza Martiri della Libertà messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

Sebbene ai campionamenti condotti a Verzuolo si siano dedicati due campagne di misura per un totale di tre mesi di monitoraggio, si tratta comunque di un periodo limitato rispetto all'intero anno civile cui fanno riferimento i limiti stabiliti dalla normativa, pertanto, considerando anche la forte influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli di inquinamento, per poter valutare correttamente la qualità dell'aria del sito, è necessario valutare i dati in riferimento a quanto rilevato dalle stazioni fisse presenti sul territorio.

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, in piazza Martiri della Libertà a Verzuolo il laboratorio mobile non ha evidenziato criticità per il monossido di carbonio, il benzene ed il biossido di zolfo. Le concentrazioni di questi inquinanti 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 la cui formazione è favorita da intensa radiazione solare ed elevate temperature, sono stati coerenti con i dati della rete ed i superamenti del valore obiettivo si sono verificati in corrispondenza dei giorni più caldi, caratterizzati da condizioni anticicloniche. La coerenza con i dati delle stazioni fisse implica che anche a Verzuolo si possano verificare le criticità per l'inquinamento da ozono che l'analisi dei dati annuali della rete della qualità dell'aria ha evidenziato anche per le ultime estati. In tutte le stazioni fisse sono infatti ancora disattesi gli obiettivi a lungo termine stabiliti dalla norma sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione.<sup>5</sup>

I dati ottenuti per il biossido di azoto nel sito di piazza Martiri della Libertà a Verzuolo evidenziano livelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> superiori anche a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani di Alba, Bra e Cuneo e analoghi a quelli registrati presso la stazione da traffico urbano di Mondovì-Aragno, che per la sua posizione a ridosso della strada statale 28 risulta fortemente condizionata dalle emissioni dei veicoli che vi transitano. La confrontabilità con la stazione di misura di Mondovì, dove la media annua, sebbene sia la più elevata della provincia, è ampiamente al di sotto del limite normativo, garantisce, anche per il sito di Piazza Martiri della Libertà di Verzuolo, il rispetto del limite annuale.

Le concentrazioni di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) presenti nelle polveri campionate a Verzuolo nei mesi di febbraio e marzo '21, non mostrano criticità. Il benzo(a)pirene, che per la sua cancerogenicità è usato come indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA, ha evidenziato per il sito di Verzuolo valori confrontabili con quanto rilevato dalle stazioni di Alba, Bra e Mondovì e questo è indice, anche per Verzuolo, del rispetto del valore obiettivo stabilito dalla normativa. Dei quattro metalli per cui esistono limiti di legge, solamente Piombo e Nichel sono stati rilevati in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti.

<sup>5</sup> *Relazione della qualità dell'aria 2020 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*  
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili (PM<sub>10</sub>), l'analisi dei dati ottenuti a Verzuolo conferma quanto registrato presso le altre stazioni della provincia e in tutto il bacino padano, ovvero come, per tale tipologia di inquinante, le variazioni delle concentrazioni siano fortemente influenzate dalle condizioni meteorologiche e come, in particolare nelle zone di pianura e collina, sussistano ancora criticità nel rispetto dei limiti normativi.

Dal punto di vista meteorologico, i due mesi della campagna invernale sono stati caratterizzati da precipitazioni inferiori alla norma. In particolare, l'assenza di piogge, che si è verificata dalla seconda decade di febbraio fino al 6 marzo, ha determinato, a Verzuolo come in tutto il Piemonte, l'accumulo delle polveri sottili con numerosi superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

La confrontabilità tra le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate nelle due campagne di monitoraggio, sia su base oraria che giornaliera, a Verzuolo e a Bra permette di confermare la stazione di Bra Madonna dei Fiori come rappresentativa anche dei livelli di inquinamento di PM<sub>10</sub> del punto di misura di Verzuolo. Ciò estende pertanto la situazione di criticità, ancora registrata a Bra, per il mancato rispetto del limite giornaliero, anche al sito di Verzuolo.

