

Prot. 75392 /H10.02

Cuneo, 19.08.2021

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di  
GENOLA

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

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO

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

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN2 Cuneo

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

---

e p.c. Spett.le Regione Piemonte  
Assessorato Ambiente  
Direzione Ambiente, Governo e Tutela del territorio  
[territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it](mailto:territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it)

Rif. DOQUI: B5.16 – H10\_2020\_01381/ARPA.

**Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Genola nel periodo compreso dal 30 novembre 2020 al 1° febbraio 2021**

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Genola dal 30 novembre 2020 al 1° febbraio 2021. Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

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

Distinti saluti

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

LB/lb

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 35, Allegato pagine 13)

**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)

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

**OGGETTO: Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Genola nel periodo compreso dal 30 novembre 2020 al 1° febbraio 2021**

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

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

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

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

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

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>6</b>
<b><i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub></i>.....</b>	<b>6</b>
<b><i>MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub></i>.....</b>	<b>12</b>
<b><i>METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</i>.....</b>	<b>17</b>
<b><i>OZONO – O<sub>3</sub></i>.....</b>	<b>23</b>
<b><i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE</i>.....</b>	<b>26</b>
<b>MONITORAGGIO DEL TRAFFICO STRADALE .....</b>	<b>27</b>
<b>SITUAZIONE METEOROLOGICA .....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>33</b>
<b><i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna</i> .....</b>	<b>1</b>
<b><i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi</i> .....</b>	<b>3</b>

## INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Genola nel periodo compreso tra il 30 novembre 2020 ed il 1° febbraio 2021.

La campagna di rilevamento è stata eseguita a seguito della richiesta pervenuta dal Comune al fine di avere informazioni sulla qualità dell'aria nel capoluogo interessato da un alto traffico veicolare. Il laboratorio mobile della qualità dell'aria è stato installato nella postazione di piazza Martiri della Liberazione messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale. 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>).

In contemporanea al monitoraggio della qualità dell'aria è stato eseguito il monitoraggio del traffico veicolare con l'utilizzo di un conta-traffico laser posizionato su via Roma a circa 80 m dal laboratorio mobile.

La posizione dei punti di monitoraggio, le indicazioni sui siti e sugli strumenti di misura utilizzati sono indicate nella mappa e nelle tabelle delle pagine che seguono.

Si ricorda che le indagini svolte con laboratorio mobile descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, influenzate per loro natura 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 di durata limitata. 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 costantemente 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.

I principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti della qualità dell'aria monitorati a Genola sono presentati nel capitolo centrale di questo documento. Nell'analisi, i dati misurati con il laboratorio mobile sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale. Un capitolo è poi dedicato alla presentazione delle principali elaborazioni condotte sui dati del traffico. Nell'ultimo capitolo è invece descritta la situazione meteorologica del periodo 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 meteorologica 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

GENOLA



Ortofoto – indicazione (in giallo) del punto di monitoraggio

Immagine satellitare del sito con il laboratorio mobile (Map data ©2015 Google)

## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Genola, piazza Martiri della Liberazione
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 393968 m; Y= 4937984 m
Periodo	Dal 30 novembre 2020 al 1° febbraio 2021



### Strumentazione Laboratorio mobile:

<b>PARAMETRO MISURATO</b>	<b>STRUMENTO</b>	<b>MODELLO</b>	<b>METODO DI MISURA</b>
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		

## CONTATRAFFICO LASER

Localizzazione	Genola, via Roma 50
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 393906 m; Y= 4938008 m
Periodo	Dal 30 novembre 2020 al 1° febbraio 2021



# ANALISI DEI DATI

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

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

La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate con il laboratorio mobile nel sito di piazza Martiri della Liberazione a Genola è rappresentata nella figura sottostante insieme ai dati misurati dalle stazioni fisse posizionate nelle città di Alba e Cuneo. Dalla figura 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 (più marcati per la centralina di Cuneo). Nella figura 2 la sequenza delle medie giornaliere evidenzia invece i minimi raggiunti dalle concentrazioni di NO<sub>2</sub> nei giorni festivi.

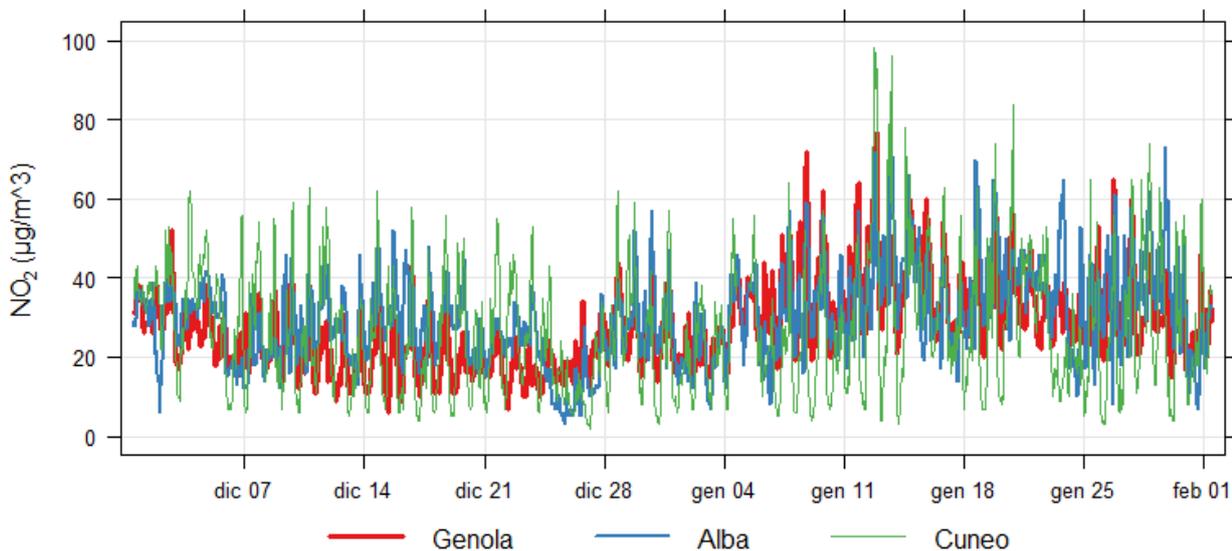


Figura 1) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Genola e presso le stazioni di Alba e Cuneo.

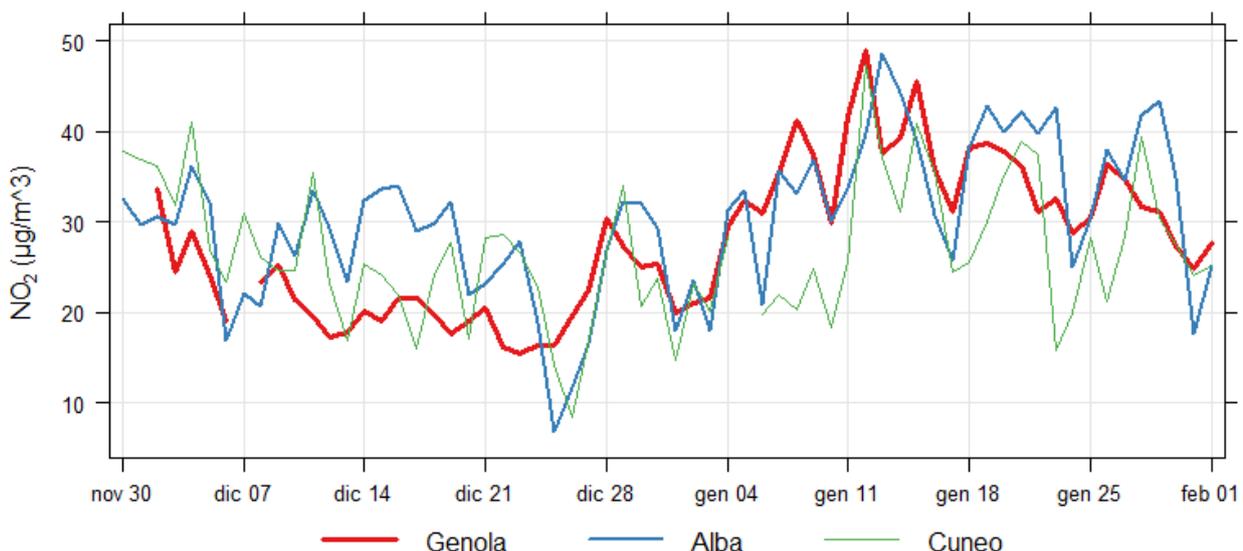


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Genola e presso le stazioni di Alba e Cuneo.

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, sebbene anch'esse subiscano l'influenza della meteorologia e risentano della presenza delle condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti.

Nella figura 3 la distribuzione delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile in piazza Martiri della Liberazione a Genola, dal 30 novembre '20 al 1° febbraio '21, è rappresentata con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa della qualità dell'aria della provincia 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.

Nella tabella sottostante sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> registrate in tutti i punti 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.

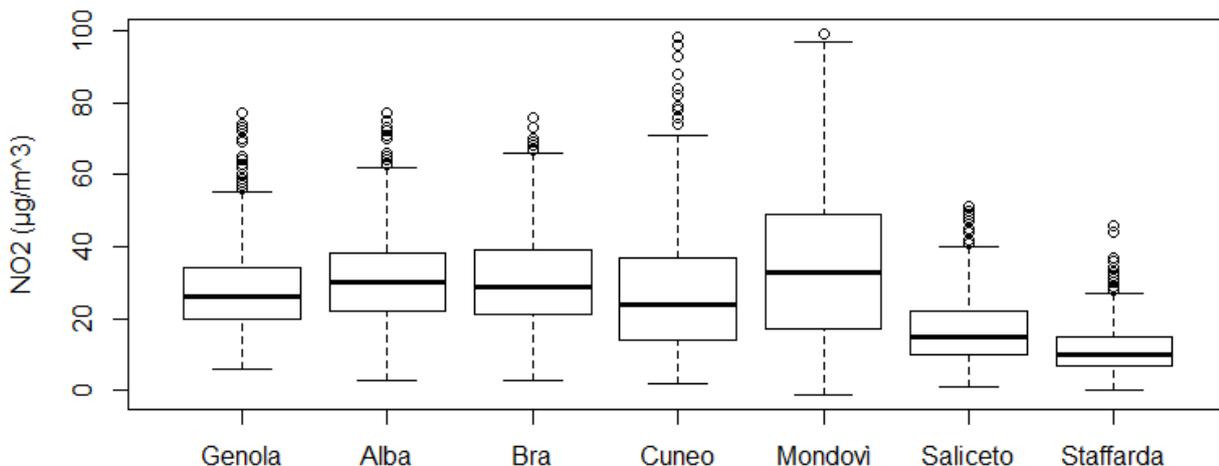


Figura 3) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Genola e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 30 novembre '20 ÷ 1° febbraio '21)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 30 nov '20÷1° feb '21	Genola	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>28</b>	30	31	27	34	17	11
Mediana	<b>26</b>	30	29	24	33	15	10
Massimo	<b>77</b>	77	76	98	99	51	46

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

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

I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, nel sito di piazza Martiri della Liberazione a Genola siano stati misurati livelli di concentrazioni di NO<sub>2</sub> analoghi a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani e superiori a quelli delle stazioni di fondo rurale.

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 le stazioni di misura della provincia, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008, garantisce, anche per il sito di Genola, il rispetto del limite annuale.

Al momento dell'emissione dai processi di combustione, gli ossidi di azoto sono costituiti principalmente dal monossido di azoto (NO), che viene poi in parte ossidato in biossido di azoto, un rapporto NO/NO<sub>2</sub> elevato è pertanto indice di vicinanza alle sorgenti che lo emettono. Sebbene la normativa non preveda limiti per questo inquinante, nel grafico a box plot della figura seguente sono rappresentate le concentrazioni del monossido di azoto misurate a Genola e confrontate con quelle misurate presso le stazioni fisse. Il confronto evidenzia per il sito di piazza Martiri della Liberazione livelli di concentrazioni superiori alle stazioni di fondo urbano della rete (Alba e Cuneo) e più simili a quelle delle stazioni di traffico (Bra e Mondovì), in particolare i test statistici ne indicano l'equivalenza in media a quelle della stazione di traffico di Bra-Madonna dei Fiori. Ciò conferma la classificazione del sito di piazza Martiri della Liberazione a Genola come postazione di "traffico urbano".