Tale problematica rientra nella situazione dell'inquinamento da polveri sottili che caratterizza la provincia di Cuneo. I dati delle stazioni fisse, insieme a quelli ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio svolte negli anni con il laboratorio mobile, hanno permesso di individuare una situazione che presenta livelli di concentrazione 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 e di collina 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. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è tuttavia caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti<sup>5</sup>. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, avvenuto in tutti gli anni di misura fino al 2017 e nuovamente nel 2020, conferma una situazione di criticità per il PM<sub>10</sub>.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa per la protezione della salute umana, e ad un rispetto duraturo ovvero non troppo in balia di condizioni meteorologiche avverse alla dispersione degli inquinanti che di anno in anno si possono presentare, è necessario continuare a perseguire la riduzione delle emissioni in atmosfera, promuovendo provvedimenti strutturali in modo sempre più omogeneo e congiunto in tutto il bacino padano. Gli interventi devono riguardare tutte le attività che concorrono alla produzione di precursori (principalmente agricoltura e combustioni, quali traffico, biomassa e comparto industriale e dei servizi) agendo in maniera incisiva sulle emissioni.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Report 3 COVID-19. Studio degli effetti delle misure Covid-19 sulla composizione chimica del particolato nel bacino padano. Progetto LIFE prepAIR <https://www.lifepreparepair.eu/index.php/news/>

## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Verzuolo, piazza Martiri della Libertà</b>	
<b>24/06/2020 ÷ 2/08/2020</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	12
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.1
Massima media giornaliera	0.4
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.8
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.4
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.6
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	2.4
Percentuale ore valide	80%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	16
Media dei valori orari	11
Massima media oraria	41
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>

	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	54
Massima media giornaliera	102
Media dei valori orari	74
Massima media oraria	139
Percentuale ore valide	87%
Minimo medie 8 ore	27
Media delle medie 8 ore	74
Massimo medie 8 ore	132
Percentuale medie 8 ore valide	87%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>14</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>3</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	39
Media delle medie giornaliere:	18
Numero giorni validi	40
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</b>

### **Verzuolo, piazza Martiri della Libertà**

**3/02/2021 ÷ 31/03/2021**

	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	13
Media dei valori orari	6
Massima media oraria	14
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>



	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	0.9
Media dei valori orari	0.6
Massima media oraria	2.1
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.7
Massimo medie 8 ore	1.1
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	2.0
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	4.8
Percentuale ore valide	97%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	40
Media dei valori orari	30
Massima media oraria	74
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	81
Media dei valori orari	44
Massima media oraria	127
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	44
Massimo medie 8 ore	114
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>

<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	105
Media delle medie giornaliere:	38
Numero giorni validi	57
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>12</b>

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

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

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

I parametri monitorati sono i seguenti:

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

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

**Caratteristiche:** elementi distintivi dell'inquinante

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

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

**Fonte:**

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

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

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

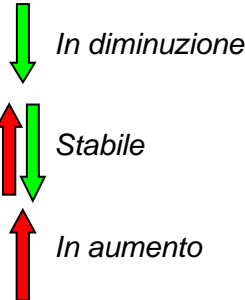
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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

 *Criticità moderata*

 *Criticità elevata*

- andamento negli anni dell'inquinante:



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

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



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

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



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

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

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub> - PM<sub>2.5</sub>


<b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine <b>PM<sub>10</sub></b> si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine <b>PM<sub>2.5</sub></b> comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm.		
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>azione del vento sulla polvere e sul terreno, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche, aerosol marino</b> , ecc..., e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le <b>emissioni industriali, il traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici e freni, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade)</b> , gli <b>impianti di riscaldamento</b> e la <b>zootecnia</b> rappresentano le fonti più significative.		
<b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>imnesso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub></b> .		
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b> . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.		
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambientale</i> <i>materiali</i>	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: <ul style="list-style-type: none"> <li>- il PM<sub>10</sub>, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali.</li> <li>- Il PM<sub>2.5</sub>, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare.</li> </ul> Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di <b>malattie dell'apparato respiratorio</b> , quali <b>asma, bronchiti ed enfisemi</b> e anche <b>danni al sistema cardiocircolatorio</b> . Il PM inoltre agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici. Nel 2013 il particolato atmosferico è stato classificato dallo <b>IARC</b> come <b>cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1)</b> . La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione <b>inibendo il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante</b> ; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti. I materiali subiscono danni diretti legati a <b>fenomeni di imbrattamento</b> e fenomeni di <b>corrosione</b> in relazione alla composizione chimica del particolato.		
<b>Misura</b> <i>gravimetrica</i>	Il PM <sub>10</sub> e il PM <sub>2.5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10 µm o 2.5 µm.		
<b>Situazione</b>  	La situazione nell'ultimo decennio è <b>in miglioramento</b> ma continua a rappresentare una delle criticità più significative a livello di bacino padano dove si verificano ancora numerosi superamenti soprattutto del limite giornaliero di 50 µg/m <sup>3</sup> .		
<b>Riferimenti normativi</b> <b>D.Lgs 155/2010</b>	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore limite</b>	N° superamenti ammessi
<b>PM10</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	
<b>PM2.5</b>	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali: <math>N_2 + O_2 \rightarrow 2NO</math>    <math>2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2</math>. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO<sub>2</sub> è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, perché, oltre ad essere tossici, svolgono un ruolo fondamentale nella formazione dello "smog fotochimico". Sono infatti importanti precursori dell'ozono in estate e del PM<sub>10</sub> in inverno.</p>		
<b>Fonte</b> naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'<b>attività batterica</b> sui composti dell'azoto, dall'<b>attività vulcanica e dai fulmini</b>: ciò produce un <b>apporto minimo</b> ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai <b>processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione</b>: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il <b>traffico veicolare</b> ne rappresenta la <b>fonte più significativa</b>.</p>		
<b>Tipologia</b> primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b>. <b>La maggior parte</b> dell'NO<sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b>, ed è quindi di natura secondaria.</p>		
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO<sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.</p>		
<b>Effetti</b> salute ambiente materiali	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO<sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio</b>. Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono <b>riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie</b>, quali bronchite cronica e asma, e <b>riduzione della funzionalità polmonare</b>. Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti <b>danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi</b> coinvolti, e producono <b>fenomeni corrosivi sui metalli</b> e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un <b>invecchiamento più rapido delle strutture</b>.</p>		
<b>Misure</b> chemiluminescenza	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il <b>metodo a chemiluminescenza</b>, che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).</p>		
<b>Situazione</b>  	<p>La situazione <b>è in miglioramento</b> ma continua a rappresentare una delle criticità più significative a livello di bacino padano, oltre che per i superamenti che ancora si verificano nei grossi centri abitati, anche per la sua natura di precursore dello smog fotochimico.</p>		

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi
<b>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-

## OZONO



<b>Caratteristiche</b> $O_3$	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	È 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.
<b>Tipologia</b> <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.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	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.
<b>Effetti</b> <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.
<b>Misura</b> <i>assorbimento 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 ( $\mu g/m^3$ ).
<b>Situazione</b>  	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
<b>Soglia informazione</b> Protezione della salute umana	Media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Soglia di allarme</b> Protezione della salute umana	Media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	non più di 3 ore consecutive
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	25 volte per anno civile come media su 3 anni
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 µg/m <sup>3</sup> ·h come media sui 5 anni	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 µg/m <sup>3</sup> ·h	

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

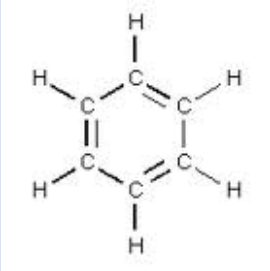
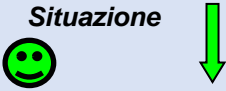


## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>



<b>Caratteristiche</b> SO <sub>2</sub>	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai <b>processi di combustione che utilizzano combustibili fossili</b> (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di SO <sub>2</sub> proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel. La concentrazione di SO <sub>2</sub> presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione impianti di <b>riscaldamento domestici</b> , alimentati con combustibili solidi o liquidi.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il tempo medio di permanenza in atmosfera del biossido di zolfo varia da alcuni giorni a settimane e l'estensione dei fenomeni interessa la scala locale e regionale.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambientale</i> <i>materiali</i>	Il biossido di zolfo è un forte <b>irritante delle vie respiratorie</b> . Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio ( <b>asma, tracheiti, bronchiti</b> ) mentre esposizioni di breve durata a concentrazioni elevate possono provocare aumento della frequenza respiratoria e del ritmo cardiaco oltre a irritazione agli occhi, gola e naso. Gli ossidi di zolfo sono stati i <b>principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni</b> meteorologiche ( <b>piogge acide</b> ). Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> provoca <b>danni via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale</b> . L'azione sui <b>materiali</b> interessa maggiormente i <b>metalli</b> , nei quali viene accelerato il <b>fenomeno di corrosione</b> , ed i <b>materiali da costruzione</b> (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, <b>diminuisce la resistenza meccanica dei materiali</b> , da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.
<b>Misura</b> <i>fluorescenza</i>	Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO <sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO <sub>2</sub> presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione</b>  	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 raffineria) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza in atmosfera.