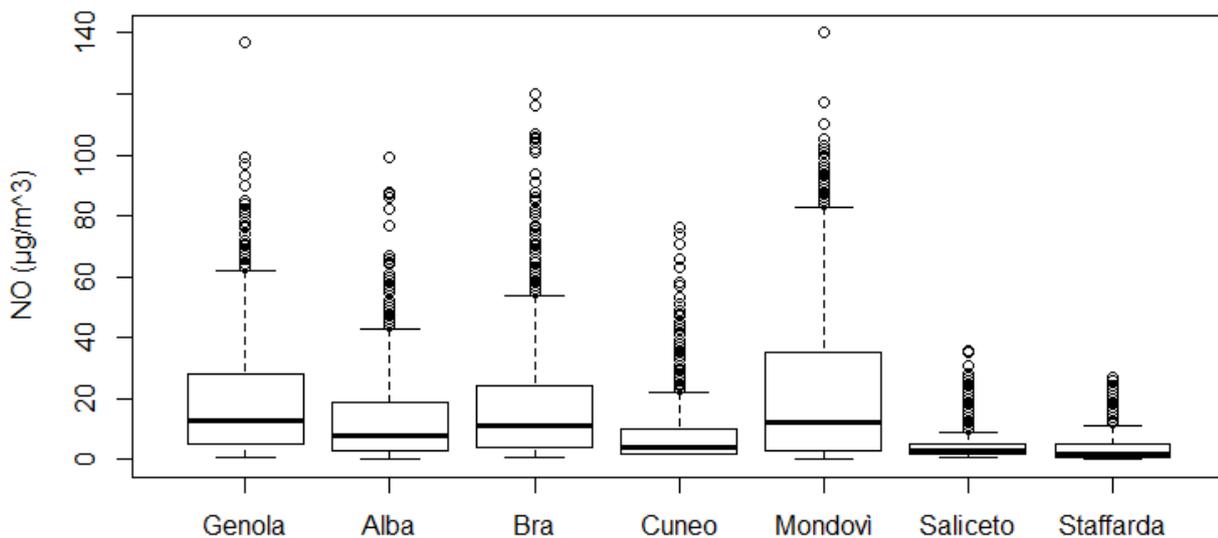


Figura 4) NO: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Genola e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 1°ottobre ÷ 30 novembre '20)

NO (µg/m <sup>3</sup> ) 30 nov '20 ÷ 1° feb '21	Genola	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>19</b>	14	18	8	22	4	4
Mediana	<b>13</b>	8	11	4	12	3	2
Massimo	<b>137</b>	99	120	76	140	36	27

Tabella 2) NO: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Genola 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).

Mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, è stato elaborato il giorno medio del biossido di azoto per il sito di piazza Martiri della Liberazione a Genola che, nel grafico di sinistra di figura 5, è confrontato con quelli delle stazioni di monitoraggio della provincia.

I giorni medi mostrano l'evoluzione delle concentrazioni orarie nell'arco di una giornata media e dimostrano l'importanza del contributo antropico: le concentrazioni scendono a valori minimi intorno alle 4-5 del mattino, subiscono quindi una crescita, più importante nei siti urbani, per raggiungere un primo massimo dopo le 8 del mattino. Il picco più rilevante si verifica, anche nel sito di Genola, tra le 18 e le 20. Rispetto alle altre postazioni di misura della provincia, in quelle di Genola, Alba e Bra i minimi delle prime ore del mattino si mantengono a livelli più elevati a causa delle maggiori condizioni di ristagno che caratterizzano la zona nord, di pianura e collina, della provincia.

Nel grafico di destra della figura il confronto delle settimane medie del biossido di azoto evidenzia una riduzione significativa nei giorni di fine settimana. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

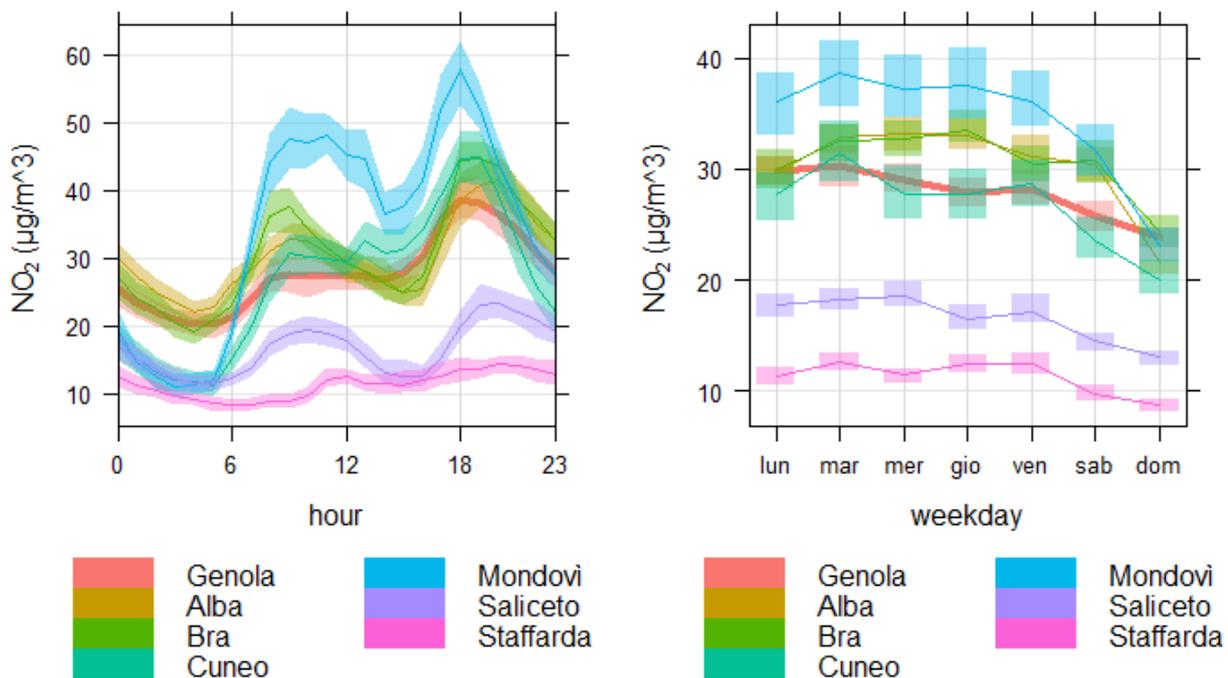


Figura 5) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media per il sito di Genola e per le stazioni urbane della provincia (periodi: 30 novembre '20 ÷ 1° febbraio '21).

Le medesime elaborazioni sono state eseguite per il monossido di azoto e rappresentate nei grafici di figura 6. A differenza del biossido, per l'NO il picco del mattino assume valori simili a quelli raggiunti nelle ore serali e i minimi delle ore notturne scendono pressoché ai medesimi valori in tutte le postazioni. Per il sito di Genola è inoltre più marcata per l'NO la riduzione nei fine settimana. Tali differenze rispecchiano rispettivamente il carattere di inquinante primario dell'NO e di inquinante secondario dell'NO<sub>2</sub>.

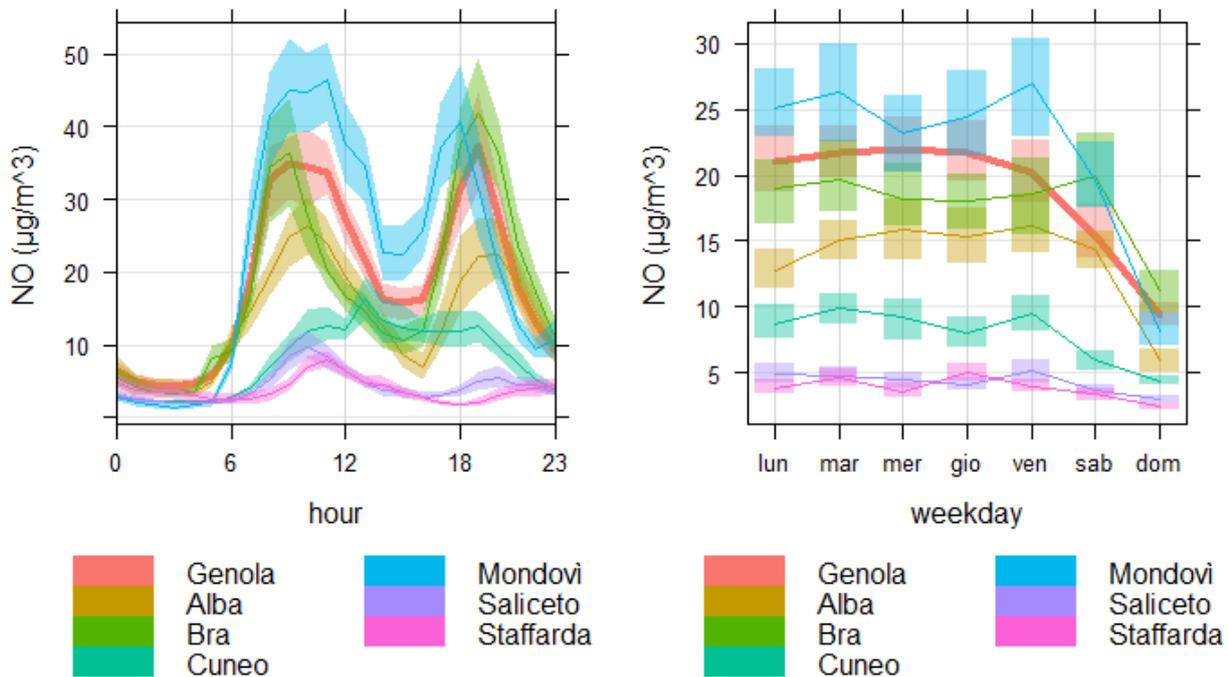


Figura 6) NO: giorno medio e settimana media per il sito di Genola e per le stazioni urbane della provincia (periodi: 30 novembre '20 ÷ 1° febbraio '21).

Con i dati misurati a Genola dallo strumento conta-traffico è stato possibile elaborare il giorno medio anche per il flusso dei veicoli transitante in via Roma (si veda il capitolo dedicato a pagina 27). Nei tre grafici di figura 7 i giorni medi del traffico veicolare totale (complessivo dei veicoli leggeri e pesanti) sono messi a confronto con i giorni medi degli ossidi di azoto (dati dalla somma delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e NO) misurati dal laboratorio mobile. I grafici sono stati elaborati separatamente per i giorni feriali, i sabati ed i giorni festivi del periodo compreso dal 29 dicembre '20 al 31 gennaio '21.

Il buon accordo tra gli andamenti degli ossidi di azoto e del numero di veicoli consentono di confermare l'importanza del contributo delle emissioni del traffico veicolare nel sito di indagine.

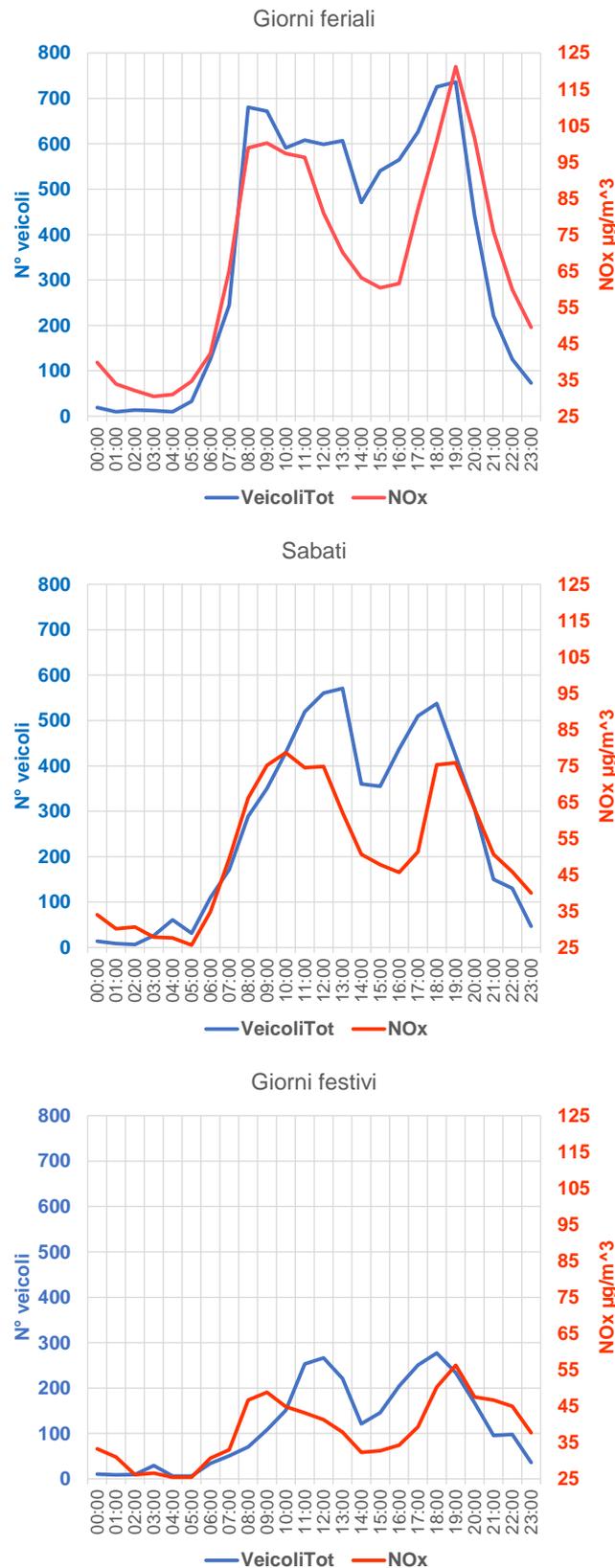


Figura 7) Confronto dei giorni medi del traffico veicolare totale e degli ossidi di azoto nel sito di Genola per i giorni feriali, i sabati e i giorni festivi (periodo: 29 dicembre '20 ÷ 31 gennaio '21).

## 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 8 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nel sito di Genola, 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 grigio chiaro) che nella figura è stato sovrapposto all'intervallo di valori rilevati presso le stazioni di Asti Baussano, Alessandria Volta e Torino Lingotto (in grigio scuro).

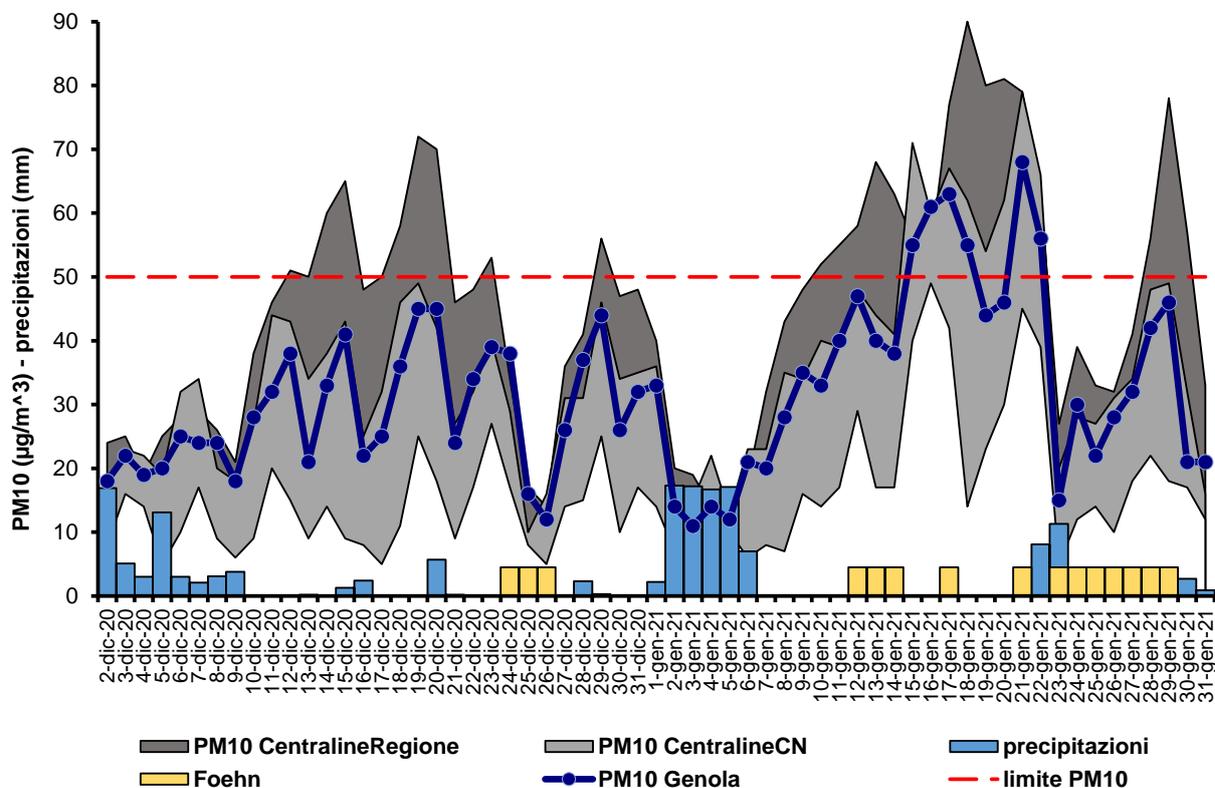


Figura 8) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate a Genola; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) e da alcune centraline di Asti, Alessandria e Torino (grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Levaldigi ed episodi di foehn nella regione.

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

Da questo grafico si può osservare come le variazioni nel tempo delle concentrazioni giornaliere registrate a Genola siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM<sub>10</sub> della rete fissa. La coerenza tra gli andamenti, verificata anche a livello regionale, 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 periodi freddi dell'anno; in particolare, i periodi invernali con situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, favoriscono l'accumulo delle polveri e sono perciò caratterizzati da concentrazioni elevate, mentre nei mesi estivi la consistente altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi molto più ampi, determinando pertanto valori di concentrazione più bassi. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente efficaci fenomeni di rimozione delle polveri sottili.

Dal punto di vista meteorologico (si veda l'approfondimento a pagina 29), entrambi i mesi del monitoraggio a Genola sono stati caratterizzati in tutto il Piemonte da condizioni dinamiche e precipitazioni superiori alla norma. Solamente la seconda decade di gennaio è stata contrassegnata da un periodo senza precipitazioni e, sebbene gli episodi di foehn che si sono verificati siano riusciti a smorzare la crescita delle concentrazioni degli inquinanti, dal 15 gennaio sono stati registrati alcuni superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le precipitazioni del 22 gennaio e la ventilazione dei giorni successivi hanno poi abbattuto con efficacia le polveri e riportato le concentrazioni al di sotto del limite.

La distribuzione di tutte le concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  misurate a Genola è rappresentata, nella figura seguente, con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa della provincia di Cuneo nello stesso periodo e da alcune stazioni delle città di Torino, Alessandria ed Asti.

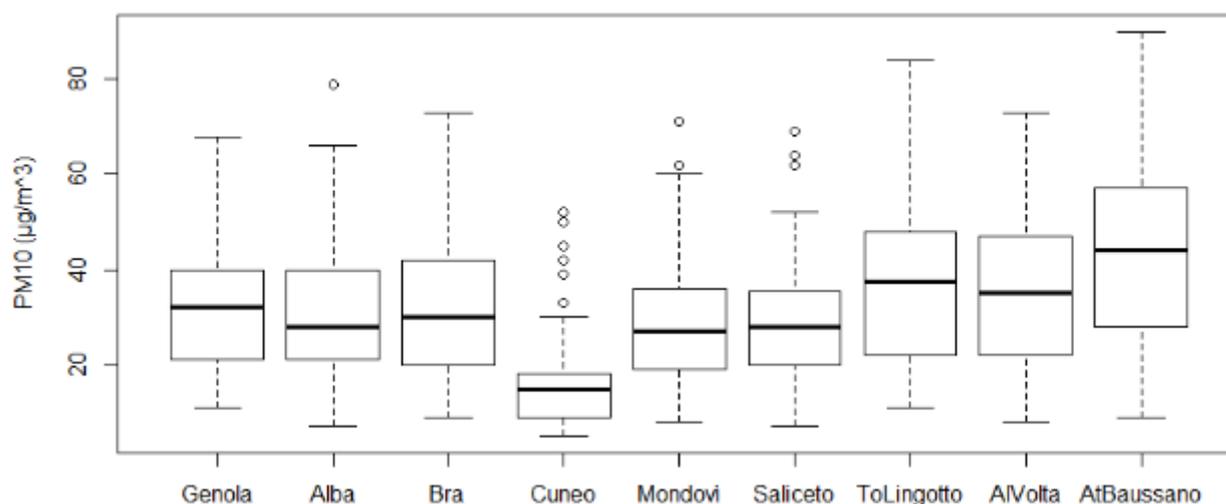


Figura 9)  $\text{PM}_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Genola, nelle stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Torino, Alessandria e Asti (periodo 2 dicembre '20 ÷ 31 gennaio '21)

<b><math>\text{PM}_{10}</math></b> 2 dicembre '20 ÷ 31 gennaio '21	<b>Genola</b>	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Torino Lingotto (FU)	Alessandria Volta (FU)	Asti Baussano (TU)
Superamenti limite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>6</b>	5	7	1	5	4	12	11	23
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>32</b>	31	32	17	29	30	39	36	44
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>32</b>	28	30	15	27	28	38	35	44
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>68</b>	79	73	52	71	69	84	73	90
Num. dati	61	61	61	61	61	60	56	61	61

Tabella 3)  $\text{PM}_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Genola, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Torino, Alessandria e Asti (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Nella tabella 3 sono riportati il numero di superamenti del limite giornaliero, le concentrazioni medie, mediane, massime giornaliere e il numero di dati disponibili di PM<sub>10</sub> 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.

I dati di PM<sub>10</sub> del periodo di monitoraggio, rappresentati in figura 9 e sintetizzati nella tabella 3, indicano per il sito di Genola, 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 ed inferiori a quelli più elevati registrati a Torino Lingotto, Alessandria Volta e Asti Baussano. Si osserva inoltre come nel periodo in analisi solamente i livelli di Cuneo si siano mantenuti a valori contenuti mentre anche le concentrazioni rilevate a Mondovì e Saliceto abbiano raggiunto livelli più simili a quelli della zona nord della provincia.

Oltre alla determinazione gravimetrica, sul laboratorio mobile il PM<sub>10</sub> viene misurato anche con cadenza oraria dal nefelometro. La serie temporale dei dati orari così ottenuti in tutta la campagna di monitoraggio è confrontata nella figura seguente 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.

Sebbene le campagne di monitoraggio si riferiscano ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, la confrontabilità tra le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate nei due mesi di dicembre e gennaio, sia su base oraria che giornaliera (figure 10 e 11), a Genola 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 Genola. Ciò estende pertanto la situazione di criticità ancora presente a Bra, per il mancato rispetto del limite giornaliero, anche al sito di Genola.

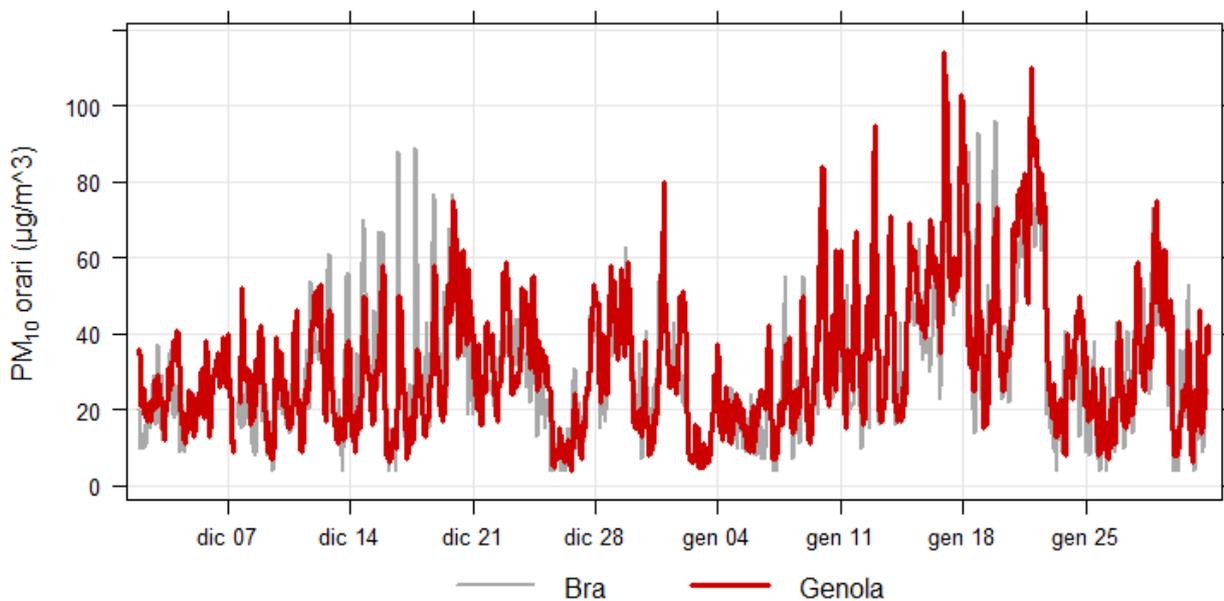


Figura 10) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Genola (tecnica nefelometrica) e presso la stazione di Bra (tecnica ad attenuazione beta).

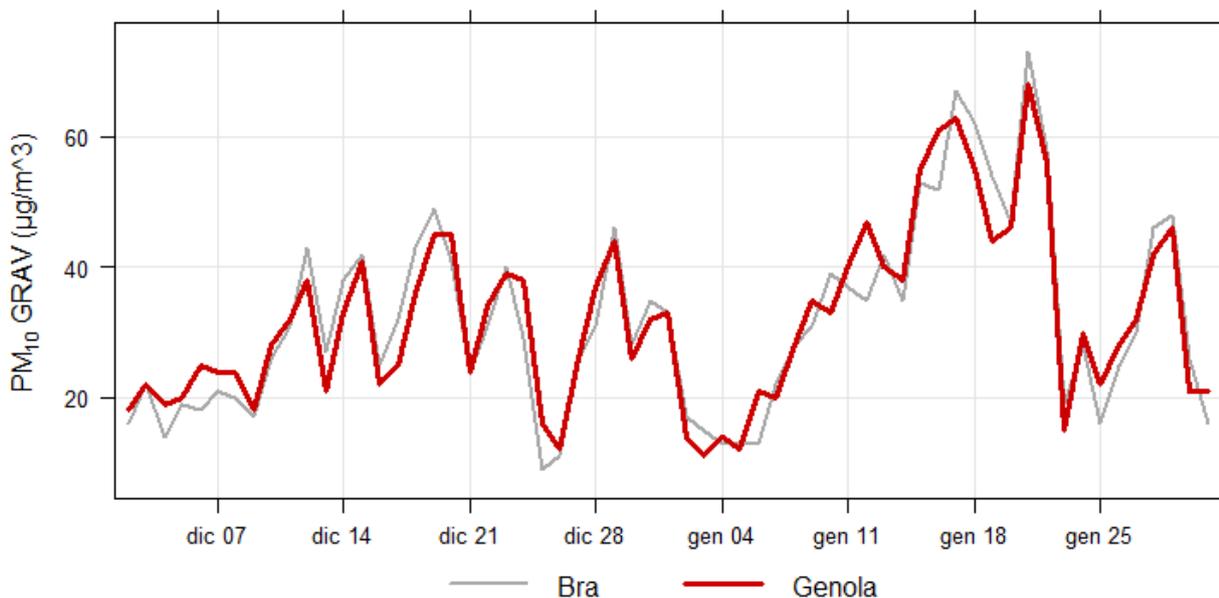


Figura 11) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Genola e presso la stazione di Bra con tecnica gravimetrica.

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, nella quale si colloca anche la città di Genola, 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, indica una situazione di criticità per il PM<sub>10</sub>. 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 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 anche di elaborare il giorno medio delle polveri sottili, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Data la forte influenza che le condizioni meteo-climatiche hanno sulle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, i giorni medi sono stati valutati separatamente per i due

<sup>3</sup> Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2019](#) – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte

mesi. Essi sono rappresentati nel grafico di figura 12 insieme ai giorni medi del PM<sub>10</sub> della stazione di Bra. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95%.

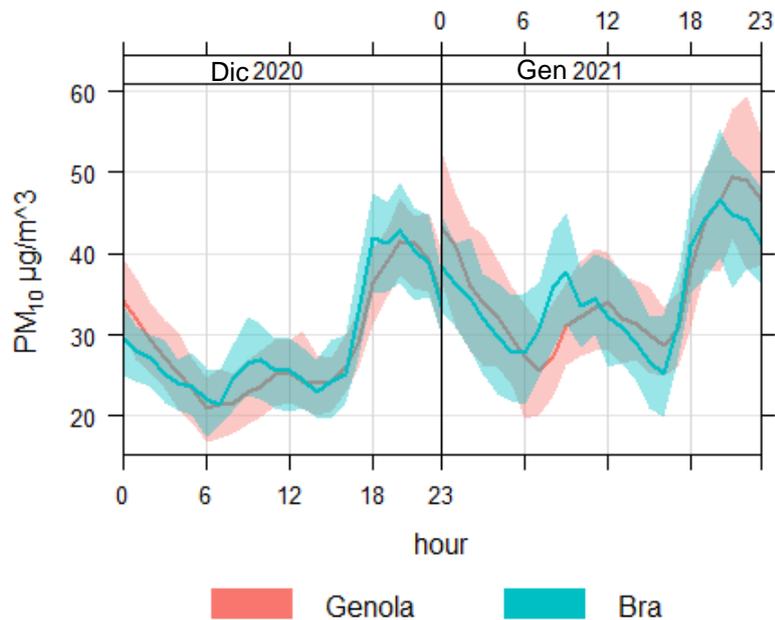


Figura 12) PM<sub>10</sub>: confronto dei giorni medi del sito di Genola e della stazione di Bra (1° dicembre ÷ 31 gennaio '21).

Il giorno medio permette di individuare la presenza di variazioni ricorrenti nelle concentrazioni, dovute all'influenza delle attività antropiche locali. In tutti e due i mesi rappresentati in figura 12 si osserva la somiglianza tra gli andamenti dei giorni medi delle due postazioni di misura: entrambi registrano la crescita delle concentrazioni a partire dalle ore 6 del mattino per raggiungere un primo piccolo picco che a Bra è centrato intorno alle ore 9 e a Genola intorno alle 12, ed un secondo picco, più importante, dopo le 18 cui segue una progressiva ma lenta riduzione nelle ore notturne fino al minimo raggiunto alle 6 del mattino (i grafici sono riferiti all'ora solare).

La peculiarità di questi due siti è il livello elevato delle concentrazioni anche in corrispondenza dei "minimi". Ciò è dovuto alle condizioni di stagnazione degli inquinanti che caratterizzano la zona di pianura e che contribuiscono alla formazione del "fondo regionale" delle polveri sottili. Tale fondo, in assenza di fenomeni di rimozione (precipitazioni e vento), tende ad accumularsi uniformemente sul territorio e a raggiungere valori elevati. Nel confronto tra i due grafici di figura 12 è visibile la crescita del "fondo regionale" che si è verificata a gennaio, dovuta al periodo di stabilità atmosferica della seconda decade di tale mese.

## **METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

Sui filtri di polveri campionati a Genola dal 2 dicembre '20 al 31 gennaio '21, dopo la misura gravimetrica della concentrazione di PM<sub>10</sub>, si è eseguita la determinazione in laboratorio delle concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (nel seguito IPA) e metalli presenti.

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 degli IPA 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 Genola, aggregando, analogamente alle stazioni fisse della rete, i filtri giornalieri di ciascun mese e ottenendo le concentrazioni medie mensili di dicembre 2020 (con i campioni dal giorno 2) e gennaio 2021.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 4 per gli IPA e nella tabella 5 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 Genola, 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 (Zinco, Cromo, Manganese, Rame e Piombo) le concentrazioni del sito di Genola sono rappresentate nelle figure 14÷19 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 siano aumentate nel mese di gennaio, ma senza un peggioramento del loro contenuto percentuale nel PM<sub>10</sub> (grafico di destra di figura 13). Le concentrazioni del sito di Genola sono confrontabili con quelle delle stazioni di Alba, Bra e Mondovì, mentre Saliceto si conferma nuovamente come la stazione della provincia di Cuneo con le concentrazioni più elevate di IPA a causa del diffuso utilizzo della biomassa legnosa nella combustione domestica. Per questa stazione anche il contenuto percentuale di IPA (grafico di destra di figura 13) è nettamente superiore a quello degli altri siti.

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. La stazione di Saliceto è l'unica della provincia in cui negli anni passati è stato registrato il superamento del valore obiettivo per il Benzo(a)pirene.

La confrontabilità dei dati di Genola con quelli delle stazioni di Alba, Bra e Mondovì in questi mesi invernali in cui la concentrazione raggiunge i valori massimi, garantisce anche per il sito di Genola una situazione di ampio rispetto del valore obiettivo stabilito dalla normativa per il Benzo(a)pirene al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Anche dai dati dei metalli misurati a Genola non emergono criticità. Dei quattro metalli per cui esistono limiti normativi, solamente Piombo e Nichel (quest'ultimo solo nel mese di gennaio) sono stati rilevati in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti. I valori misurati a Genola sono inoltre per lo più confrontabili con quelli misurati nello stesso periodo dalle stazioni urbane della rete (grafici delle figure 17, 18 e 19) che rispettano ampiamente i limiti di legge. Si ricorda che 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>Genola – piazza Martiri della Liberazione</b>								
<b>dic-20</b>	1.3	1.4	1.2	1.3	1.0	2.9	9.0	0.031
<b>gen-21</b>	1.3	1.3	1.6	1.2	1.0	3.3	9.7	0.028
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>1.0</b>							

Tabella 4) IPA: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Genola.

	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>Genola – piazza Martiri della Liberazione</b>										
<b>dic-20</b>	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	<i>0.7</i>	0.003	<i>0.7</i>	2.0	6.9	15.5	<i>0.7</i>	39.2
<b>gen-21</b>	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	1.0	0.003	<i>0.7</i>	2.4	9.9	6.8	<i>0.7</i>	24.1
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>20.0</b>	<b>0.5</b>						

Tabella 5) Metalli: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Genola (con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o uguali al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL)).

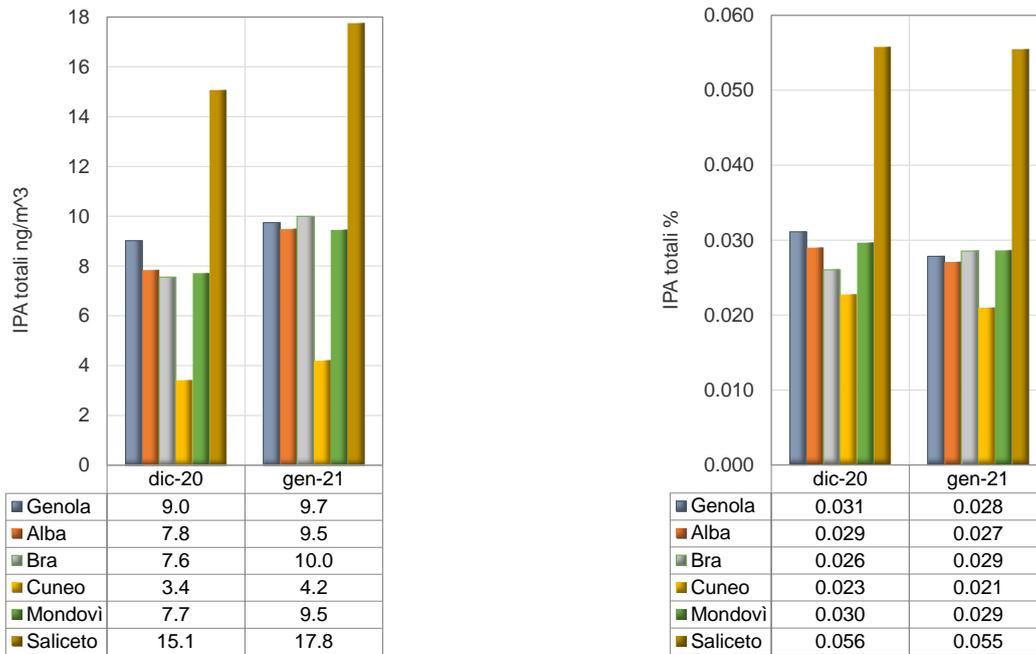


Figura 13) IPA totali (a sinistra) e percentuale di IPA nel PM10 (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

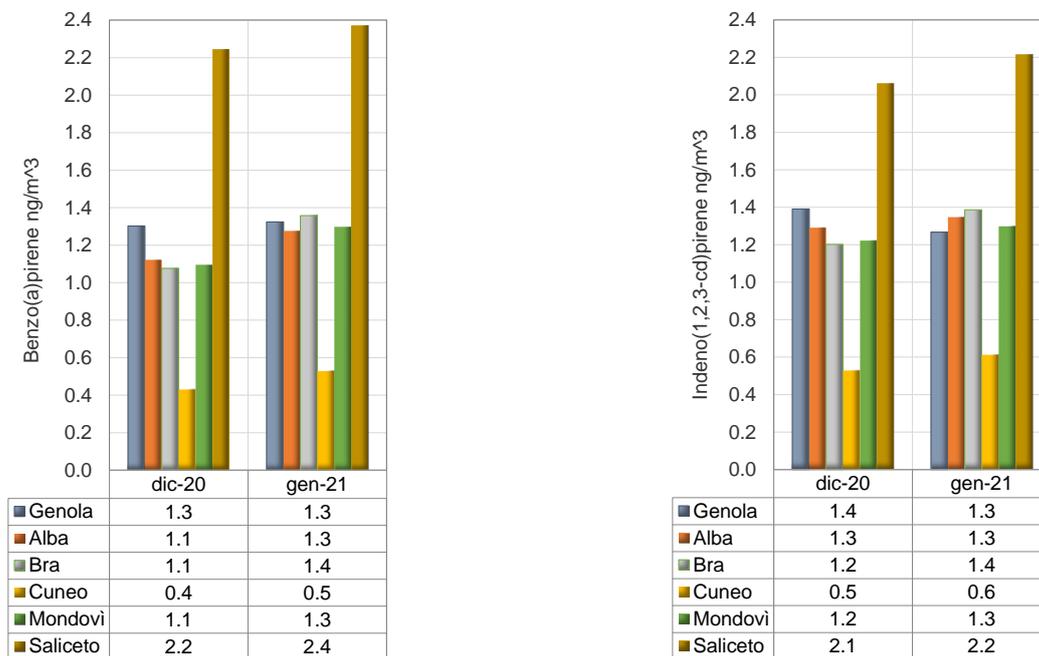


Figura 14) Benzo(a)pirene (a sinistra) e Indeno(1,2,3-cd)pirene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

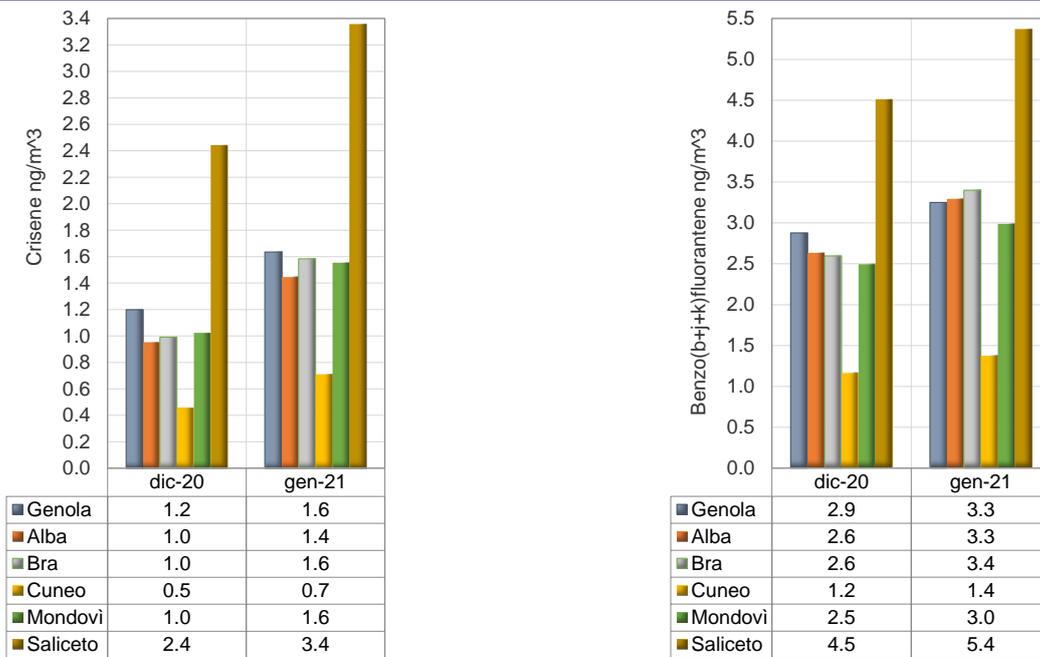


Figura 15) Crisene (a sinistra) e Benzo(b+j+k)fluorantene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

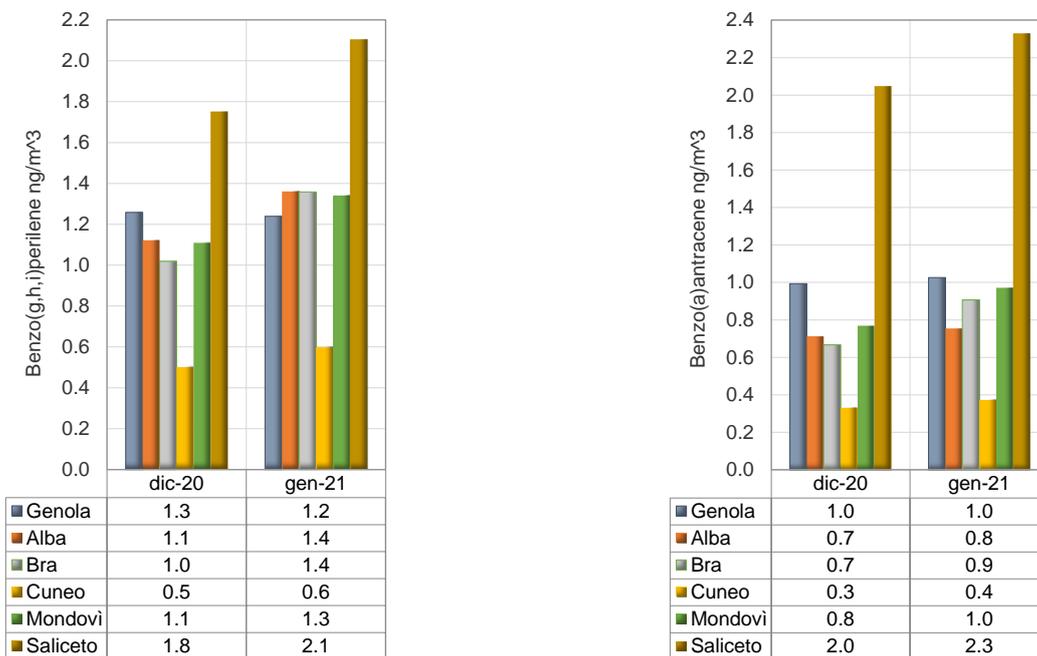


Figura 16) Benzo(g,h,i)perilene (a sinistra) e Benzo(a)antracene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

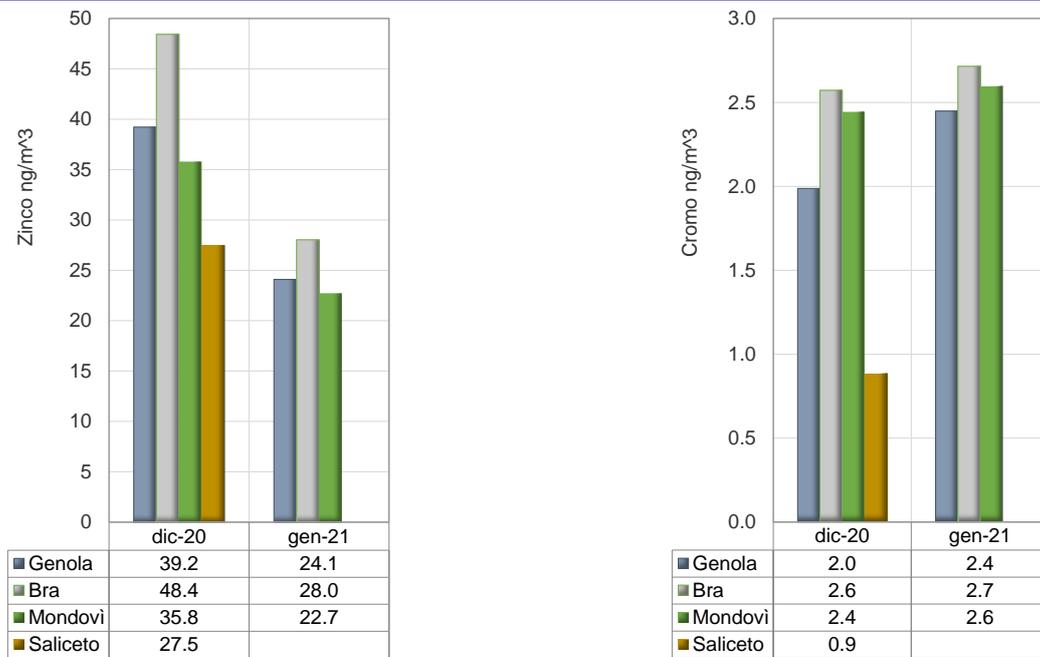


Figura 17) Zinco (a sinistra) e Cromo (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

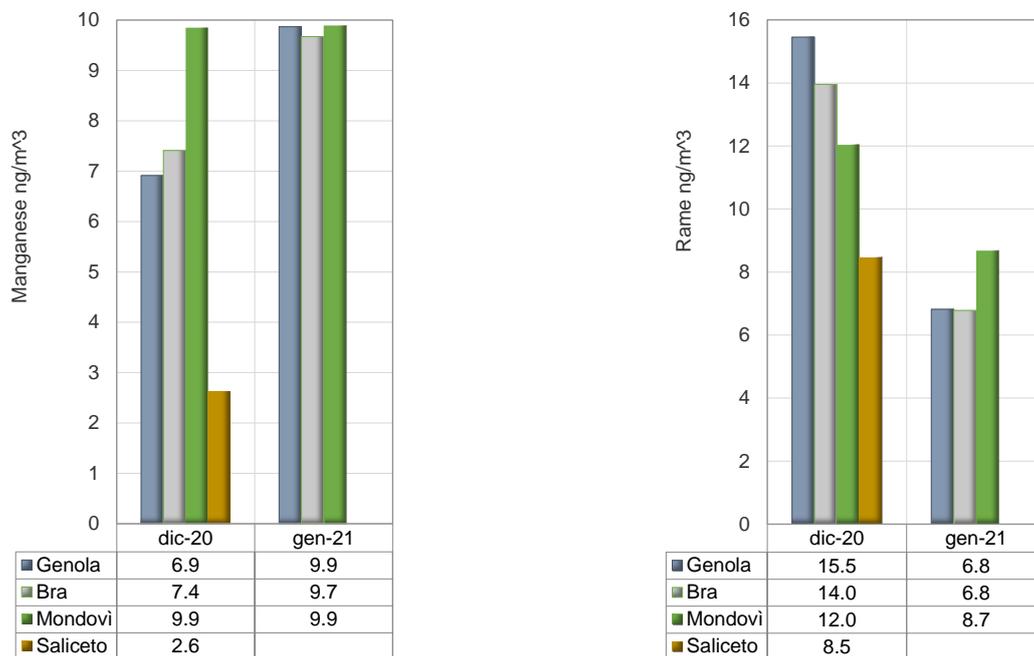


Figura 18) Manganese (a sinistra) e Rame (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

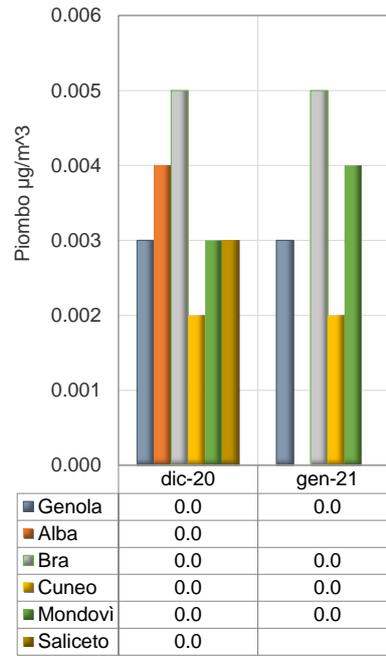


Figura 19) Piombo: Confronto delle medie mensili misurate a Genola e presso le centraline fisse.

## 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, per i due mesi di misura, delle concentrazioni di ozono registrate dal laboratorio mobile a Genola e dalla centralina fissa di Alba. Buona è la somiglianza degli andamenti dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni. Dal confronto tra i grafici dei due mesi di misura emerge il comportamento stagionale, principalmente dovuto all'aumento di radiazione solare avvenuto tra il mese di dicembre e quello di gennaio (figura 21)

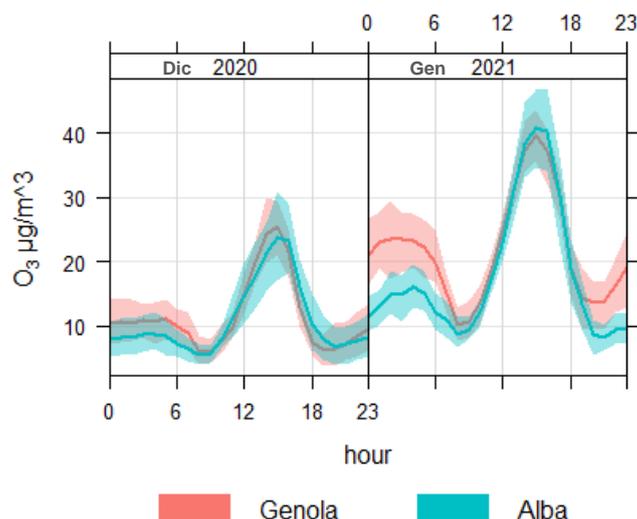


Figura 20) O<sub>3</sub>: giorno medio di Genola ed Alba nei due mesi di misura.

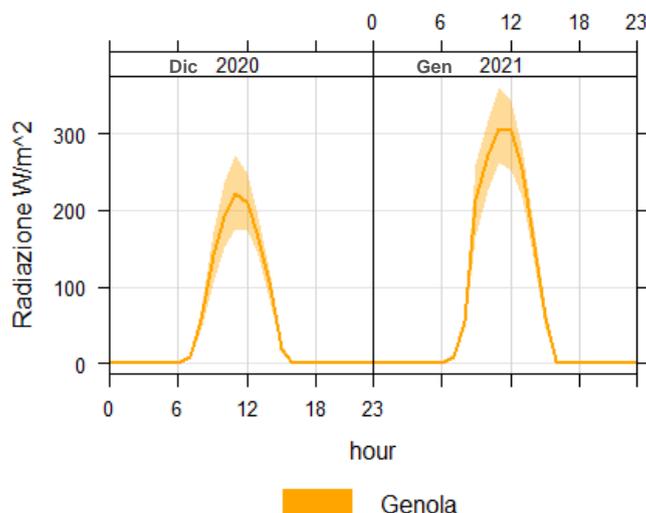


Figura 21) Radiazione solare: giorno medio di Genola nei due mesi di misura.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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.

Compatibilmente con la stagione fredda in cui si è svolto il monitoraggio, a Genola, come negli altri siti monitorati con le stazioni fisse, non sono stati riscontrati superamenti né delle soglie di allarme e di informazione né del valore obiettivo.

Nella tabella sono indicate le massime concentrazioni orarie e medie su 8 ore, registrate a Genola e presso le stazioni di fondo della provincia dove l'ozono viene misurato.

<b>O<sub>3</sub></b> <i>1° dicembre '20 ÷ 31 gennaio '21</i>	<b>Genola</b>	Alba (FU)	Cuneo (FU)	Staffarda (FR)	Saliceto (FR)
Massima media oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>61</b>	74	96	90	72
Massima media 8h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>54</b>	58	85	80	64

*Tabella 6) O<sub>3</sub>: confronto tra massime medie orarie e massime medie su 8 ore rilevate a Genola 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 22 rappresenta, per ciascun giorno di misura, le massime concentrazioni orarie misurate nel sito di Genola e nelle stazioni fisse della provincia di Cuneo. Il grafico evidenzia come nei mesi di dicembre e gennaio le concentrazioni orarie misurate in tutta la provincia siano state di molto inferiori al valore obiettivo di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il buon accordo tra gli andamenti che generalmente si riscontra si può attribuire alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della radiazione solare giornaliera misurata dal laboratorio mobile: 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.

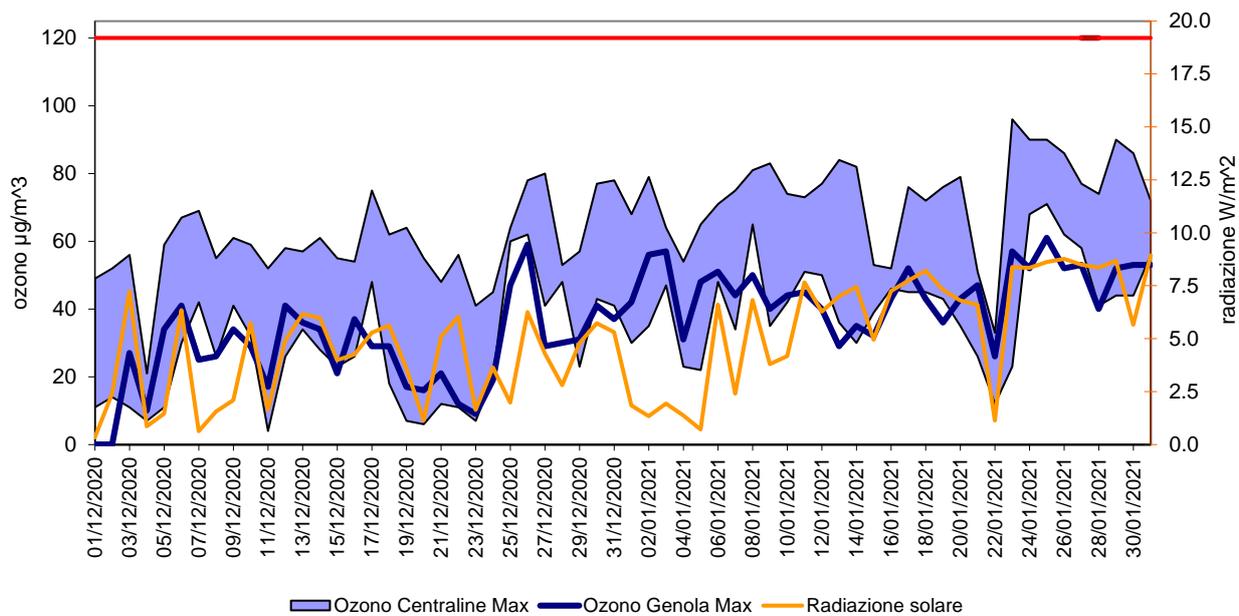


Figura 22) O<sub>3</sub>: massime medie orarie nel sito di Genola e nelle stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare giornaliera misurata dal laboratorio mobile a Genola.

## **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 era ritenuto fino agli anni '80 il principale inquinante atmosferico e che ha tra le sue sorgenti il traffico veicolare (6-7%), in particolare i motori diesel; 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.

In piazza Martiri della Liberazione a Genola il laboratorio mobile ha misurato le concentrazioni di SO<sub>2</sub> nel mese di dicembre. I valori orari hanno evidenziato una concentrazione media oraria di 9 µg/m<sup>3</sup> ed un valore massimo orario di 15 µg/m<sup>3</sup>, livelli del tutto analoghi a quelli rilevati nel medesimo periodo presso la stazione della qualità dell'aria di Cuneo (dove la misura si è conclusa a fine 2020). Si tratta pertanto di valori molto inferiori ai limiti normativi ed ormai prossimi ai limiti di rilevabilità strumentali e che per tale motivo dal 2021 non verranno più rilevati dalle stazioni della rete fissa della provincia.

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 nel tempo e le concentrazioni medie su 8 ore si sono assestate negli ultimi sei anni a valori inferiori a 2 mg/m<sup>3</sup>.

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

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche in piazza Martiri a Genola non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta nel periodo di misura è pari a 1.4 µg/m<sup>3</sup>.

## MONITORAGGIO DEL TRAFFICO STRADALE

Durante la campagna di misura del PM<sub>10</sub> condotta a Genola è stato possibile eseguire anche il monitoraggio del traffico stradale utilizzando un'apparecchiatura conta-traffico laser. Posizionata in via Roma a circa 80 m di distanza dal laboratorio mobile, essa ha rilevato i veicoli transitanti nelle due direzioni di questo tratto della S.P. 428.

L'installazione è avvenuta in contemporanea a quella del laboratorio ovvero il 30 novembre, ma fino al 28 dicembre i dati rilevati hanno presentato ingiustificate assenze di misurazioni per più ore nell'arco della giornata, sono stati pertanto considerati nelle elaborazioni e riportati nel seguito solamente i dati acquisiti dal 29 dicembre 2020 al 31 gennaio 2021. Alcune ore contenenti dati anomali (periodi senza conteggi) sono anche state riscontrate nelle giornate del 6, 22 e 29 gennaio, dunque i numeri di veicoli di tali giornate risultano sottostimati.

Il principio di funzionamento dello strumento è basato sull'emissione e la ricezione di una coppia di raggi laser (a bassa potenza - classe 1 - e, quindi, innocui per gli occupanti i veicoli) diretti perpendicolarmente all'asse stradale.

La misurazione laser gestisce un notevole numero di passaggi e presenta un'elevata autonomia, ma non è, comunque, esente da errori di rilevazione. Tali errori possono verificarsi nei seguenti casi:

- quando si verificano passaggi troppo ravvicinati (meno di 0.5 secondi l'uno dall'altro), eventualità che avviene prevalentemente quando veicoli aventi direzioni opposte si incrociano nella sezione di misurazione;
- quando l'asse della coppia di raggi laser è proiettato su superfici con basso coefficiente di rifrazione, oppure quando gli assi dei veicoli non sono perfettamente perpendicolari all'asse della carreggiata stradale.

A partire dalle informazioni acquisite dallo strumento installato a Genola i dati sono stati suddivisi in due categorie: quelli corrispondenti a veicoli di lunghezza inferiore o uguale a 6 m (per individuare i veicoli leggeri) e quelli relativi a veicoli di lunghezza superiore ai 6 m (per individuare i veicoli pesanti). Sono però stati registrati anche degli eventi, dovuti al passaggio contemporaneo di più veicoli nelle due direzioni, per i quali non è disponibile l'informazione sulla lunghezza dei mezzi. Si è reputato opportuno non scartare tali dati in quanto ammontano al 14% dei passaggi registrati in tutto il periodo, ma non è stato possibile distinguerli tra veicoli "leggeri" e "pesanti". Essi sono stati conteggiati nel numero totale dei veicoli come eventi corrispondenti al passaggio di due mezzi indicati come "Non Definiti". Di conseguenza i numeri dei veicoli individuati come "leggeri" o "pesanti" sono entrambi sottostimati.

I risultati delle elaborazioni condotte sia su base giornaliera che oraria sono illustrati nelle due figure seguenti. La figura 23 giorno per giorno riporta il numero di tutti i veicoli transitati nelle due direzioni del tratto della SP.428 del centro urbano di Genola dal 29 dicembre 2020 al 31 gennaio 2021 ed individua quanti di questi veicoli hanno sicuramente una lunghezza superiore a 6 m. Nella figura sono inoltre indicati i veicoli per i quali la lunghezza non è stata misurata (Non Definiti).

Si ricorda che nell'autunno 2020 erano stati adottati diversi provvedimenti per contenere l'emergenza coronavirus. In particolare, nel territorio piemontese, le misure erano tornate ad essere più restrittive a seguito dell'Ordinanza del Ministro della Salute del 5 novembre 2020 che aveva inserito il Piemonte tra le regioni dell'area a rischio di massima gravità. Le misure previste per la cosiddetta "zona rossa" erano state applicate dal 6 al 28 novembre 2020 e, all'inizio del monitoraggio della qualità dell'aria a Genola, il Piemonte si trovava in "zona arancione" e vi è rimasto fino al 12 dicembre 2020, per passare in "zona gialla" dal 13 dicembre. Il Decreto-Legge n. 172 del 18 dicembre 2020 ha successivamente individuato,

per tutto il territorio nazionale, specifiche limitazioni mirate ad evitare assembramenti durante le festività natalizie. Nello specifico, nei giorni 28-29-30 dicembre 2020 e 4 gennaio 2021 sono state applicate le disposizioni valide per le “zone arancioni”. Mentre nei giorni 24-25-26-27-31 dicembre 2020 e 1-2-3-5-6 gennaio 2021 sono state applicate le disposizioni valide per le “zone rosse”.

A differenza di quanto si è verificato durante il primo “lockdown” del marzo-aprile 2020, le restrizioni del secondo semestre 2020 hanno determinato riduzioni del traffico veicolare più limitate. Il valore minimo dei flussi giornalieri dei veicoli registrati a Genola nella postazione di via Roma nei giorni feriali compresi tra il 29 dicembre 2020 ed il 31 gennaio 2021, ammonta a 7433 veicoli/giorno (registrato il 5 gennaio 2021), il valore massimo è di 10165 veicoli/giorno (registrato il 15 gennaio 2021) ed il valore medio è pari a 9003 veicoli/giorno. Tale valore medio si discosta solamente del 4% dal dato disponibile dal “Censimento del traffico” realizzato dalla Provincia di Cuneo nel 2019 nella postazione “S.P. 428 – Genola”, che indica un flusso medio di 9382 veicoli/giorno.

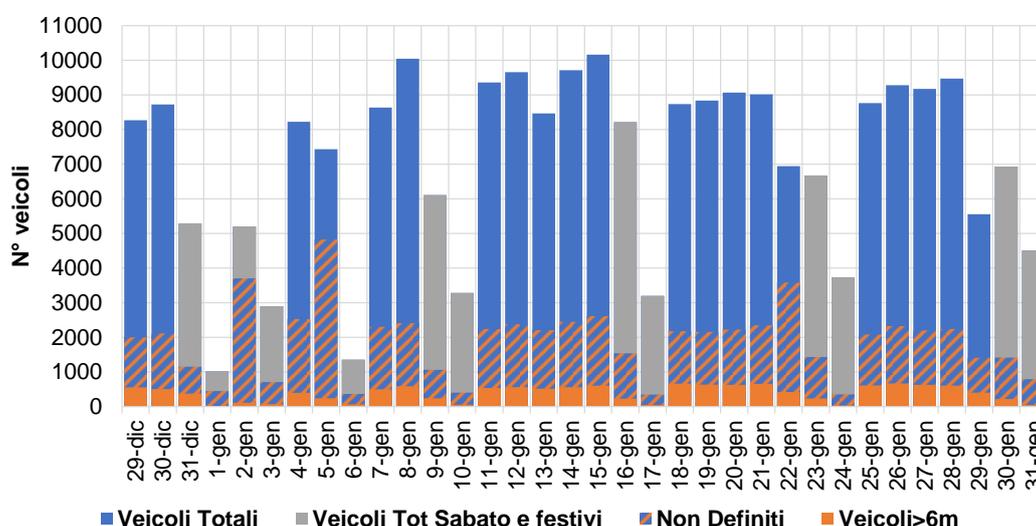


Figura 23) Traffico giornaliero dei veicoli totali, dei veicoli con lunghezza superiore a 6 m e dei veicoli con lunghezza non definita.

La figura 24 rappresenta il numero di veicoli totali e dei veicoli con lunghezza sicuramente superiore a 6 m per ogni ora del giorno medio, distinguendo tra i giorni feriali, i sabati e i festivi.

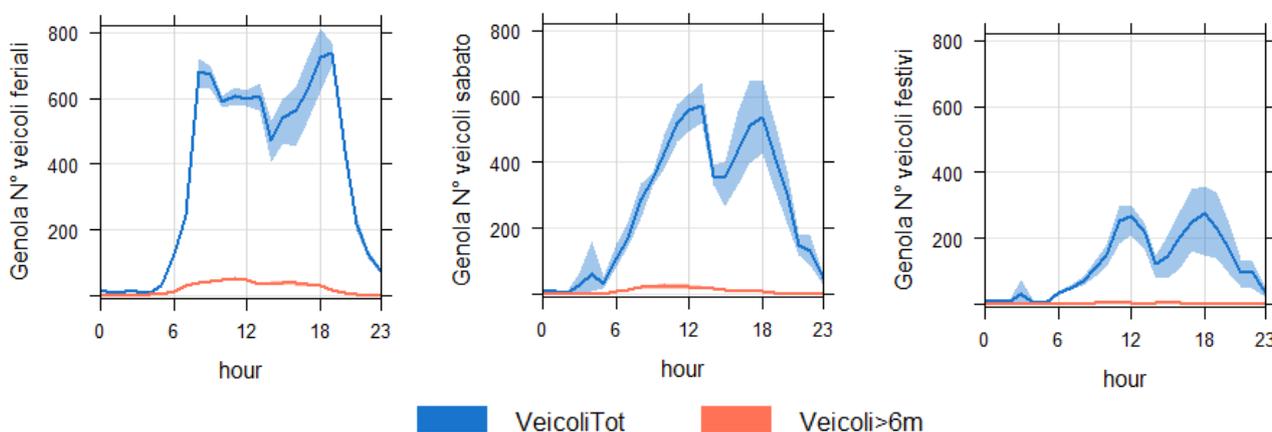


Figura 24) Traffico orario nel giorno medio dei giorni feriali, dei sabati e dei giorni festivi per i veicoli totali, e per i veicoli con lunghezza sicuramente superiore a 6 m (periodo 29 dicembre 2020 ÷ 31 gennaio 2021).

## SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito sono analizzate le peculiarità meteorologiche dei mesi di dicembre 2020 e gennaio 2021 durante i quali si è svolta la campagna di misura della qualità dell'aria a Genola.

In Piemonte dicembre 2020 ha avuto una precipitazione media di 97.2 mm, con un surplus pluviometrico di 42.9 mm (pari a +79%) rispetto alla norma degli anni 1971-2000. Tra il 1° ed il 2 dicembre 2020 fenomeni precipitativi hanno interessato buona parte della regione piemontese ed hanno avuto, per la prima volta nella stagione, carattere nevoso anche in pianura. La maggiore intensità è stata registrata nel Cuneese, con circa 15-20 cm di neve sui settori pianeggianti. Il 4 dicembre 2020 è stato il giorno con le precipitazioni più abbondanti del mese, a carattere nevoso anche in pianura, con picchi forti sull'Appennino alessandrino e sul Verbano, mentre nei due giorni seguenti si sono verificati i picchi precipitativi più elevati e la quota neve si è innalzata a quote collinari.

A causa di un promontorio anticiclonico di matrice africana il 17 dicembre 2020 è stato il giorno del mese in cui la media delle temperature massime sulle zone pianeggianti ha raggiunto il valore più elevato con 10.6°C. Considerando il territorio piemontese nella sua globalità, i giorni più caldi del mese sono stati tra il 22 ed il 24 dicembre. Il 28 dicembre diffuse precipitazioni hanno interessato il territorio piemontese, a carattere nevoso anche sulle zone pianeggianti. Il 28 dicembre è stato anche il giorno più freddo del mese sul Piemonte, con una media delle temperature minime pari a -5.7°C; invece in pianura i valori più bassi si sono verificati il giorno successivo. Nel mese di dicembre 2020 si sono avuti 3 giorni con foehn, inferiori rispetto ai 7 giorni della media climatica, si sono verificati 22 episodi di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), sostanzialmente uguali ai 21 attesi dalla climatologia recente del periodo 2004-2019.

Nel gennaio 2021 in Piemonte le precipitazioni sono state superiori alla norma degli anni 1971-2000, con 106 mm medi ed un surplus di 46.2 mm (pari al 78%); gennaio 2021 si pone all'8° posto tra i corrispondenti mesi più ricchi di precipitazione degli ultimi 64 anni.

Tra il 1° ed il 6 gennaio il Piemonte è stato interessato da una prolungata fase di maltempo con neve a bassa quota. Il 2 gennaio 2021 è stato il giorno del mese più ricco di precipitazioni, con 21.4 mm medi. Sui settori pianeggianti del basso Piemonte sono caduti 10-20 cm di neve. L'area depressionaria responsabile del maltempo ha continuato ad interessare il territorio piemontese anche nei giorni successivi ma con effetti più rilevanti sulle temperature: tra l'8 e l'11 gennaio si sono verificati i giorni più freddi del mese.

Tra il giorno 13 e la mattina del 14 gennaio 2021 il Piemonte è stato interessato da diffuse condizioni di foehn estese anche alle zone pianeggianti. Il 14 gennaio ha registrato le temperature massime più elevate del mese in Piemonte con una media di 14.1°C in pianura. Nel giorno 22 gennaio un'onda depressionaria ha causato fenomeni precipitativi con picchi sull'Appennino alessandrino; su Cuneese ed Astigiano il livello delle neviccate si è mantenuto prossimo alla pianura e sono caduti 10 cm di neve sui tratti pianeggianti e 30 cm sui settori appenninici.

Il 29 gennaio si sono verificate condizioni di foehn nelle vallate alpine, estese anche alle località pianeggianti. Il vento discendente dalla catena alpina ha causato anche un aumento delle temperature ed il 29 gennaio è stato il giorno mediamente più caldo del mese.

Complessivamente nel mese di gennaio si sono avuti 12 giorni con foehn, quando mediamente nel mese se ne registrano 9. Si sono registrati 17 giorni di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), valore leggermente inferiori rispetto ai 20 attesi dalla climatologia recente 2004-2020.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Il Clima in Piemonte. Dicembre 2020 - Gennaio 2021 - Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Genola si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 15.5°C, raggiunta il 14 gennaio, la media di 2.3 °C e la minima di -7.2 °C, registrata il 12 gennaio.

Nel grafico della figura 25 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio, insieme alla radiazione totale giornaliera misurata registrate dal laboratorio mobile.

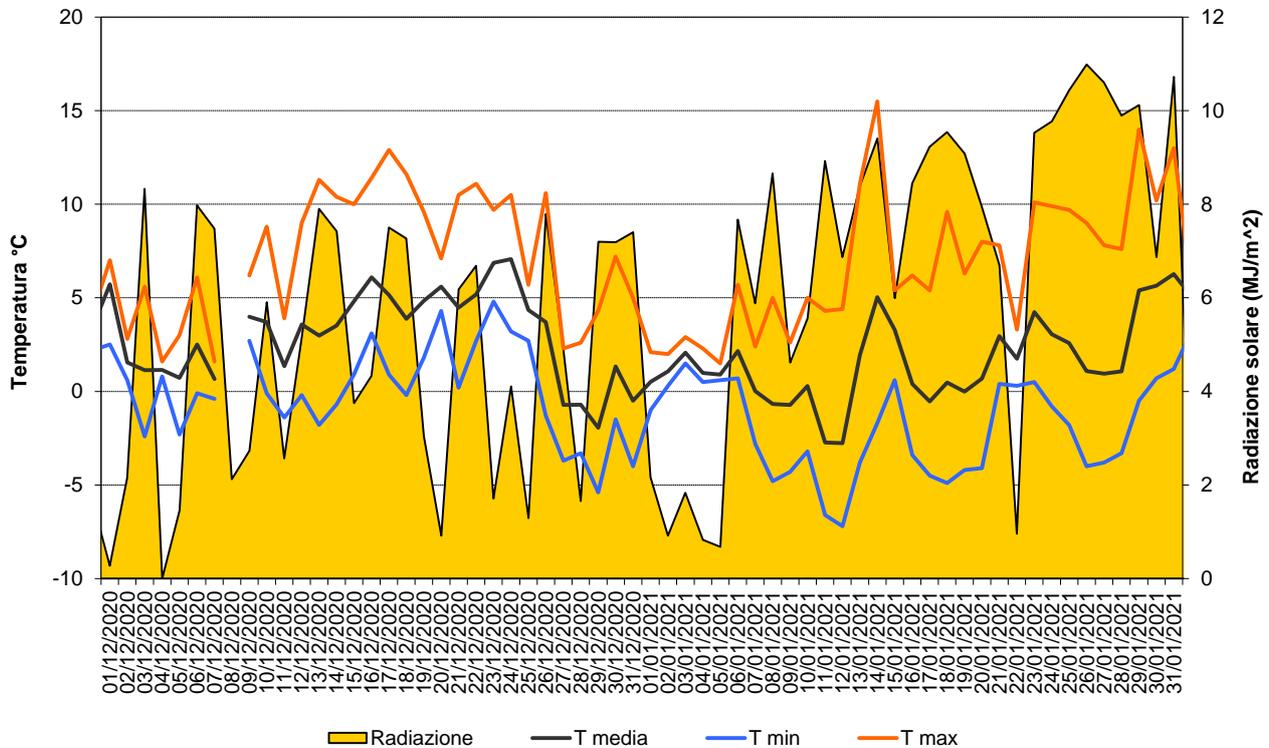


Figura 25) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere - totale giornaliero della radiazione solare globale registrate con il laboratorio mobile a Genola.

Nella figura 26 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 Levaldigi e agli episodi di foehn sul territorio regionale. I dati riportati nel grafico confermano come anche localmente il periodo del monitoraggio sia stato ricco di fenomeni precipitativi e come, nei periodi più lunghi senza precipitazioni, siano stati frequenti gli episodi di foehn.

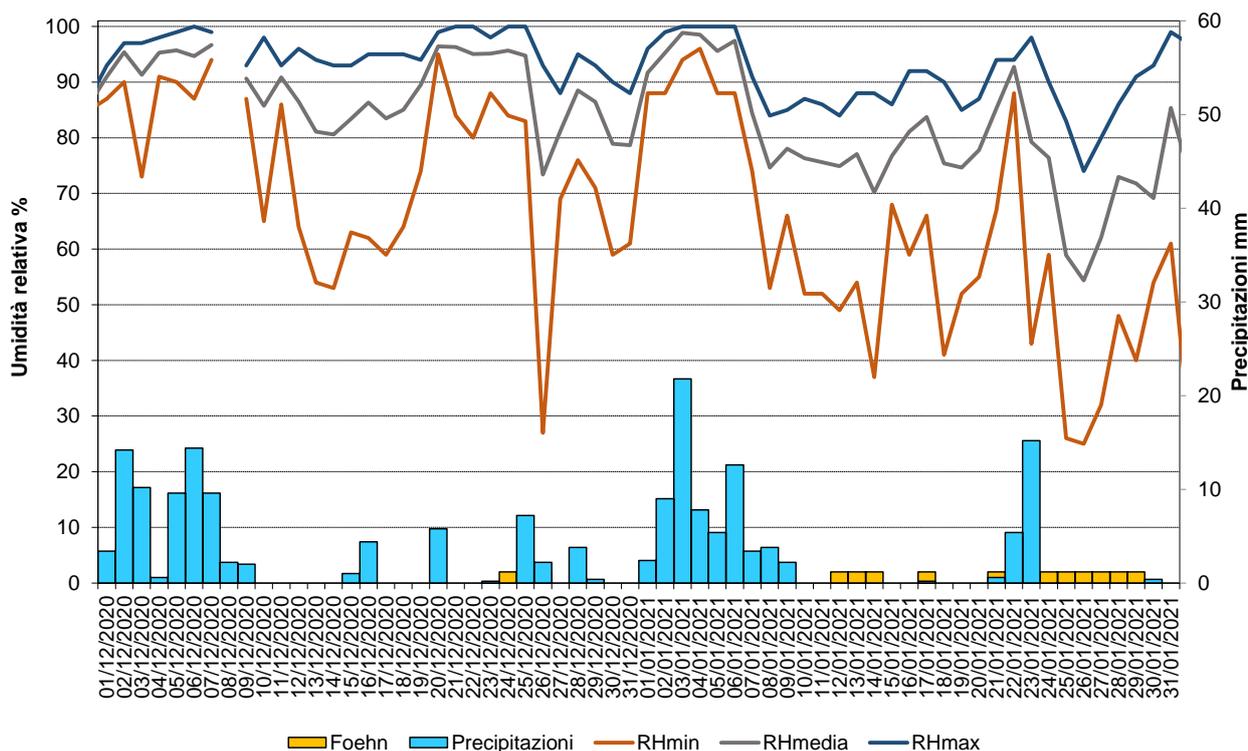


Figura 26) Umidità relativa dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Genola; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione meteo di Levaldigi.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di piazza Martiri della Liberazione a Genola sono rappresentate nella figura 27. I dati mostrano una frequenza molto elevata di venti con velocità inferiore a 0.5 m/s (calma di vento).

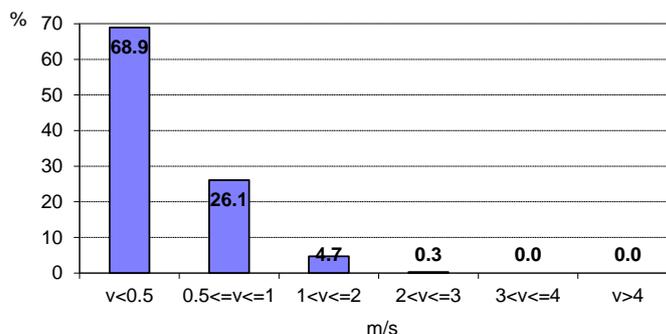


Figura 27) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento in piazza Martiri della Liberazione a Genola (periodo: 1° dicembre '20 ÷ 1° febbraio '21).

Probabilmente a ciò contribuisce l'effetto di schermatura introdotto dagli edifici, infatti le frequenze dei settori di provenienza dei venti, rappresentate nella figura seguente, sono pressoché nulle per i settori compresi tra Nord ed EstSudEst, direzioni in cui i fabbricati sono più prossimi al punto di misura.

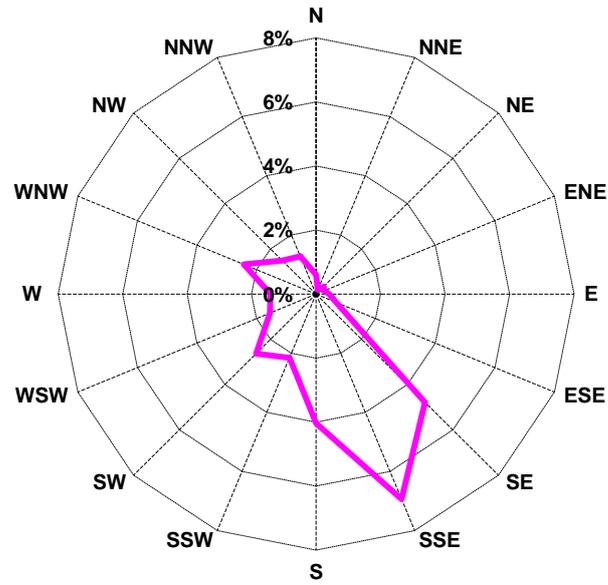


Figura 28) Rosa dei venti in piazza Martiri della Liberazione a Genola (periodo: 1° dicembre '20 ÷ 1° febbraio '21).

## CONCLUSIONI

Nel comune di Genola Dal 30 è stata eseguita una campagna di misura della qualità dell'aria nel periodo compreso tra il 30 novembre 2020 ed il 1° febbraio 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...); le misure sono state inoltre integrate dal monitoraggio del traffico veicolare con un conta-traffico laser.

Il laboratorio mobile della qualità dell'aria è stato installato nella postazione piazza Martiri della Liberazione (S.P. 428) messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

Sebbene al campionamento condotto a Genola si siano dedicati due mesi, 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 analizzare 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 Liberazione a Genola 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, in accordo con il periodo autunnale in cui si è svolto il monitoraggio, sono stati contenuti e coerenti con i dati della rete. Questa coerenza implica tuttavia che, nei periodi estivi, anche a Genola si possano verificare le criticità per l'inquinamento da ozono che l'analisi dei dati annuali della rete della qualità dell'aria evidenzia 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 Liberazione a Genola evidenziano livelli di concentrazione analoghi a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani e superiori a quelli delle stazioni di fondo rurale della provincia. La confrontabilità con le stazioni della provincia, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008, garantisce, anche per il sito di Genola, il rispetto dei limiti normativi annuali dell'NO<sub>2</sub>. I dati del monossido di azoto del sito di piazza Martiri e la confrontabilità con i dati della stazione da traffico urbana di Bra-Madonna dei Fiori, evidenziano tuttavia la diretta influenza sull'aria ambiente del traffico veicolare, confermata anche dal buon accordo tra gli andamenti degli ossidi di azoto e del numero di veicoli registrati dal conta-traffico.

Le concentrazioni di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) presenti nelle polveri campionate a Genola nei mesi di dicembre '20 e gennaio '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 Genola valori confrontabili con quanto rilevato dalle stazioni di Alba, Bra e Mondovì e questo è indice, anche per Genola, 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

<sup>5</sup> *Relazione della qualità dell'aria 2019 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*  
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili (PM<sub>10</sub>), l'analisi dei dati ottenuti a Genola 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.

Entrambi i mesi del monitoraggio a Genola sono stati infatti caratterizzati da condizioni meteorologiche dinamiche e precipitazioni superiori alla norma che hanno permesso il mantenimento a bassi livelli delle concentrazioni, tuttavia nel periodo senza precipitazioni che si è verificato nella seconda decade di gennaio le concentrazioni sono cresciute e sono stati registrati alcuni superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Complessivamente i dati di PM<sub>10</sub> del periodo di monitoraggio indicano, per il sito di Genola, una situazione di inquinamento da polveri sottili compatibile con la sua posizione geografica nella zona nord della provincia, con i livelli statisticamente equivalenti in media a quelli misurati ad Alba e Bra. Ciò estende pertanto la situazione di criticità relativa al mancato rispetto del limite giornaliero, ancora registrata presso le centraline di Alba e Bra, anche al sito di Genola.

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>6</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>7</sup>

A tale proposito si ricorda che, oltre a quelle che sono normalmente da tutti riconosciute come sorgenti di inquinanti (traffico, industrie, riscaldamento...), nella nostra provincia anche l'attività zootecnica intensiva fornisce un notevole contributo all'inquinamento, in particolare con le sue ingenti emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>).

<sup>6</sup> *Relazione della qualità dell'aria 2019 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*  
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

<sup>7</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.lifeprepare.eu/index.php/news/>

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



## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Genola, piazza Martiri della Liberazione</b>	
<b>1/12/2020 ÷ 31/01/2021</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	13
Media dei valori orari	9
Massima media oraria	15
Percentuale ore valide	49%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.1
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	1.7
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.4
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo medie 8 ore	1.5
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	3.1
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	5.0
Percentuale ore valide	88%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	49
Media dei valori orari	28
Massima media oraria	77
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	3
Massima media giornaliera	36
Media dei valori orari	17
Massima media oraria	61
Percentuale ore valide	98%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	17
Massimo medie 8 ore	54
Percentuale medie 8 ore valide	97%
<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	11
Massima media giornaliera	68
Media delle medie giornaliere:	32
Numero giorni validi	61
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>6</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.

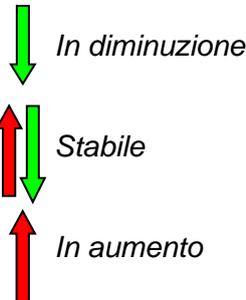
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**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 <b>è 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 rappresentano la <b>fonte più significativa</b>.</p>		
<b>Tipologia</b> primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b>. <b>La maggior parte</b> dell'NO<sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b>, ed è quindi di natura secondaria.</p>		
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO<sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.</p>		
<b>Effetti</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	

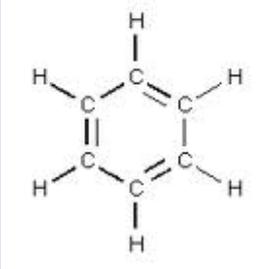
(\*\*) Per AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>·h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, 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> naturale antropica	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> primario	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> salute ambiente materiali	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> fluorescenza	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>  <i>naturale</i>  <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. 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>  <i>primario</i></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>  <i>salute</i></p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con 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>  <i>Gasromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>		
<p><b>Situazione</b>   </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>  <b>D.Lgs 155/2010</b></p>	<p><i>Periodo di mediazione temporale</i></p>	<p><b>Valore limite</b></p>	<p><i>N° superamenti ammessi</i></p>
<p><b>Benzene</b></p>	<p>Anno civile</p>	<p>5.0 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></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>	-

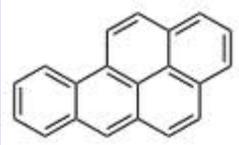
## METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

<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