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

## BENZENE



<p><b>Caratteristiche</b>  <math>C_6H_6</math></p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente. 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, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. È utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>		
<p><b>Fonte</b>  naturale  antropica</p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentata dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>		
<p><b>Tipologia</b>  primario</p>	<p>È un inquinante primario.</p>		
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>		
<p><b>Effetti</b>  salute</p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con accertato potere <b>cancerogeno per l'uomo</b>. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>		
<p><b>Misura</b>  Gascromatografia PID</p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>		
<p><b>Situazione</b></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>		
<p><b>Riferimenti normativi</b>  D.Lgs 155/2010</p> <p><b>Benzene</b></p>	<p><i>Periodo di mediazione temporale</i></p> <p>Anno civile</p>	<p><b>Valore limite</b></p> <p>5.0 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p>	<p><i>N° superamenti ammessi</i></p> <p>-</p>

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>  CO	<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>
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi, le eruzioni dei vulcani, le emissioni da oceani e paludi</b>.</p> <p>La fonte antropica più significativa è rappresentata dal <b>traffico veicolare</b>, in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo e fasi di decelerazione): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli <b>impianti di riscaldamento domestico, le centrali termoelettriche, gli inceneritori di rifiuti</b>, per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.</p>
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	<p>Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.</p>
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>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.</p>
<b>Effetti</b> <i>salute</i>	<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, <b>ad elevate concentrazioni, esiti letali</b>. A <b>basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza</b>. Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate.</p> <p>Sull'ambiente ha effetti trascurabili.</p>
<b>Misure</b> <i>Assorbimento IR</i>	<p>Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>).</p>
<b>Situazione</b>  	<p>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.</p>

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


## METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

<b>Caratteristiche</b> Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali, tendono ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) e possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali ( <b>eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione</b> ) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle <b>combustioni</b> , dai <b>processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche)</b> e dalle <b>abrasioni dei materiali</b> .
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM <sub>10</sub> .
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: <b>problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e</b> , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può <b>danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare</b> .
<b>Misura</b> <i>ICP-MS da filtro PM<sub>10</sub></i>	La frazione fine del particolato (PM <sub>10</sub> ) campionato su filtri in fibra di quarzo è sottoposta a mineralizzazione mediante soluzione acida ossidante e sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente).
<b>Situazione</b>  	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite
<b>Piombo</b>	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>
	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore obiettivo(*)</b>
<b>Arsenico</b>	Anno civile	6.0 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	Anno civile	5.0 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	Anno civile	20.0 ng/m <sup>3</sup>

(\*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## IPA - Benzo(a)pirene

<p><b>Caratteristiche</b> Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p> <p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.</p> <p>Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.</p>
<p><b>Fonte</b> naturale antropica</p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle <b>eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi</b>.</p> <p>Le fonti antropiche sono dovute ai <b>processi di combustione</b> incompleta di materiale organico e all'uso di <b>olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento</b>. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al <b>traffico stradale</b> sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane, mentre nelle aree rurali un importante contributo deriva dalla combustione della legna.</p>
<p><b>Tipologia</b> primario</p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di <b>qualche giorno o settimana</b>; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare <b>anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione</b>.</p>
<p><b>Effetti</b> salute</p>	<p>Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari <b>danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare</b>.</p> <p>In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie. L'organo legislativo ha pertanto stabilito un valore obiettivo per tale composto.</p>
<p><b>Misura</b> GC da filtro PM<sub>10</sub></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM<sub>10</sub>) contenuta in un volume noto di aria è raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana è sottoposta ad estrazione con solvente e nell'estratto i singoli composti degli IPA sono quantificati mediante tecnica gascromatografica.</p>
<p><b>Situazione</b></p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni rurali rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore obiettivo(*)</b>
<b>Benzo(a)pirene</b>	Anno civile	1.0 ng/m <sup>3</sup>

(\*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile