

## II RESPONSABILE

Prot. 82444 /H10.02

Cuneo, 14/10/2020

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di  
DEMONTE

[demonte@cert.legalmail.it](mailto:demonte@cert.legalmail.it)

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO

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

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN1 Cuneo

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

---

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

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2019 – H10\_2019\_00455/ARPA.

### **Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi ai monitoraggi della qualità dell'aria svolti nel comune di Demonte nel 2019 e nel 2020**

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi della qualità dell'aria eseguiti nel Comune di Demonte nei periodi compresi dal 7 marzo al 2 maggio 2019 e dal 9 gennaio al 31 marzo 2020, insieme ai risultati ottenuti dallo strumento conta traffico nel periodo 9 gennaio ÷ 6 maggio 2020.

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 45, Allegato pagine 14)

#### **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: *Monitoraggi della qualità dell’aria nel comune di Demonte nel 2019 e nel 2020***

<b>Realizzazione del monitoraggio</b>	<b>Bardi Luisella Martini Sara Pascucci Luca Tosco Marco</b>	<b>Corino Flavio Ogolino Sergio Pellutiè Aurelio</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 DEGLI INQUINANTI GASSOSI MISURATI DAL LABORATORIO</b>	
<b>MOBILE.....</b>	<b>11</b>
<i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>.....</i>	<i>11</i>
<i>OZONO – O<sub>3</sub>.....</i>	<i>14</i>
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....</i>	<i>16</i>
<b>ANALISI DEL PM<sub>10</sub> CAMPIONATO A DEMONTE .....</b>	<b>17</b>
<i>MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>.....</i>	<i>17</i>
<i>METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....</i>	<i>26</i>
<b>MONITORAGGIO DEL TRAFFICO STRADALE .....</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>43</b>
<i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna .....</i>	<i>1</i>
<i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi .....</i>	<i>4</i>

## INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche dei due monitoraggi della qualità dell'aria effettuati nel comune di Demonte nei periodi compresi tra il 7 marzo e il 2 maggio 2019 e tra il 9 gennaio ed il 31 marzo 2020.

Un precedente monitoraggio della qualità dell'aria era stato realizzato nel centro cittadino di Demonte nei mesi di marzo e aprile 2010 quando il laboratorio mobile era stato installato in piazza Statuto ed un campionatore di PM<sub>10</sub> era stato posizionato su un balcone del Municipio affacciato sulla Strada Statale 21. Ne era emersa una situazione che, sebbene influenzata dal traffico veicolare, in piazza Statuto non presentava valori anomali rispetto ai valori di riferimento, rappresentati dai dati delle stazioni provinciali della rete fissa della qualità dell'aria. In via Martiri e Caduti della Libertà invece, si era evidenziata una situazione fortemente condizionata dalla struttura a "canyon stradale" (strada stretta, chiusa tra edifici disposti in modo continuo su entrambi i lati) che, in assenza di fenomeni di rimozione, favorisce l'accumulo degli inquinanti. Erano stati riscontrati infatti valori di PM<sub>10</sub> elevati rispetto alla postazione di piazza Statuto ed in taluni casi anche superiori a quelli delle stazioni della rete.

A seguito della richiesta dell'Amministrazione Comunale di aggiornare le informazioni relative alle ricadute sulla qualità dell'aria del transito del traffico pesante, sono state realizzate le due campagne di misura i cui risultati verranno presentati in questo documento.

Il primo monitoraggio è stato eseguito nel 2019 con un campionatore di polveri sottili posizionato sotto i portici di via Martiri e Caduti per la Libertà, in corrispondenza del Municipio e con il laboratorio mobile della qualità dell'aria installato nella postazione messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale in piazza Statuto. Il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo utilizzato, oltre a misurare il materiale particolato PM<sub>10</sub>, permette di analizzare gli altri 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> e benzene).

Il secondo monitoraggio è stato condotto dal gennaio 2020 con due campionatori di polveri sottili, di cui uno costantemente posizionato sotto i portici di via Martiri e Caduti per la Libertà in corrispondenza del numero civico 23 ed il secondo posizionato in piazza Statuto fino al 17 febbraio 2020 e spostato in tale data nel giardinetto di accesso al Municipio di via Martiri e Caduti per la Libertà, dove ha campionato fino al termine del monitoraggio avvenuto il 31 marzo 2020. In contemporanea al campionamento delle polveri sottili, nel 2020 è stato eseguito anche il monitoraggio in continuo del traffico veicolare con l'utilizzo di un conta-traffico laser posizionato sotto il porticato opposto alla sede Comunale. Esso ha rilevato dal 9 gennaio al 6 maggio 2020 i veicoli transitanti nelle due direzioni di questo tratto della S.S.21.

Si ricorda che le indagini svolte con laboratorio mobile e campionatori portatili, descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, producendo dati influenzati dalle condizioni meteo climatiche presenti nel periodo di osservazione. Per questo motivo la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne di durata limitata. Il ventaglio delle differenti tipologie di qualità dell'aria riscontrabili nelle varie zone 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.

Nel seguito, una mappa indica le posizioni dei punti di monitoraggio di Demonte e una tabella riporta le indicazioni sui siti e sugli strumenti di misura utilizzati. I principali risultati ottenuti per la qualità dell'aria sono presentati nei due capitoli centrali: un primo capitolo per

gli inquinanti gassosi misurati con il laboratorio mobile nella campagna del 2019; un secondo capitolo per i risultati relativi alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e al loro contenuto di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici ottenuti nelle due campagne di monitoraggio svolte a Demonte nel 2019 e nel 2020. Nell'analisi i dati misurati a Demonte sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale.

Nel documento sono inoltre presentate le principali elaborazioni condotte sui dati del traffico la cui misurazione si è estesa dal 9 gennaio al 6 maggio 2020. Nell'ultimo capitolo è descritta la situazione meteorologica dei periodi di monitoraggio, in particolare per gli aspetti che più condizionano i livelli dell'inquinamento atmosferico, ed è presente un'analisi dei principali parametri meteorologici misurati nel sito dal laboratorio mobile e/o dalle stazioni della rete meteorografica regionale più prossime.

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

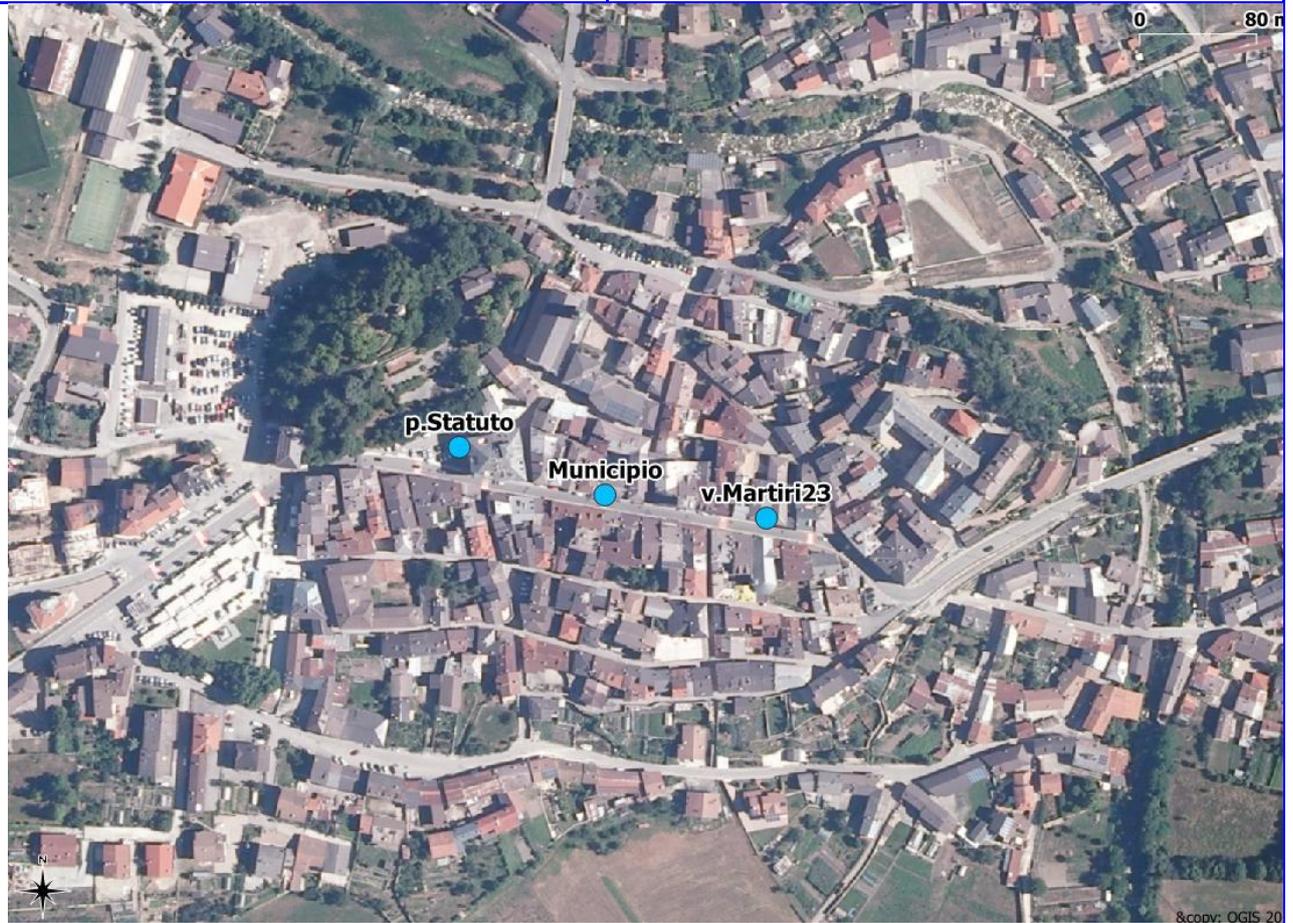
La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair<sup>1</sup>, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

---

<sup>1</sup> Carslaw, D.C. and K. Ropkins (2012). "openair – an R package for air quality data analysis". Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52-61  
Carslaw, D.C. (2015). "The openair manual – open-source tools for analysing air pollution data". Manual for version 1.1-4, King's College London

Comune

**DEMONTE**



Ortofoto - siti di monitoraggio

## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Piazza Statuto
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 364149 m; Y= 4908316 m
Periodo	Dal 7 marzo al 2 maggio 2019



### Strumentazione Laboratorio mobile:

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

## CAMPIONATORI TRASPORTABILI PM10

Localizzazione	Municipio - Via Martiri e Caduti per la Libertà, 13
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 364220 m; Y= 4908291 m
Periodo	Dal 7 marzo al 2 maggio 2019



Localizzazione	Piazza Statuto
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 364149 m; Y= 4908316 m
Periodo	Dal 9 gennaio al 17 febbraio 2020



<i>Localizzazione</i>	<i>Municipio - Via Martiri e Caduti per la Libertà, 13</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito di traffico urbano</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 364220 m; Y= 4908291 m</i>
<i>Periodo</i>	<i>Dal 17 febbraio al 31 marzo 2020</i>



<i>Localizzazione</i>	<i>Via Martiri e Caduti per la Libertà, 23</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito di traffico urbano</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 364299 m; Y= 4908278 m</i>
<i>Periodo</i>	<i>Dal 9 gennaio al 31 marzo 2020</i>



## CONTATRAFFICO LASER

Localizzazione	Via Martiri e Caduti per la Libertà, 42B
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 364235 m; Y= 4908279 m
Periodo	Dal 9 gennaio al 6 maggio 2020



# ANALISI DEI DATI DEGLI INQUINANTI GASSOSI MISURATI DAL LABORATORIO MOBILE

Il laboratorio mobile utilizzato nella campagna di monitoraggio svolta a Demonte dal 7 marzo al 2 maggio 2019, oltre al PM<sub>10</sub> che verrà presentato nel capitolo successivo, ha permesso di misurare le concentrazioni degli inquinanti gassosi per cui sono in vigore dei limiti normativi. I principali risultati sono illustrati nel seguito.

## 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 Statuto a Demonte è rappresentata nella figura sottostante insieme alle concentrazioni rilevate presso la stazione di fondo urbano di Cuneo. Nella figura successiva ne sono confrontate le medie giornaliere.

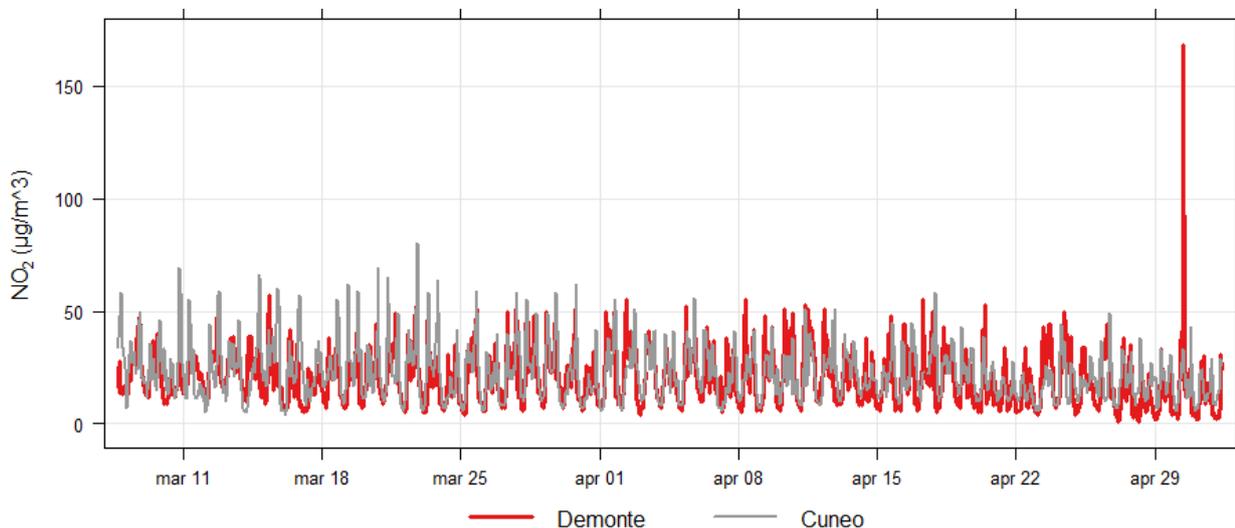


Figura 1) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Demonte e presso la stazione di Cuneo.

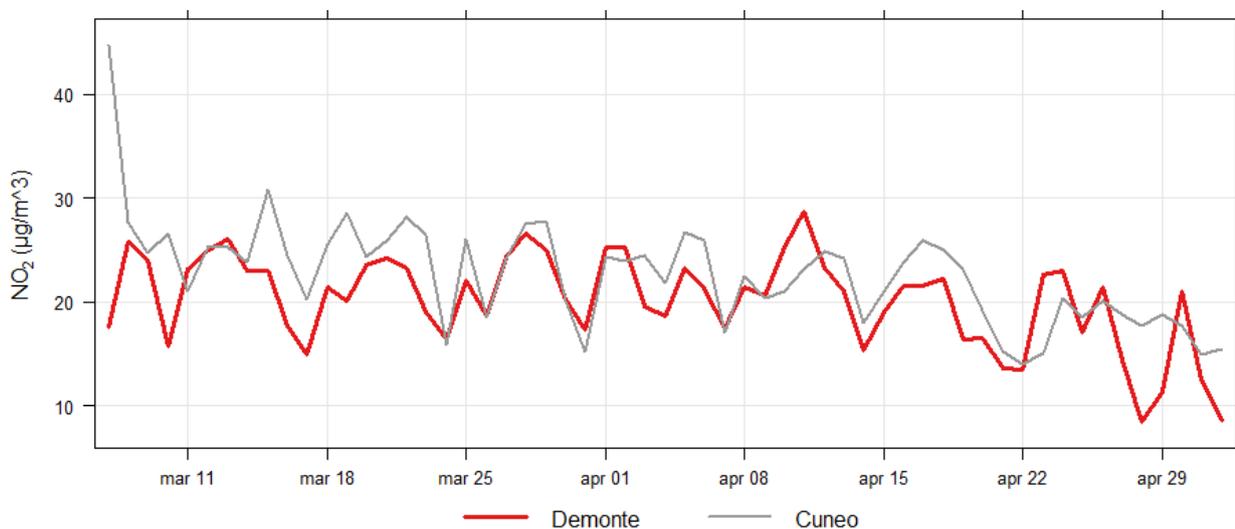


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Demonte e presso la stazione di Cuneo.

A differenza delle polveri sottili che si possono considerare ubiquitari, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto, a causa della loro breve vita media, i processi di trasporto che subiscono sono 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 medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio del 2019, 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, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008.

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

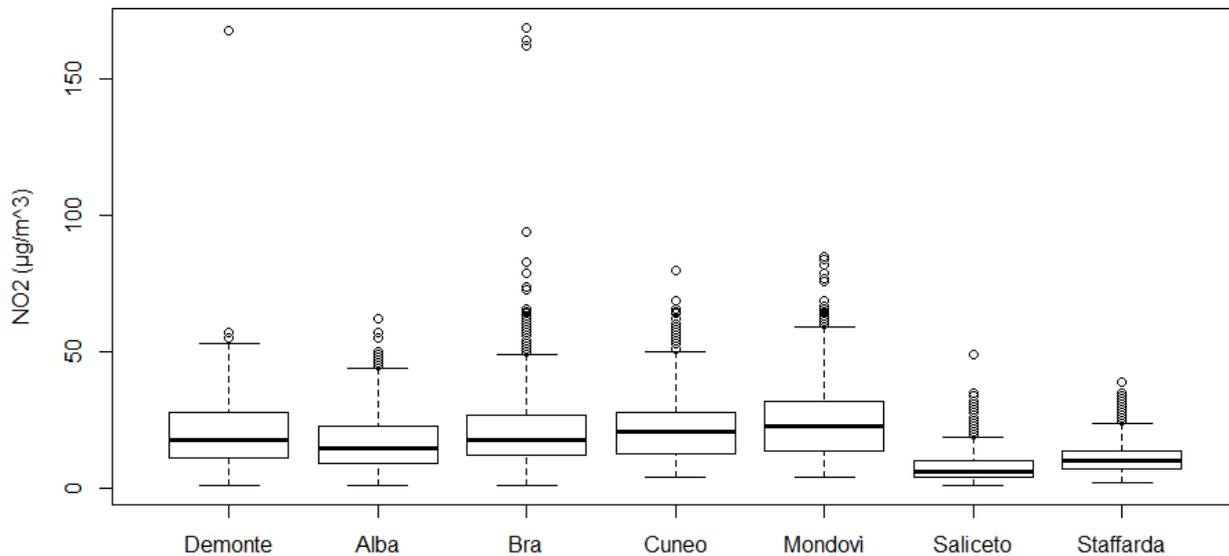


Figura 3) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Demonte e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 7 marzo ÷ 2 maggio '19)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 7 mar÷2 mag'19	Demonte	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>20.3</b>	17.1	21.8	22.4	25.0	7.8	11.0
Mediana	<b>18</b>	15	18	21	23	6	10
Massimo	<b>168</b>	62	169	80	85	49	39

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

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

Relativamente al periodo per cui sono disponibili le misure il limite normativo orario è stato rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è inferiore al limite di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile). I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, nel sito di piazza Statuto siano stati misurati livelli di concentrazioni confrontabili con quelli delle altre stazioni della rete poste in zona urbana. I test statistici eseguiti sui dati confermano una situazione che, in media, è intermedia tra quella della stazione di fondo di Alba, che per la sua posizione risente meno delle emissioni del traffico e quella delle altre stazioni urbane della provincia collocate più in prossimità di strade trafficate.

I giorni medi del biossido sono stati calcolati per il sito di Demonte separando i giorni dal lunedì al venerdì da quelli del fine settimana e mediando quindi i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Nella figura 4, essi sono confrontati con quelli delle stazioni di Cuneo e Mondovì. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Essi presentano, per i diversi siti, andamenti molto simili che dimostrano l'importanza del contributo antropico: le concentrazioni scendono a valori minimi intorno alle 3-4 del mattino, subiscono una rapida crescita nelle ore diurne, raggiungono un primo massimo intorno alle 8 del mattino ed un secondo tra le 18 e le 20, ovvero in corrispondenza delle ore di punta del traffico (i grafici sono riferiti all'ora solare). A Demonte, a differenza degli altri due siti, le concentrazioni cominciano a diminuire già a partire dalle ore 19. I valori più elevati sono quelli misurati dalla stazione di Mondovì, che risulta fortemente condizionata dal traffico della Strada Statale 28 anche a causa della sua posizione molto prossima al bordo strada.

In tutti i siti i valori si riducono nei giorni di fine settimana.

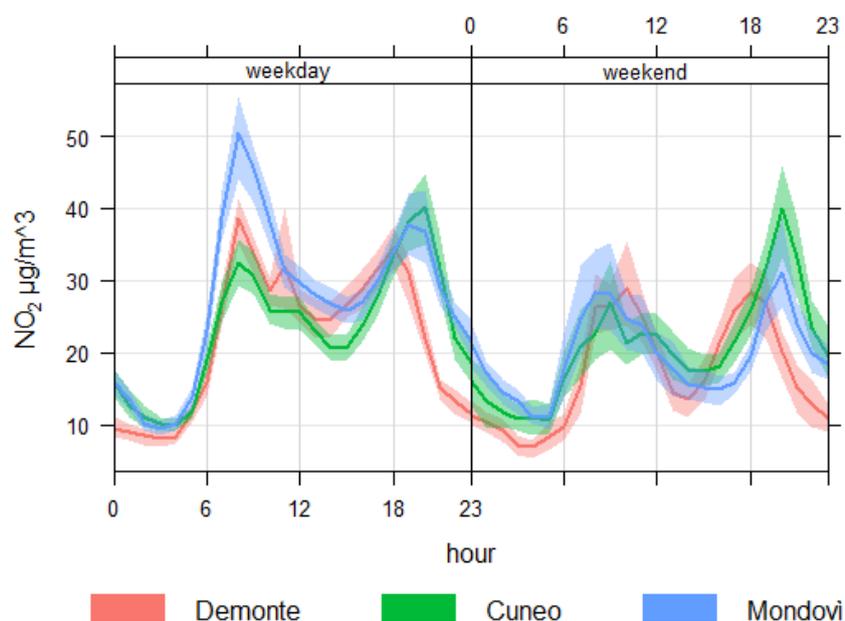


Figura 4) NO<sub>2</sub>: giorno medio per i giorni feriali (a sinistra) e i giorni di fine-settimana (a destra) della campagna di monitoraggio di Demonte e delle stazioni fisse di Cuneo e Mondovì.

## OZONO – O<sub>3</sub>

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

Il comportamento giornaliero si può appurare nella figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate a Demonte e di quelle registrate, nello stesso periodo, dalla centralina fissa di Cuneo. Buona è la somiglianza degli andamenti dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni. A Demonte i livelli di ozono inferiori a quelli di Cuneo fin verso le ore 18 dei giorni feriali, possono essere attribuiti alle concentrazioni di ossidi di azoto più elevate, che determinano un maggiore consumo di ozono. Come si può osservare sia dai giorni medi che dalle concentrazioni giornaliere riportate nel grafico delle settimane medie (figura 6), nei giorni di fine settimana è migliore la sovrapposizione tra i valori di ozono nei due siti.

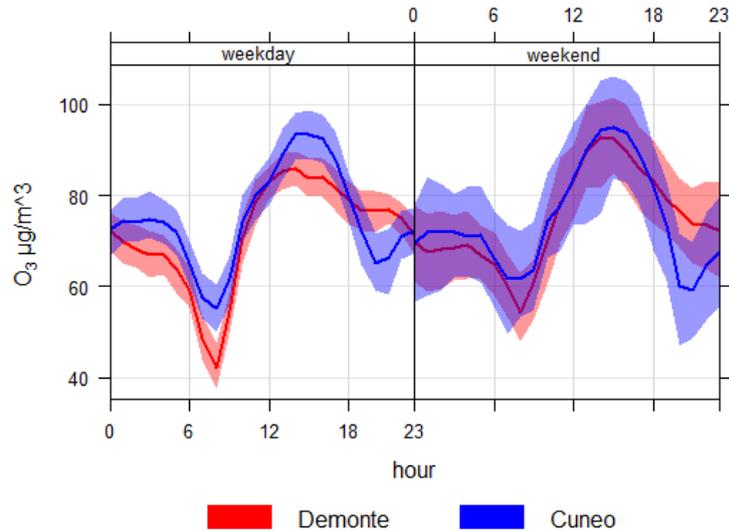


Figura 5) O<sub>3</sub>: giorno medio per i giorni feriali (a sinistra) e i giorni di fine-settimana (a destra) di Demonte e della stazione fissa di Cuneo per il periodo 7 marzo ÷ 2 maggio '19.

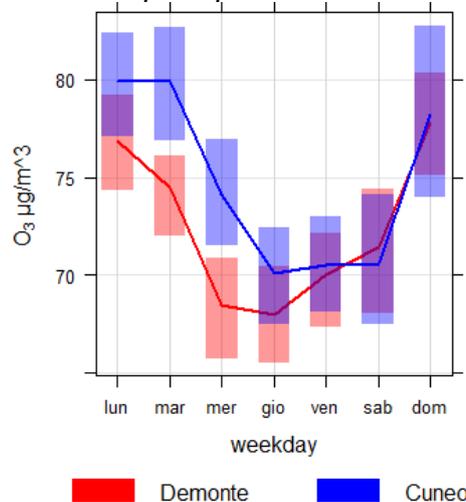


Figura 6) O<sub>3</sub>: settimana media di Demonte confrontata con quella della centralina fissa di Cuneo per il periodo 7 marzo ÷ 2 maggio '19.

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 il periodo primaverile in cui si è svolto il monitoraggio del 2019, a Demonte, come negli altri siti della provincia di Cuneo monitorati con le stazioni fisse, non si sono verificati superamenti delle soglie di allarme e di informazione. Alcuni superamenti del valore obiettivo si sono invece verificati presso alcune centraline della provincia di Cuneo, ma non nel sito di Demonte.

Il grafico di figura 7 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi giornalieri delle concentrazioni medie su 8 ore misurate nel monitoraggio a Demonte, confrontate con l'intervallo dei valori misurati dalle stazioni fisse della provincia di Cuneo e con il valore obiettivo per la salute umana (in rosso).

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

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della temperatura media giornaliera misurata dalla stazione meteorologica del laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra il suo andamento e quello dell'ozono. Solamente infatti in corrispondenza dei primi due picchi di temperatura di marzo non ci sono stati aumenti di ozono, grazie al rimescolamento dato in quei giorni dal Foehn. I successivi picchi di temperatura invece, sono sempre stati accompagnati da un aumento delle concentrazioni di ozono.

I superamenti della soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (indicata in rosso in figura) sono stati riscontrati, da alcune centraline, durante periodi di stabilità anticiclonica che hanno determinato l'innalzamento della temperatura e l'accumulo degli inquinanti.

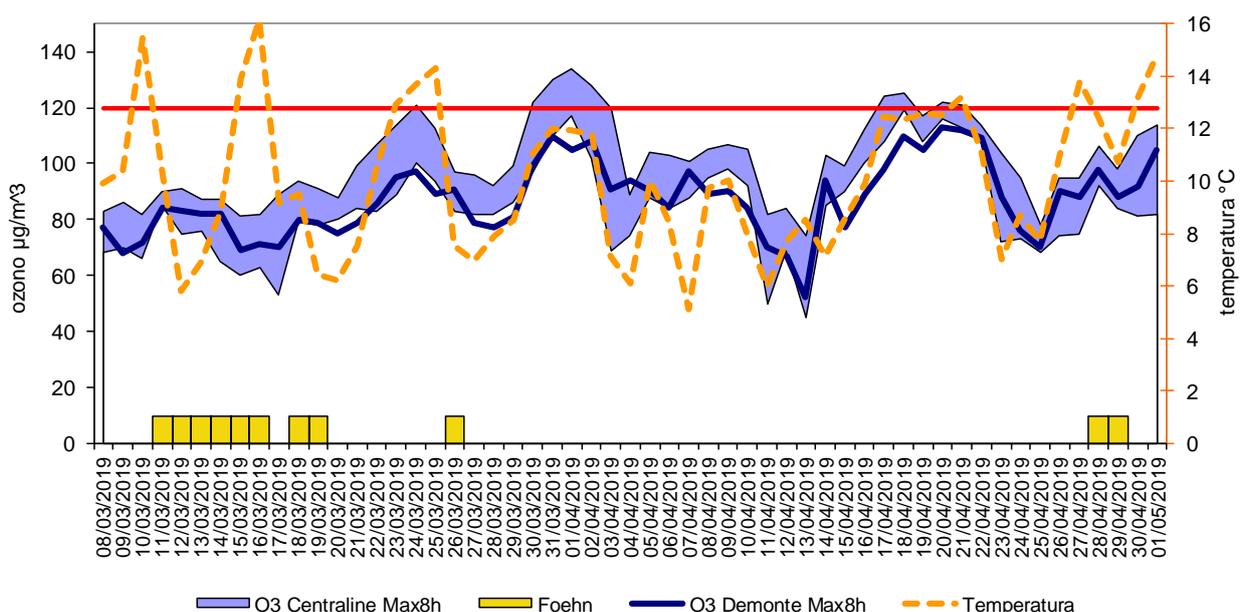


Figura 7)  $\text{O}_3$ : concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Demonte e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Temperatura media giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

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

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

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

Nonostante lo strumento del laboratorio mobile non sia stato attivo per tutto il periodo della campagna di monitoraggio, le concentrazioni orarie misurate nel sito di piazza Statuto a Demonte, hanno evidenziato livelli del tutto analoghi a quelli rilevati nel medesimo periodo presso la stazione della qualità dell'aria di Cuneo, con un valore massimo orario inferiore a 10 µg/m<sup>3</sup>. Pertanto, oltre ad essere più di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono prossime ai limiti di rilevabilità strumentali.

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

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

Nella campagna di Demonte 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 0.6 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di piazza Statuto a Demonte non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta nel periodo di misura è pari a 1.2 µg/m<sup>3</sup>.

## ANALISI DEL PM<sub>10</sub> CAMPIONATO A DEMONTE

In questo capitolo sono presentati i risultati relativi alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e al loro contenuto di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici ottenuti nelle due campagne di monitoraggio svolte a Demonte nel 2019 e nel 2020.

### 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).

Nella campagna di monitoraggio svolta nel 2019 a Demonte sono state eseguite misure contemporanee di PM<sub>10</sub> in due siti differenti utilizzando uno strumento portatile gravimetrico, posizionato in via Martiri e Caduti per la Libertà - sotto i portici prospicienti il giardino della sede comunale - ed il laboratorio mobile, installato in piazza Statuto.

Generalmente i livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, pertanto, per poter valutare la qualità dell'aria in un sito, è fondamentale confrontare i dati ivi misurati con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio. Nella figura 8 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nella campagna del 2019 con tecnica gravimetrica nei due siti di Demonte, sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni misurate nello stesso periodo dalle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo (banda grigio chiaro) e con i dati di due stazioni di Torino (Rebaudengo – stazione di traffico e Lingotto - stazione di fondo) ed una di Asti (Baussano – stazione di traffico), rappresentati nella banda color grigio scuro.

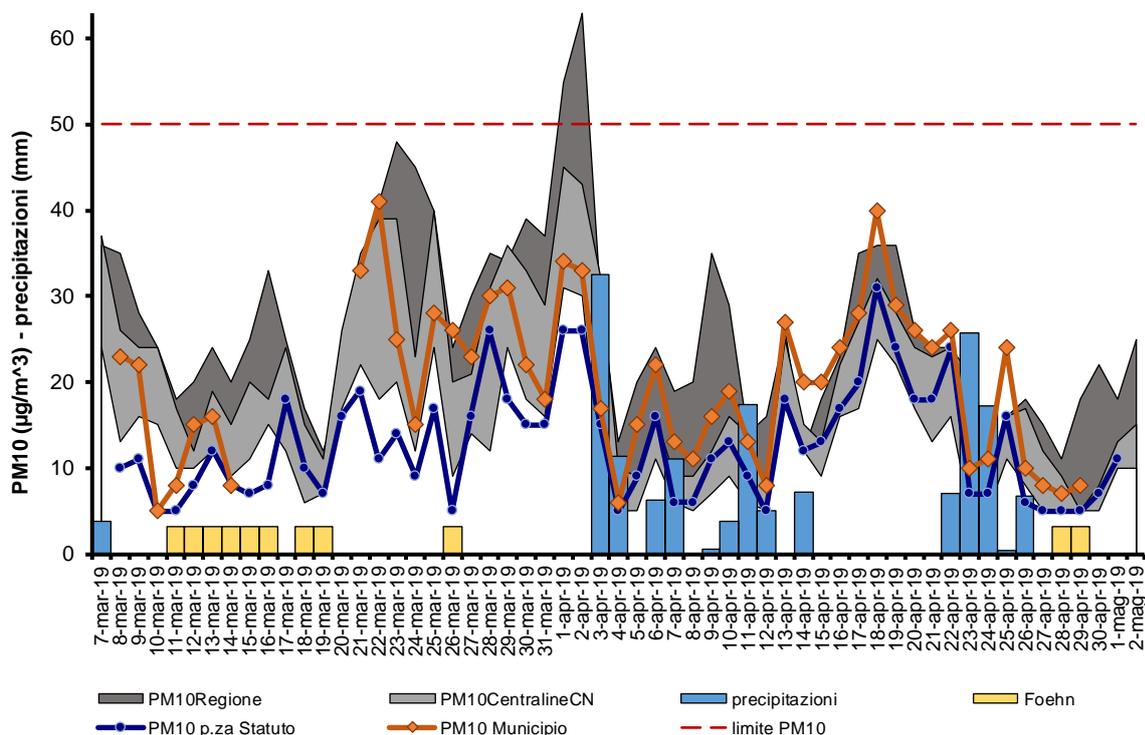


Figura 8) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nel 2019 in piazza Statuto e presso il Municipio; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) e delle stazioni di Torino Lingotto, Rebaudengo e Asti Baussano (in grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Demonte ed episodi di Foehn.

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 Demonte ed un indicatore di presenza di Foehn sul territorio regionale.

Da questo grafico si può osservare come le variazioni delle concentrazioni giornaliere registrate nei due siti di Demonte siano coerenti fra di loro e con gli andamenti dei dati del PM<sub>10</sub> della rete fissa. Tuttavia, i valori misurati nel sito di via Martiri e Caduti per la Libertà, sono quasi sempre maggiori di quelli misurati in piazza Statuto e spesso superiori ai valori misurati dalle stazioni fisse della provincia di Cuneo.

La coerenza tra gli andamenti, evidente anche a livello regionale, è legata alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile e in particolare 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 a partire dalla primavera ed andando nei mesi estivi la crescita dell'altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera, dovuta alla maggiore insolazione, 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.

I due mesi del 2019 in cui si è svolto il monitoraggio sono stati particolarmente favorevoli per la qualità dell'aria, infatti il primo mese è stato caratterizzato da frequenti episodi di Foehn e da temperature piuttosto elevate che hanno favorito il trasporto e la diluizione degli inquinanti, garantendo così il contenimento dei livelli massimi di concentrazione a valori inferiori al limite giornaliero su tutta la provincia; le frequenti precipitazioni che si sono poi verificate nel mese di aprile hanno permesso un'ulteriore rimozione delle polveri sottili dall'aria ed il raggiungimento di livelli di concentrazione ovunque molto contenuti (grafico di figura 8).

Le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> ottenute a Demonte, nei siti di piazza Statuto e del Municipio, sono rappresentate, nella figura della pagina seguente, con grafici a box e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi del 2019, da ciascuna centralina della rete fissa della provincia di Cuneo e dalle stazioni di Asti Baussano, Torino Rebaudengo e Lingotto.

Nella tabella presente sotto la figura, per ogni punto di misura, sono riportate le concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere di PM<sub>10</sub> e il numero di dati disponibili. 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.

Per poter valutare tali dati occorre considerare che, nella provincia di Cuneo, l'inquinamento da polveri sottili è caratterizzato da livelli che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura della provincia 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 di Alba e Bra che risentono maggiormente

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

dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento in tutti gli anni di misura fino al 2017 del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere indica una situazione di criticità per il PM<sub>10</sub>. La stazione di 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 test statistici condotti indicano come i dati misurati nella campagna del 2019 nel sito di piazza Statuto a Demonte siano, in media, significativamente confrontabili con quelli misurati presso la stazione di Cuneo ed inferiori a quelli registrati presso il Municipio, e come questi ultimi risultino confrontabili in media con quelli delle stazioni delle città di Alba e Bra.

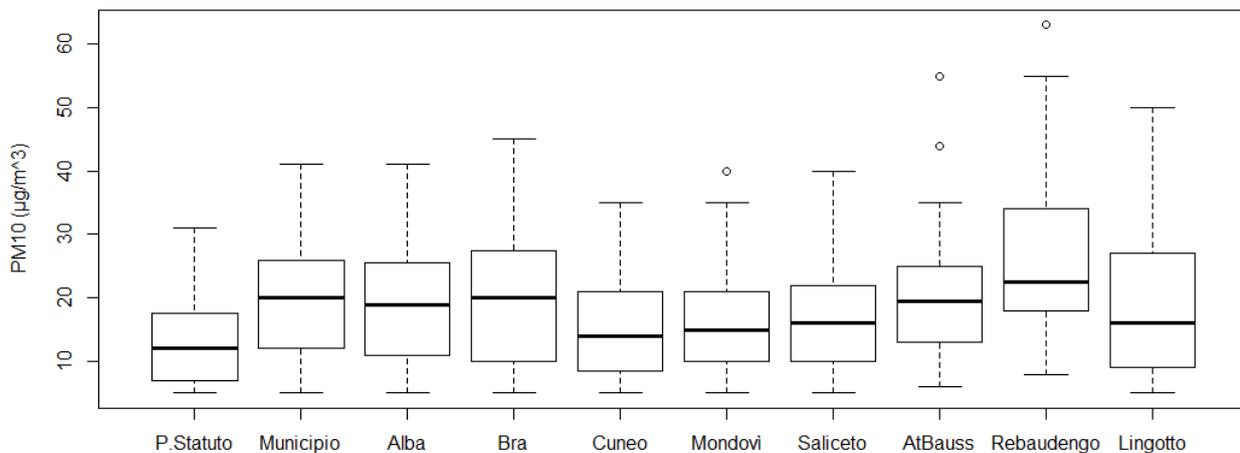


Figura 9) PM<sub>10</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Demonte, nelle stazioni della provincia di Cuneo e presso le stazioni di Asti Baussano, Torino Rebaudengo e Lingotto (periodo 8 marzo ÷ 1° maggio '19)

PM <sub>10</sub> 8 marzo ÷ 1° maggio '19	Demonte P.za Statuto	Demonte Municipio	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Media (µg/m <sup>3</sup> )	13	20	18	19	15	16	16	20	24	19
Mediana(µg/m <sup>3</sup> )	11	20	18	19	13	15	16	20	44	16
Max (µg/m <sup>3</sup> )	31	41	41	45	35	40	40	55	63	50
Num. dati	55	47	55	55	55	55	54	48	54	52

Tabella 2) PM<sub>10</sub>: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Demonte, dalle stazioni della provincia di Cuneo, di Asti Baussano, Torino Rebaudengo e Lingotto (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Il monitoraggio dei PM<sub>10</sub> è stato ripetuto a Demonte nel 2020 utilizzando due campionatori trasportabili di PM<sub>10</sub> di cui uno è stato posizionato in piazza Statuto dal 9 gennaio al 17 febbraio, quando è stato spostato presso il Municipio, dove è stato attivo fino al 31 marzo. Un secondo strumento ha campionato, per tutto il periodo dal 9 gennaio al 31 marzo, in corrispondenza del n° 23 di via Martiri e Caduti per la Libertà, a circa 80 m a valle del Municipio. Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> ottenute sono rappresentate nel grafico di figura 10 e confrontate nuovamente con i dati delle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo (banda grigio chiaro) ed i dati delle stazioni di Torino Rebaudengo e Lingotto e di Asti Baussano (rappresentati nella banda color grigio scuro).

I primi due mesi del 2020 sono stati caratterizzati in tutto il Piemonte da condizioni meteorologiche poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Come si può osservare

dalla figura, la pioggia del 17 gennaio, arrivata dopo un periodo secco di 21 giorni, è servita a far scendere i livelli di PM<sub>10</sub> ma, nei successivi 43 giorni senza precipitazioni, le stesse condizioni che hanno favorito la formazione delle nebbie in pianura hanno nuovamente determinato, in tutta la regione, anche l'accumulo degli inquinanti, che i successivi episodi di foehn sono riusciti solo temporaneamente a diluire. Le precipitazioni dei primi giorni di marzo, avvenute a Demonte con carattere nevoso, hanno abbattuto con più efficacia le polveri che si sono poi mantenute a livelli decisamente più contenuti, grazie all'incremento della capacità dispersiva dell'atmosfera che si verifica all'aumentare dell'insolazione.

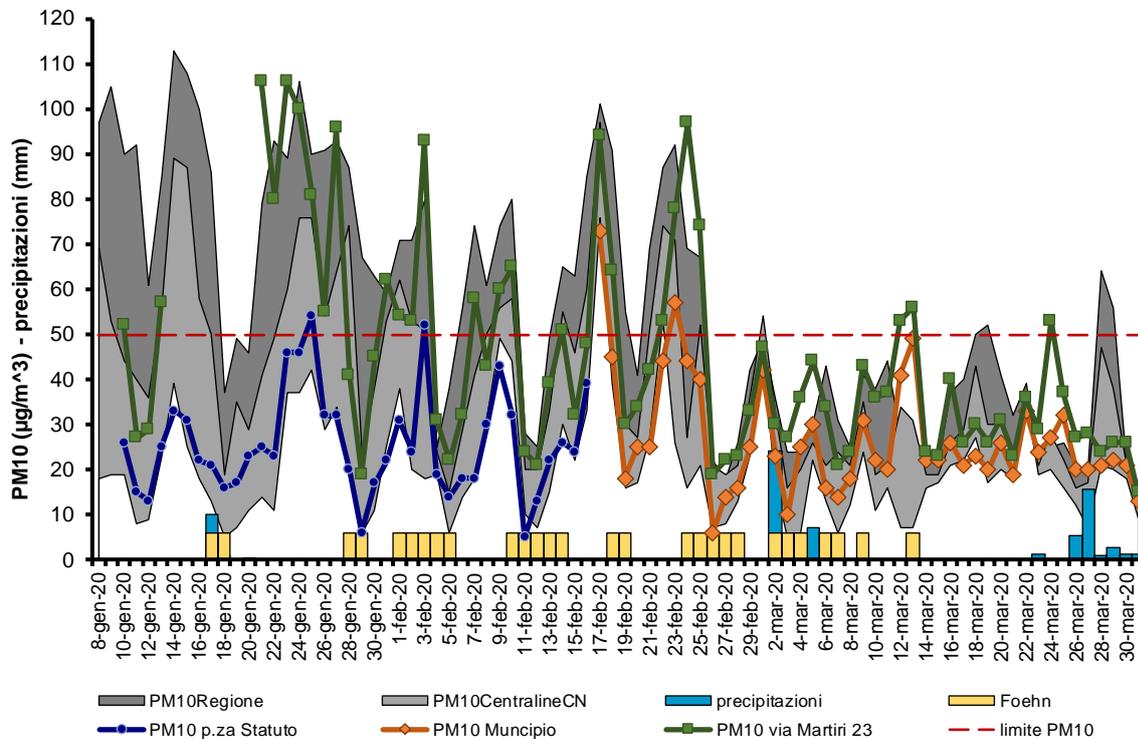


Figura 10) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nel 2020 a Demonte in via Martiri e Caduti per la Libertà 23, in piazza Statuto e presso il Municipio; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio) e dalle stazioni di Torino Lingotto, Rebaudengo e Asti Baussano (in grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Demonte ed episodi di Foehn.

In tutto il Piemonte la situazione del periodo del 2020 in cui è stato eseguito il monitoraggio a Demonte è stata quindi caratterizzata, almeno per i primi due mesi, da livelli di inquinamento da polveri sottili nettamente più elevate rispetto al periodo del monitoraggio del 2019 (si noti che il fondo scala della figura 10 è doppio rispetto a quello della 8) e, in tale periodo, si sono verificati numerosi superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Nella figura 10 si può vedere come anche nel 2020 i valori registrati a Demonte abbiano seguito bene l'andamento di quelli misurati dalle stazioni della rete, cosa che nuovamente conferma come, per questo inquinante di tipo ubiquitario, la forzante meteorologica abbia la prevalenza. Tuttavia, è possibile osservare una differenza notevole tra i livelli rilevati nelle diverse postazioni di Demonte. In particolare, i valori ottenuti in via Martiri 23 risultano elevati sia nel confronto con quelli misurati nelle altre due postazioni di Demonte sia nel confronto con le concentrazioni registrate dalle stazioni della rete della provincia di Cuneo.

Nella figura seguente, a tutte le informazioni già presenti nella figura 10, sono state aggiunte quelle relative al numero di veicoli registrati dal conta-traffico installato in via Martiri. In azzurro sono rappresentati i veicoli totali giornalieri, mentre in rosso sono individuati quelli con lunghezza superiore ai 6 m. Da tale grafico emerge come l'importante riduzione dei livelli di concentrazione dei PM<sub>10</sub> che si è verificata tra fine febbraio e inizio marzo, ascrivibile come si è detto alle condizioni meteorologiche, non possa invece essere attribuita

direttamente alla riduzione che il traffico veicolare ha subito a seguito delle restrizioni per il contenimento del coronavirus (si veda per maggiori dettagli il capitolo seguente).

Generalmente, per questa tipologia di inquinante individuare una relazione diretta causa-effetto non è possibile, in quanto le variabili ed i meccanismi di formazione, dispersione, trasporto in gioco sono tanti e complessi. Tuttavia, a differenza dei mesi precedenti, nel mese di marzo gli andamenti delle concentrazioni misurate a Demonte sembrano avere delle analogie con quelli del traffico. Ciò potrebbe essere dovuto ad un minore contributo della frazione “secondaria” del particolato, la cui formazione, a partire dagli inquinanti precursori (tra cui gli NOx), è generalmente favorita dalle basse temperature, cosa che porterebbe ad evidenziare maggiormente la componente primaria. Il PM<sub>10</sub> “primario” è infatti la frazione di polveri che viene emessa dalle sorgenti direttamente in forma di particolato e che proprio per questo motivo può determinare localmente una relazione diretta tra le concentrazioni misurate e le sue sorgenti (di cui anche il traffico, in particolare le emissioni dei Diesel e la componente “non exhaust” come usura di freni, pneumatici ed il risollevarlo, fanno parte).

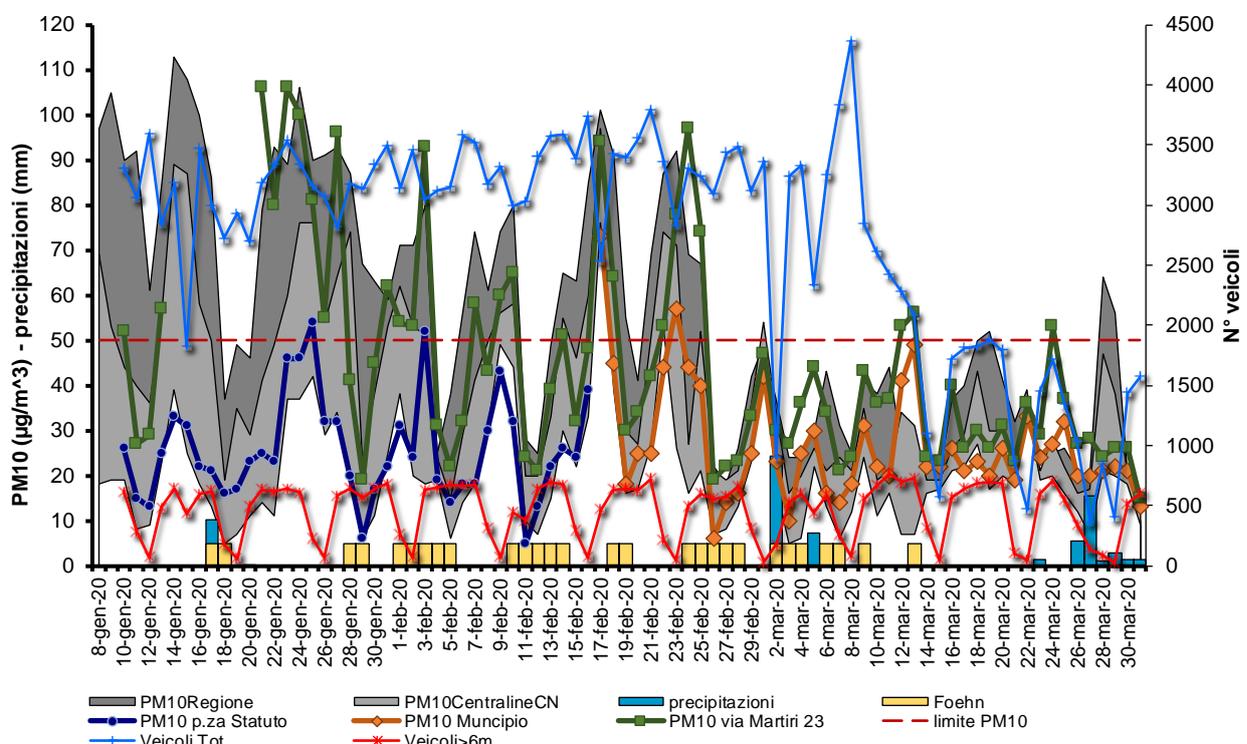


Figura 11) Grafico di figura 10 con le informazioni relative al traffico giornaliero di tutti i veicoli (in azzurro) e dei veicoli con lunghezza superiore a 6 m (in rosso).

I confronti dei box plot e degli indicatori delle figure e tabelle seguenti evidenziano le differenze rilevate nei diversi siti di Demonte. La figura 12, insieme alla tabella 3, riassume i dati misurati, in tutto il periodo dal 10 gennaio al 31 marzo, nella postazione di via Martiri 23, confrontati con i dati registrati negli stessi giorni dalle stazioni fisse. In quelle seguenti i dati sono suddivisi in due periodi: dal 10 gennaio al 16 febbraio 2020, confrontando anche le concentrazioni misurate in piazza Statuto, e nel periodo dal 18 febbraio al 31 marzo 2020, raffrontando in questo caso anche i dati misurati presso il Municipio. Nelle tabelle sono indicati altresì i numeri di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>, che la normativa stabilisce non vada superato più di 35 volte per anno civile.

I test statistici condotti sui dati misurati nell'intero periodo 10 gennaio ÷ 31 marzo 2020 indicano come i livelli registrati in via Martiri 23 siano, in media, statisticamente superiori a quanto rilevato presso le stazioni della provincia di Cuneo, inferiori a quelli di Torino Rebaudengo ed equivalenti ai livelli di Torino Lingotto ed Asti Baussano.

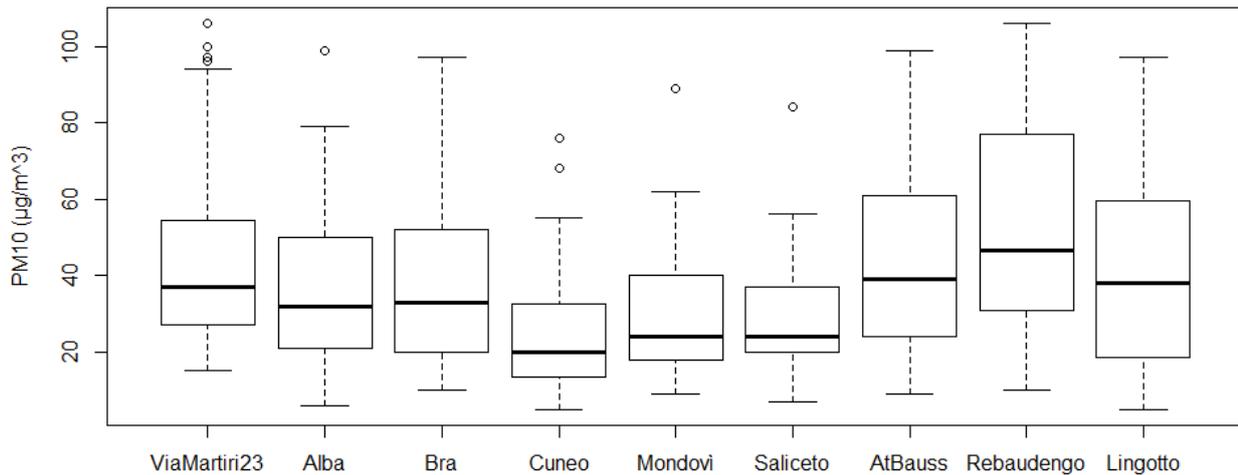


Figura 12)  $PM_{10}$ : confronto tra le distribuzioni di tutte le concentrazioni giornaliere contemporaneamente rilevate in via Martiri 23 a Demonte, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (periodo 10 gennaio ÷ 31 marzo '20)

$PM_{10}$ 10 gennaio ÷ 31 marzo '20 (solo giorni con dato di Demonte disponibile)	Demonte via Martiri e Caduti 23	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>26</b>	19	20	4	7	7	30	34	26
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>45</b>	36	37	24	29	29	44	54	42
Mediana( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>37</b>	32	33	20	24	24	39	47	38
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>106</b>	99	97	76	89	84	99	106	97
Num. dati	75	75	73	75	70	75	75	70	75

Tabella 3)  $PM_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati in via Martiri 23 a Demonte, dalle stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Analogamente a quanto ottenuto per i dati del 2019, anche i test statistici condotti sui valori misurati in piazza Statuto a Demonte nel periodo 10 gennaio ÷ 16 febbraio 2020 (figura 13 e tabella 4) confermano come in tale sito le concentrazioni siano in media significativamente confrontabili con quelle misurate presso la stazione di Cuneo ed inferiori a quelle registrate presso le altre stazioni della provincia ed in via Martiri e Caduti per la Libertà a Demonte.

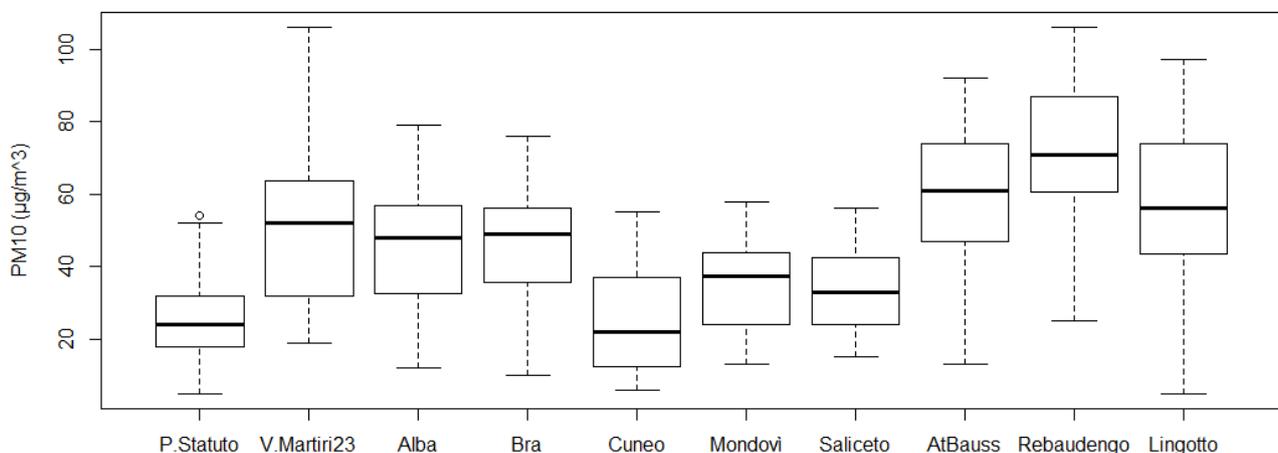


Figura 13)  $PM_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere contemporaneamente rilevate a Demonte in piazza Statuto e in via Martiri 23, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (periodo 10 gennaio ÷ 16 febbraio '20)

PM <sub>10</sub> 10 gennaio ÷ 16 febbraio '20 (solo giorni con dati di Demonte disponibili)	Demonte Piazza Statuto	Demonte via Martiri e Caduti 23	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Superamenti limite 50 µg/m <sup>3</sup>	2	17	14	14	1	5	3	22	26	19
Media (µg/m <sup>3</sup> )	26	54	45	46	25	36	34	58	70	55
Mediana(µg/m <sup>3</sup> )	24	52	48	49	22	38	33	61	71	56
Max (µg/m <sup>3</sup> )	54	106	79	76	55	58	56	92	106	97
Num. dati	31	31	31	31	31	26	31	31	26	31

Tabella 4) PM<sub>10</sub>: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Demonte in piazza Statuto e in via Martiri 23 a Demonte, dalle stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Anche per la postazione del Municipio (figura 14 e tabella 5) i test statistici condotti sui dati della campagna del 2020 confermano come le concentrazioni di PM<sub>10</sub> in tale sito di Demonte siano, in media, significativamente superiori a quelle misurate presso la stazione di Cuneo ma confrontabili con quelle delle città di Alba e Bra.

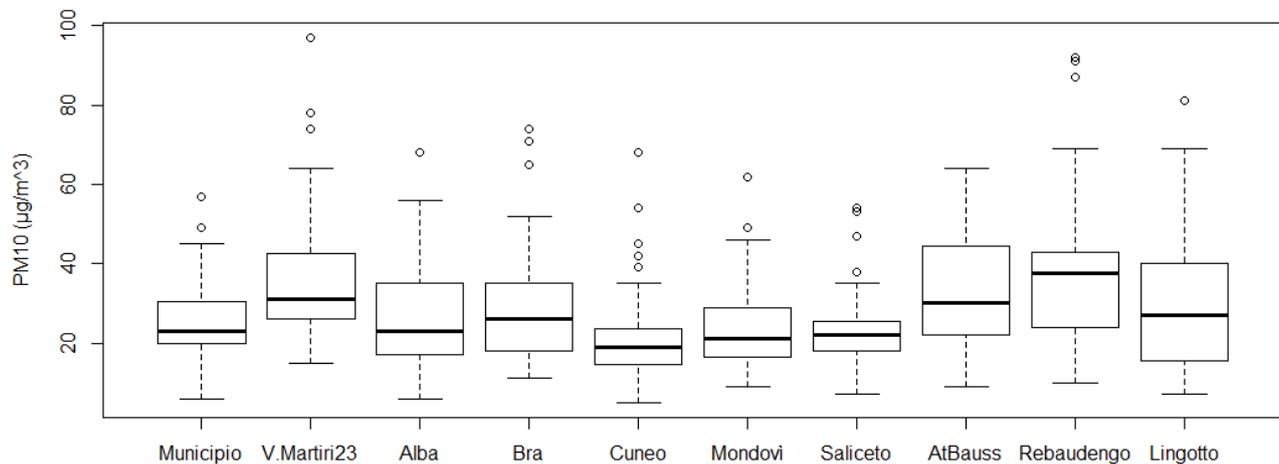


Figura 14) PM<sub>10</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere contemporaneamente rilevate a Demonte presso il Municipio e in via Martiri 23, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (periodo 18 febbraio ÷ 31 marzo '20)

PM <sub>10</sub> 18 febbraio ÷ 31 marzo '20 (solo giorni con dati di Demonte disponibili)	Demonte Municipio	Demonte via Martiri e Caduti 23	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Superamenti limite 50 µg/m <sup>3</sup>	1	8	4	5	2	1	3	7	7	6
Media (µg/m <sup>3</sup> )	26	37	28	29	22	24	24	33	39	31
Mediana(µg/m <sup>3</sup> )	23	31	23	26	19	21	22	30	38	27
Max (µg/m <sup>3</sup> )	57	97	68	74	68	62	54	64	92	81
Num. dati	43	43	43	41	43	43	43	43	38	43

Tabella 5) PM<sub>10</sub>: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Demonte presso il Municipio e in via Martiri 23 a Demonte, dalle stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni delle città di Asti e Torino (tra parentesi è

Si può pertanto concludere come le concentrazioni misurate in piazza Statuto e nelle due postazioni di via Martiri e Caduti per la Libertà evidenzino livelli molto differenti di inquinamento da PM<sub>10</sub>. Tale differenza è sicuramente dovuta alla configurazione del concentrico di Demonte che, nel tratto di via Martiri e Caduti per la Libertà compreso tra piazza Statuto e piazza Mazzini, riduce la SS21 a quello che viene definito "canyon stradale", ovvero una strada stretta, chiusa tra edifici disposti su entrambi i lati in modo continuo. Questa configurazione generalmente porta, in assenza di fenomeni di rimozione,

all'accumulo degli inquinanti che qui assumono valori decisamente più elevati che al di fuori. Occorre inoltre considerare che in via Martiri 23 le misure sono state condotte al di sotto dei portici che, in tale tratto del centro storico, delimitano la SS21; in tal modo è stata campionata l'aria che respira chi si trova in tale tratto di porticato, tuttavia i valori lì riscontrati non si possono considerare rappresentativi delle concentrazioni presenti nelle altre zone dell'abitato di Demonte.

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, che il limite sulle medie giornaliere non debba essere superato più di 35 volte per anno civile e fissa inoltre un limite relativo alla media annuale pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media e del numero di superamenti con i limiti annuali non è corretto. È però possibile stimare l'entità dei valori annuali per i siti di Demonte facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Al fine di migliorare la stima, ai dati delle cinque stazioni fisse di misura della provincia di Cuneo, sono stati aggiunti quelli delle stazioni di Asti Baussano, Torino Lingotto e Rebaudengo. Per ciascuna stazione di misura del  $\text{PM}_{10}$  le concentrazioni medie relative ai periodi delle campagne di misura a Demonte sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo (2019) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le otto coppie di dati ottenute. I coefficienti R di Pearson ottenuti indicano correlazioni statisticamente significative.

A partire dalle regressioni lineari trovate sono state quindi stimate le seguenti concentrazioni medie annuali, riferite al 2019, per i tre siti di misura di Demonte ed i rispettivi errori standard:

Sito **Piazza Statuto**: media  $\text{PM}_{10}$  (2019) =  $18 \pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sito **Municipio**: media  $\text{PM}_{10}$  (2019) =  $24 \pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sito **via Martiri 23**: media  $\text{PM}_{10}$  (2019) =  $29 \pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tutti i valori medi stimati rispettano la soglia normativa annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ma la concentrazione del sito del Municipio risulta essere tra i più elevati a livello provinciale (tabella 6) e quello di via Martiri e Caduti per la Libertà 23 supera tutti i siti di misura della provincia di Cuneo.

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Media anno 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	26	24	22	22	30	34	27

Tabella 6)  $\text{PM}_{10}$ : concentrazioni medie dell'anno 2019 per le stazioni della provincia di Cuneo, Asti Baussano, Torino Rebaudengo e Lingotto.

Facendo riferimento al numero complessivo di superamenti registrati dalle stazioni della rete nell'ultimo anno civile, sono stati stimati anche i superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  riferiti all'intero anno 2019 per i siti di piazza Statuto e di via Martiri 23 (non è stato possibile stimare i superamenti per il sito del Municipio, in quanto, nei periodi in cui le misure sono state condotte in tale sito, le concentrazioni sono state più contenute e i superamenti non significativi). I valori ottenuti a partire dalle regressioni lineari (correlazioni statisticamente significative) sono pari a:

Sito **Piazza Statuto**: numero superamenti (2019) =  $2 \pm 5$

Sito **via Martiri 23**: numero superamenti (2019) =  $40 \pm 9$

Il valore ottenuto per piazza Statuto è del tutto analogo a quello misurato presso la stazione di Cuneo, mentre quello di via Martiri 23 è superiore al numero massimo consentito dalla

normativa (35 per anno civile), e decisamente più elevato di quanto registrato nel 2019 presso le stazioni della provincia (tabella 7).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Torino Rebaudengo (TU)	Torino Lingotto (FU)
Numero superamenti anno 2019	3	24	20	10	11	58	71	48

*Tabella 7) PM<sub>10</sub>: superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> dell'anno 2019 nelle stazioni della provincia di Cuneo, Asti Baussano, Torino Rebaudengo e Lingotto.*

## **METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

Sia nella campagna di monitoraggio del 2019 che in quella del 2020, dopo la misura gravimetrica delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> si è proceduto alla determinazione in laboratorio delle concentrazioni di metalli ed Idrocarburi Policiclici Aromatici (nel seguito IPA) presenti sui campioni di polveri acquisiti nei diversi siti di Demonte.

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 e 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 Demonte, aggregando, analogamente alle stazioni fisse della rete, i filtri giornalieri di ciascun mese e ottenendo le concentrazioni medie di ogni sostanza per i seguenti mesi e siti:

- marzo '19 (con i filtri dal giorno 8 al 31): siti di piazza Statuto e Municipio;
- aprile '19: siti di piazza Statuto e Municipio;
- gennaio '20: siti di Via Martiri 23 e piazza Statuto;
- febbraio '20: siti di via Martiri 23 e piazza Statuto+Municipio (campione composto con i filtri campionati fino al 16 febbraio in piazza Statuto e con i filtri campionati dal 18 febbraio presso il Municipio);
- marzo '20: siti via Martiri 23 e del Municipio;

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 8 per gli IPA e nella tabella 9 per i metalli. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate nelle tabelle 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 e Vanadio tutti i campioni hanno avuto concentrazioni non quantificabili.

La somma delle concentrazioni di tutte le molecole di IPA (IPA totali) determinate nei diversi campioni mensili di Demonte sono confrontate con quelle rilevate presso le stazioni fisse della provincia nei due grafici della figura 15 (a sinistra la campagna del 2019, a destra quella del 2020), mentre il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> è rappresentato in figura 16. Per ciascuno degli IPA determinati e per i metalli presenti in quantità rilevabili nella maggior parte dei mesi (Piombo, Antimonio, Cromo, Manganese, Rame e Zinco) le concentrazioni nei diversi siti di Demonte sono rappresentate nelle figure 17÷28 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).

Le concentrazioni di IPA misurate durante il periodo del primo monitoraggio a Demonte del 2019, compatibilmente con il periodo primaverile in cui si è svolto, non hanno assunto valori elevati in nessun punto di misura della provincia. Pur mantenendosi a valori molto bassi, i dati di Demonte nel mese di aprile sono stati maggiori di quelli misurati dalle stazioni fisse, superando anche il valore registrato a Saliceto. Questa è l'unica stazione della provincia in cui in passato è stato registrato il superamento del valore obiettivo per il Benzo(a)pirene.

Dal confronto dei due grafici di figura 15 risulta evidente come le concentrazioni di IPA determinate sui filtri campionati nel monitoraggio del 2020 abbiano raggiunto in tutta la provincia valori nettamente maggiori a quelli del marzo e aprile 2019. I livelli più elevati sono stati misurati nei due mesi invernali, ed in particolare, nel gennaio 2020, quando le condizioni meteorologiche hanno favorito l'accumulo degli inquinanti e i PM<sub>10</sub> hanno evidenziato i valori medi più elevati. Dall'analisi dei grafici che rappresentano il contenuto percentuale di IPA (figura 16) emerge come nel mese di gennaio '20 le polveri siano state anche "più ricche" di IPA.

Per quanto riguarda i siti di Demonte, anche nei mesi monitorati del 2020, le concentrazioni dei diversi IPA hanno raggiunto valori tra i più elevati a livello provinciale. Tale situazione può essere dovuta alla contemporanea presenza a Demonte di contributi importanti provenienti da due tipologie di sorgenti: traffico veicolare e impianti di riscaldamento a biomassa legnosa. Le concentrazioni maggiori di IPA a livello piemontese sono infatti rilevate proprio nelle stazioni esposte a livelli di traffico molto intenso ed in quelle poste in località in cui è molto diffuso l'utilizzo della biomassa nel riscaldamento domestico.

Tra i dati dei metalli per i quali la normativa stabilisce dei valori di riferimento per la protezione della salute, solamente il Piombo è stato rilevato in quantità misurabile nei periodi delle due campagne di misura, ma nessuno dei valori riscontrati a Demonte presenta anomalie nel confronto con i dati delle stazioni della provincia. Per quanto riguarda gli altri metalli determinati sui filtri campionati a Demonte, le concentrazioni in via Martiri sono per lo più maggiori di quelle di piazza Statuto, ma confrontabili con quelle delle stazioni da traffico di Bra e Mondovì. Fanno eccezione le concentrazioni di Antimonio rilevate in via Martiri 23 ed in due campioni del Municipio che, sebbene si tratti di valori non critici, tra i siti di misura della provincia sono gli unici, di tali periodi, superiori al limite di rilevabilità. La letteratura del settore considera come principale fonte di emissione di Antimonio, Cromo e Rame l'usura dei freni, mentre per lo Zinco, l'usura dei 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>mar-19</b>								
<b>p. Statuto</b>	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.7	2.4	0.02
<b>Municipio</b>	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	1.6	0.01
<b>apr-19</b>								
<b>p. Statuto</b>	0.2	0.5	0.3	0.6	0.4	0.9	2.9	0.02
<b>Municipio</b>	0.2	0.5	0.3	0.5	0.5	0.9	2.9	0.02
<b>gen-20</b>								
<b>p. Statuto</b>	1.9	1.7	2.6	1.8	1.5	4.5	14.0	0.06
<b>v.Martiri23</b>	2.5	1.9	3.1	1.9	2.6	4.8	16.8	0.03
<b>feb-20</b>								
<b>p. Statuto- Municipio</b>	1.0	1.1	1.3	1.1	1.0	2.5	8.0	0.03
<b>v.Martiri23</b>	1.1	1.0	1.6	1.0	1.2	2.8	8.6	0.02
<b>mar-20</b>								
<b>Municipio</b>	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	1.4	4.5	0.02
<b>v.Martiri23</b>	0.6	0.7	0.9	0.7	1.0	1.6	5.5	0.02
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>1.0</b>							

Tabella 8) IPA: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Demonte.

	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>mar-19</b>										
<b>p. Statuto</b>	0.7	0.1	0.7	0.004	0.7	1.6	5.7	3.0	0.7	6.0
<b>Municipio</b>	0.7	0.1	0.7	0.003	0.7	2.7	9.0	6.3	0.7	6.0
<b>apr-19</b>										
<b>p. Statuto</b>	0.7	0.1	0.7	0.005	0.7	1.1	2.9	3.5	0.7	6.2
<b>Municipio</b>	0.7	0.1	0.7	0.005	1.2	2.1	4.9	9.5	0.7	17.1
<b>gen-20</b>										
<b>p. Statuto</b>	0.7	0.1	0.7	0.002	0.7	2.2	6.1	10.7	0.7	17.0
<b>v.Martiri23</b>	0.7	0.1	0.7	0.002	3.7	3.4	14.4	20.5	0.7	30.4
<b>feb-20</b>										
<b>p. Statuto- Municipio</b>	0.8	0.1	0.8	0.002	0.8	2.6	8.1	10.9	0.8	N.D.
<b>v.Martiri23</b>	0.8	0.1	0.9	0.005	2.9	3.1	13.5	18.7	0.8	25.8
<b>mar-20</b>										
<b>Municipio</b>	0.7	0.1	0.8	0.002	1.1	1.6	4.3	7.9	0.7	13.2
<b>v.Martiri23</b>	0.7	0.1	1.5	0.002	2.8	2.6	6.9	11.0	0.7	15.8
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>20.0</b>	<b>0.5</b>						

Tabella 9) Metalli: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Demonte (con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o uguali al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL) – N.D.: dato non disponibile).

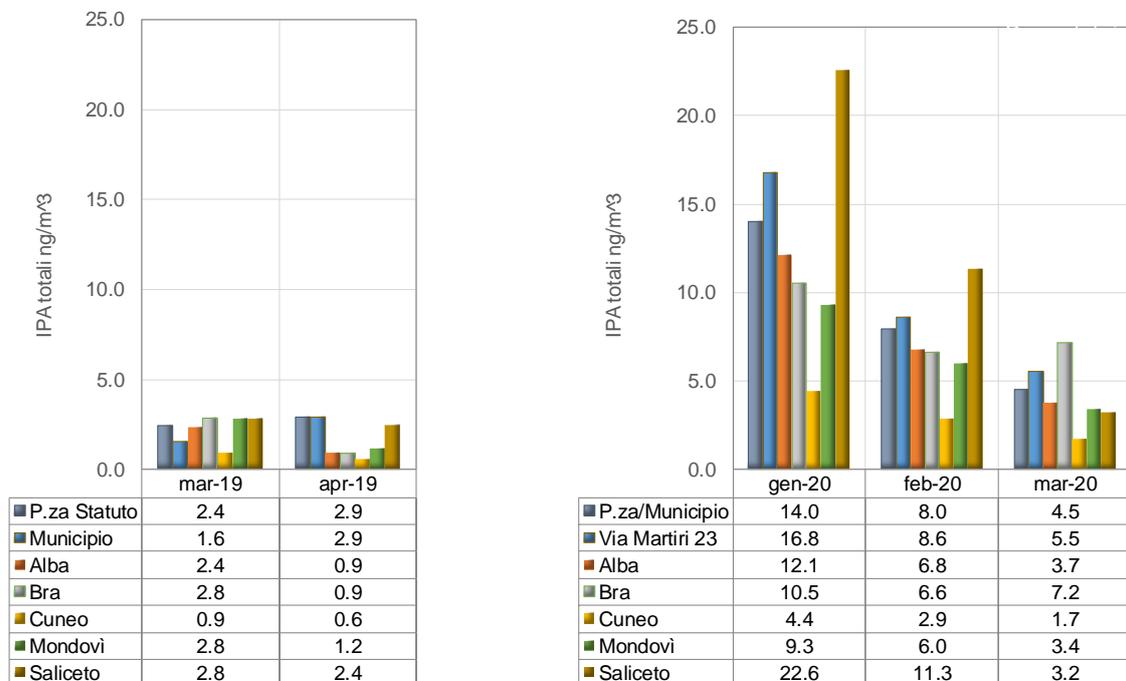


Figura 15) IPA totali: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02- Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

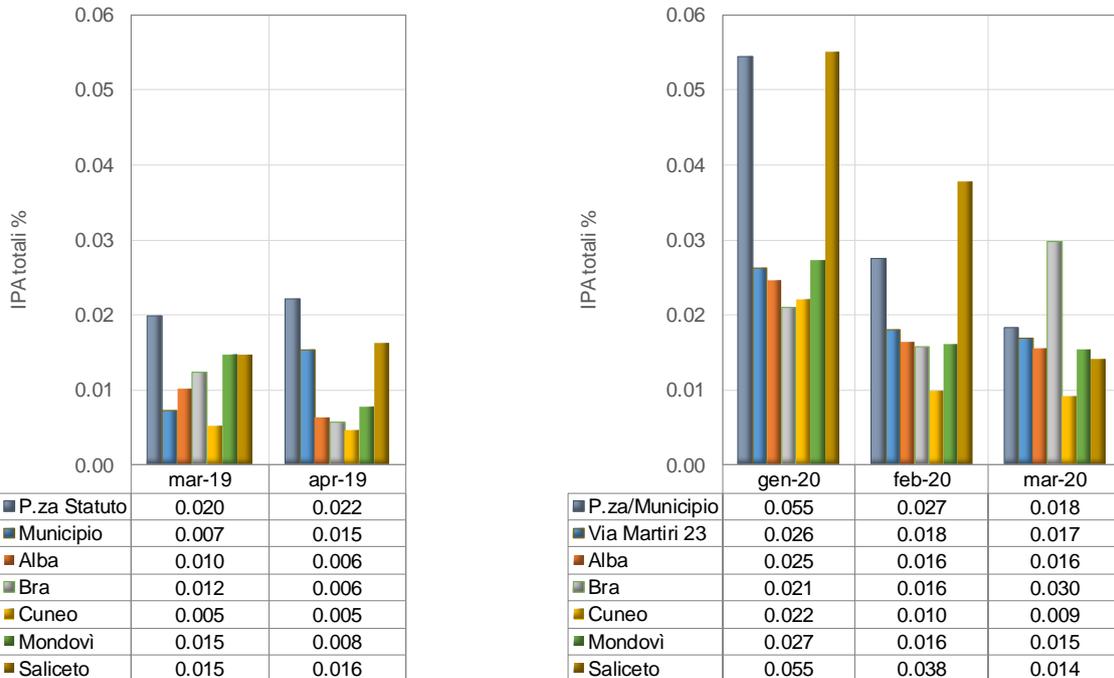


Figura 16) Percentuale di IPA nel PM<sub>10</sub>: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

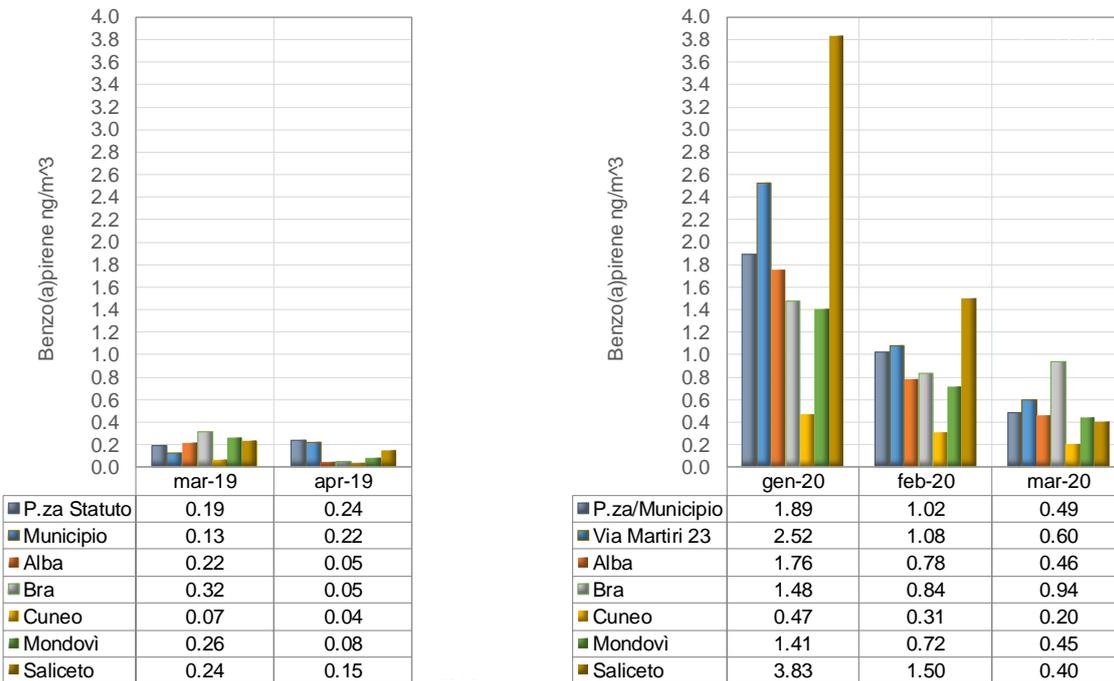


Figura 17) Benzo(a)pirene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

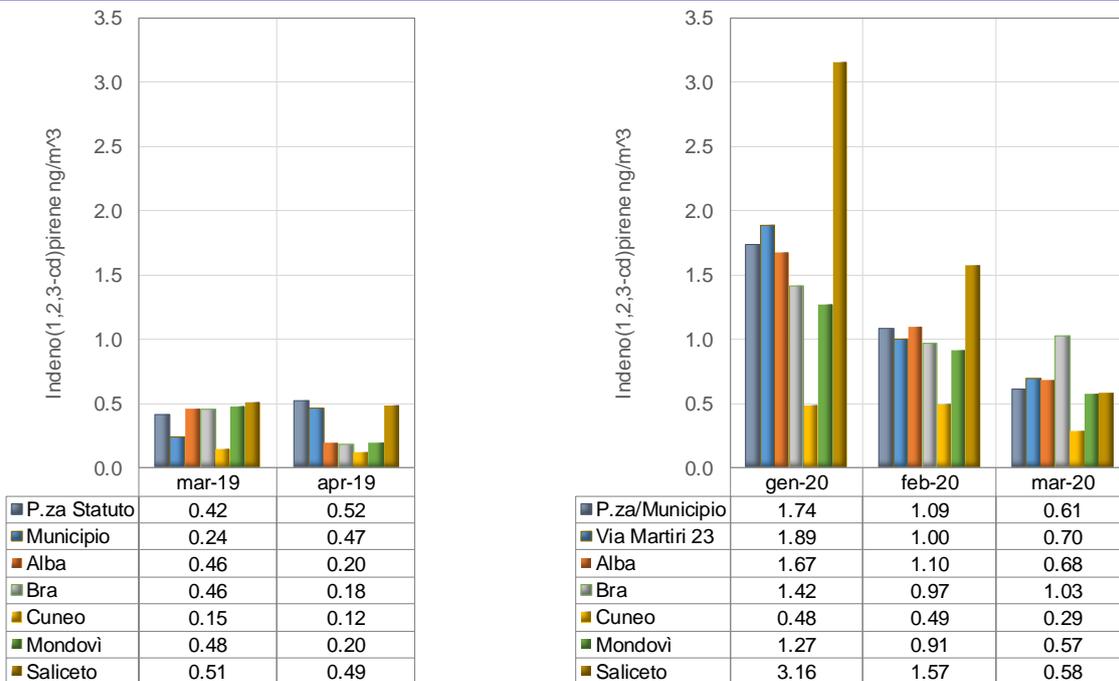


Figura 18) Indeno(1,2,3-cd)pirene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

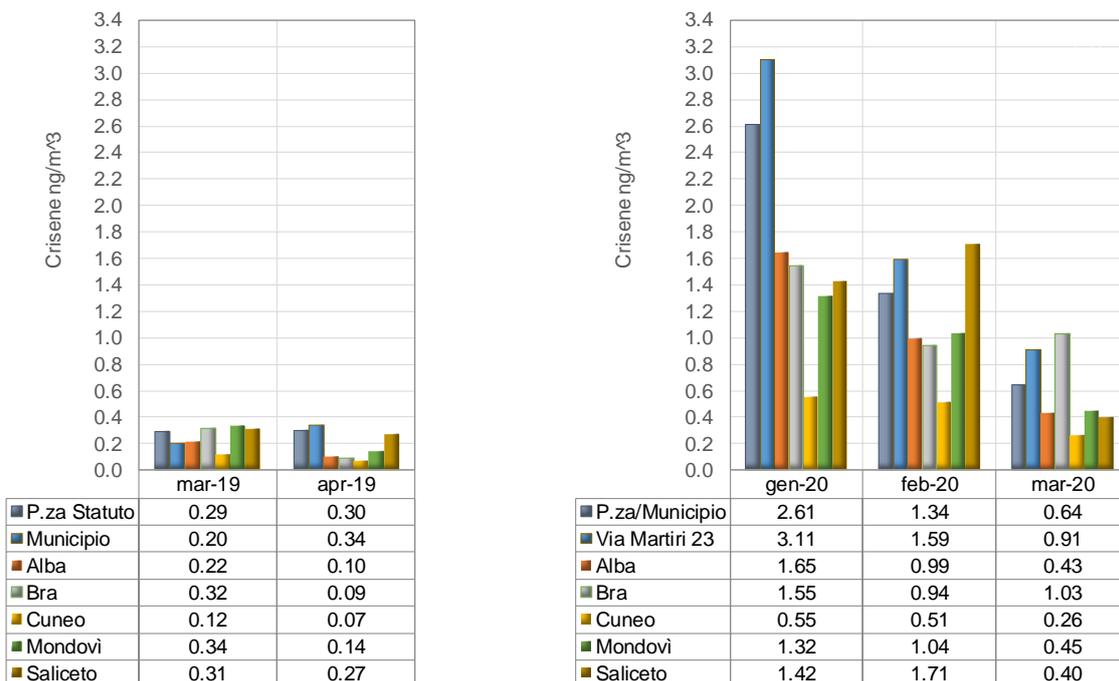


Figura 19) Crisene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

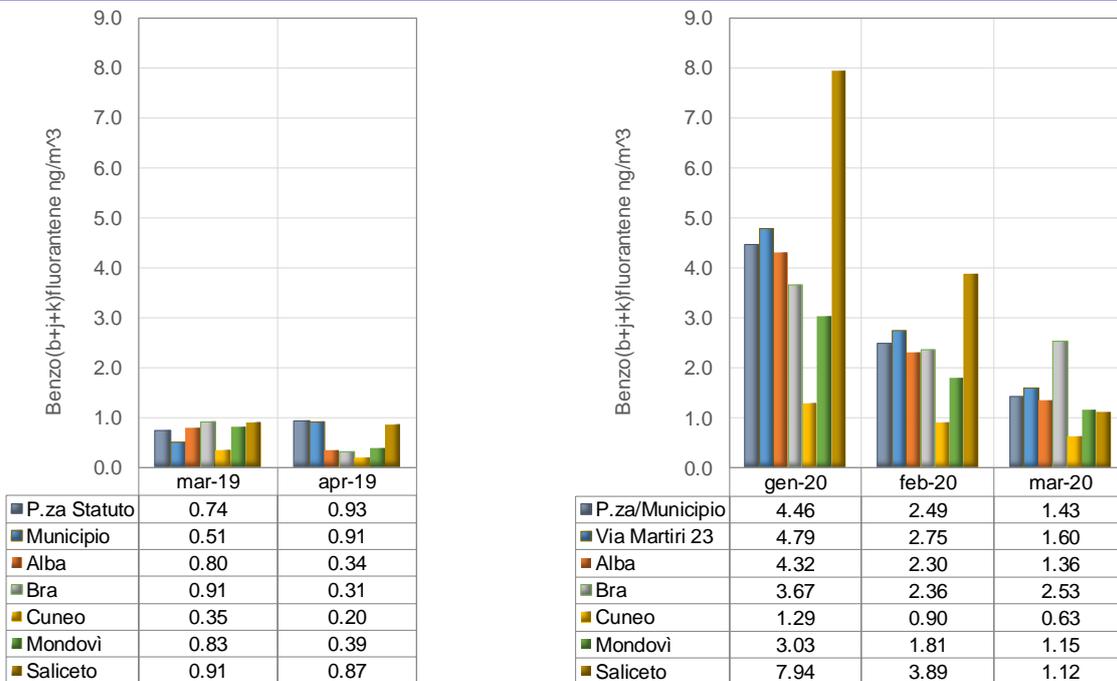


Figura 20) Benzo(b+j+k)fluorantene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

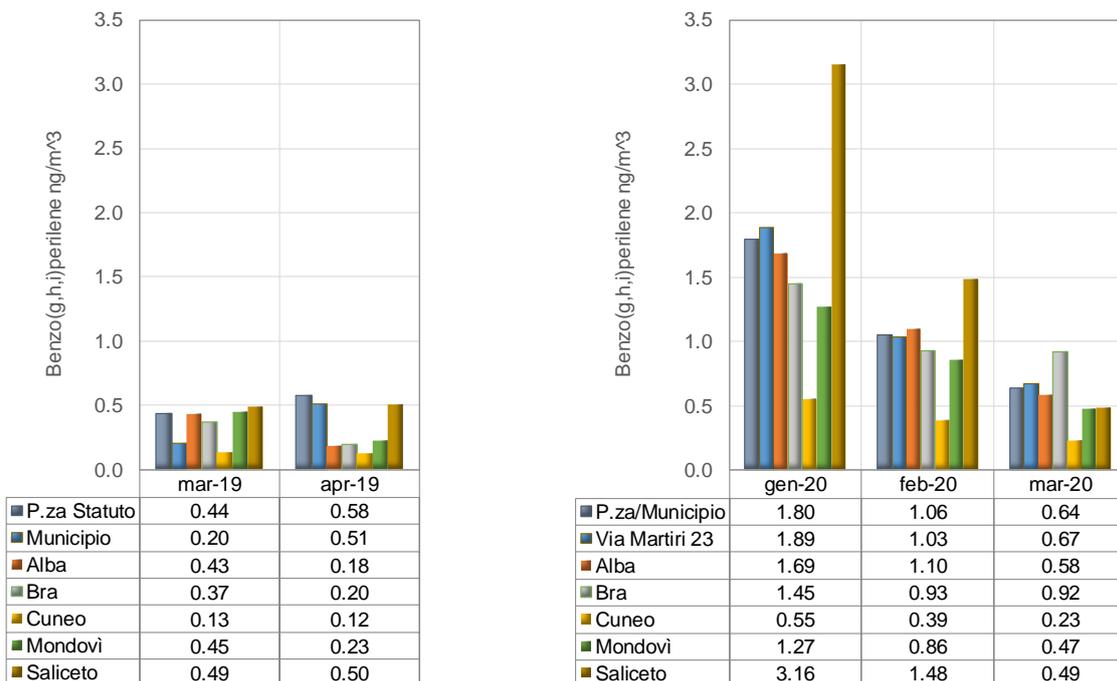


Figura 21) Benzo(g,h,i)perilene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

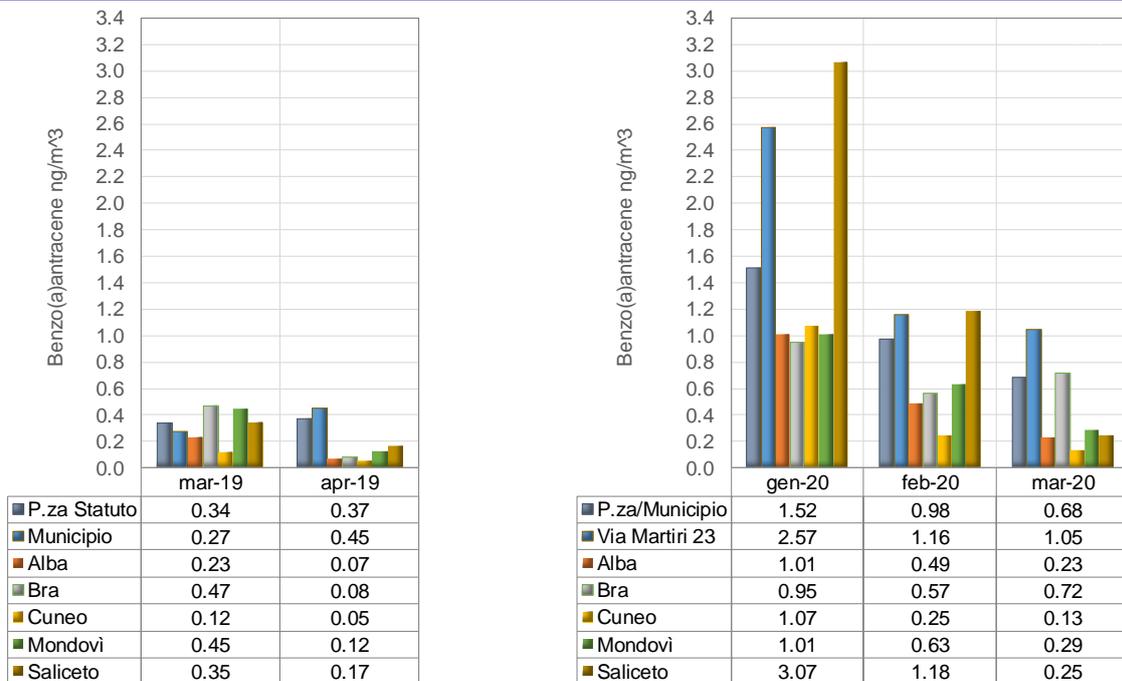


Figura 22) Benzo(a)antracene: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

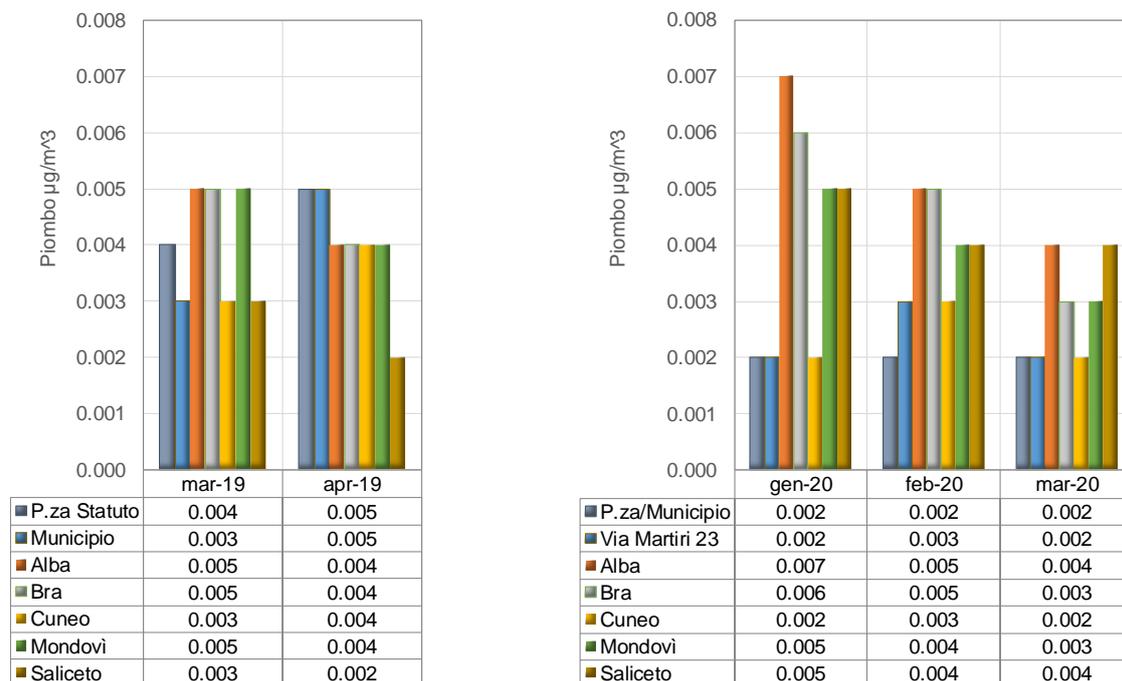


Figura 23) Piombo: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

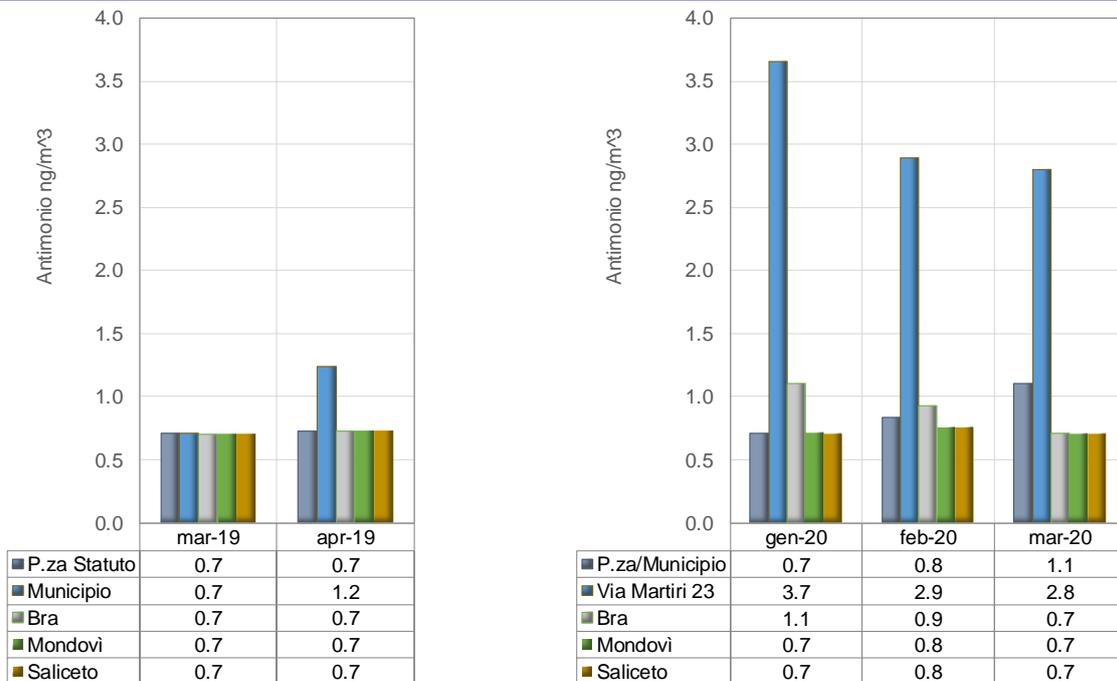


Figura 24) Antimonio: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

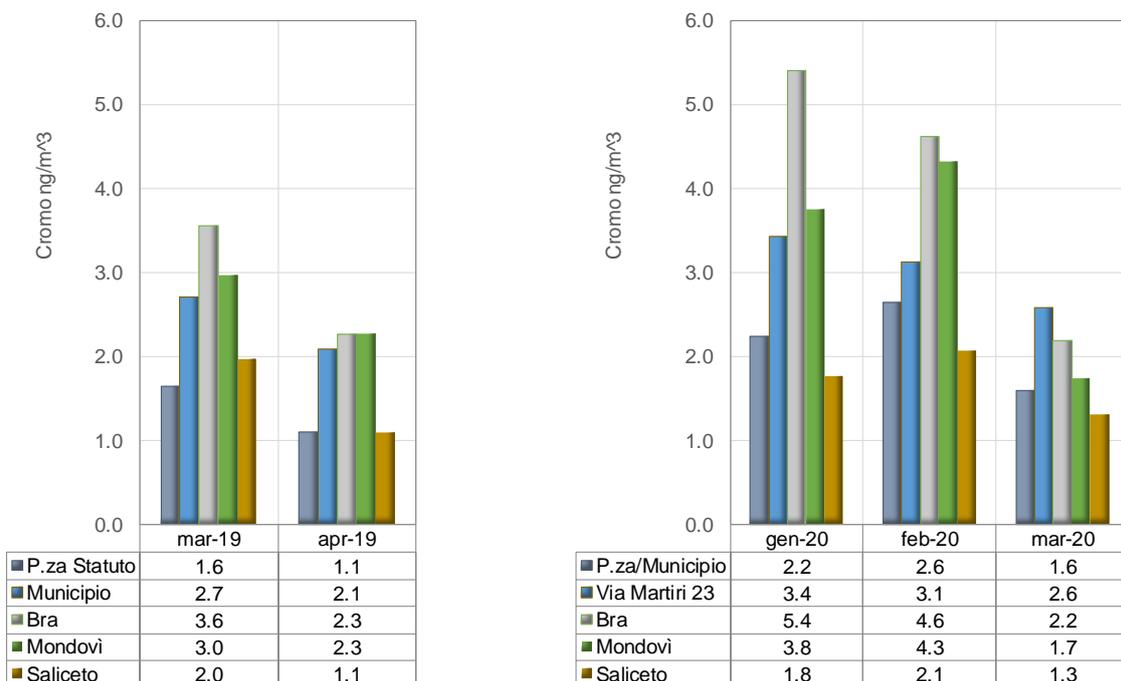


Figura 25) Cromo: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

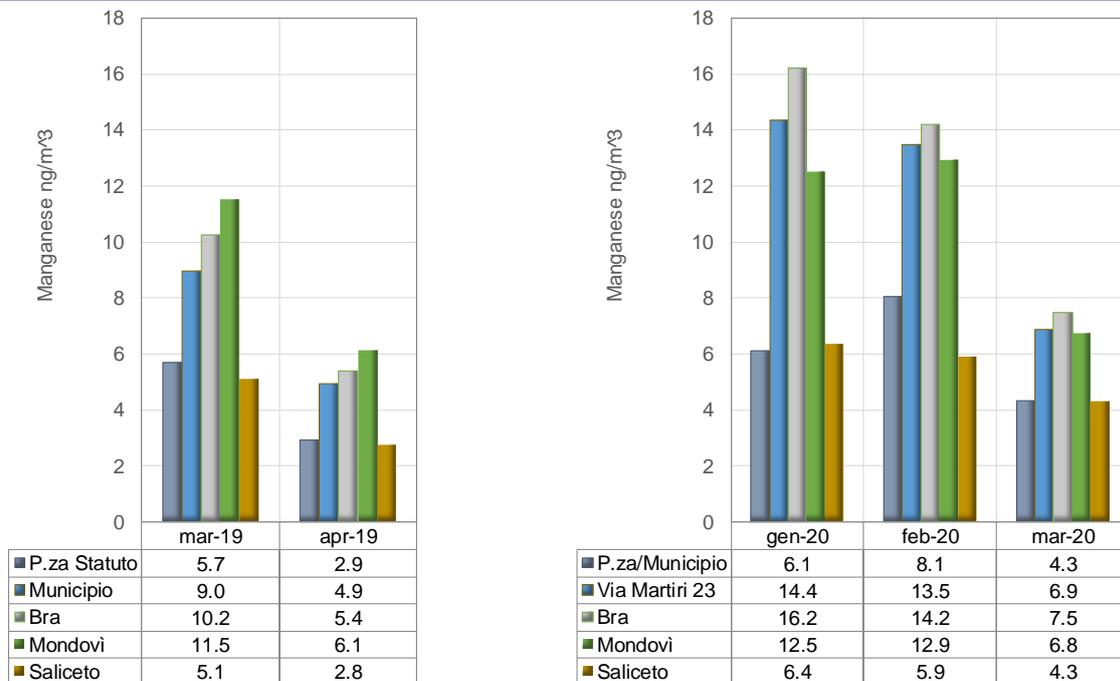


Figura 26) Manganese: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

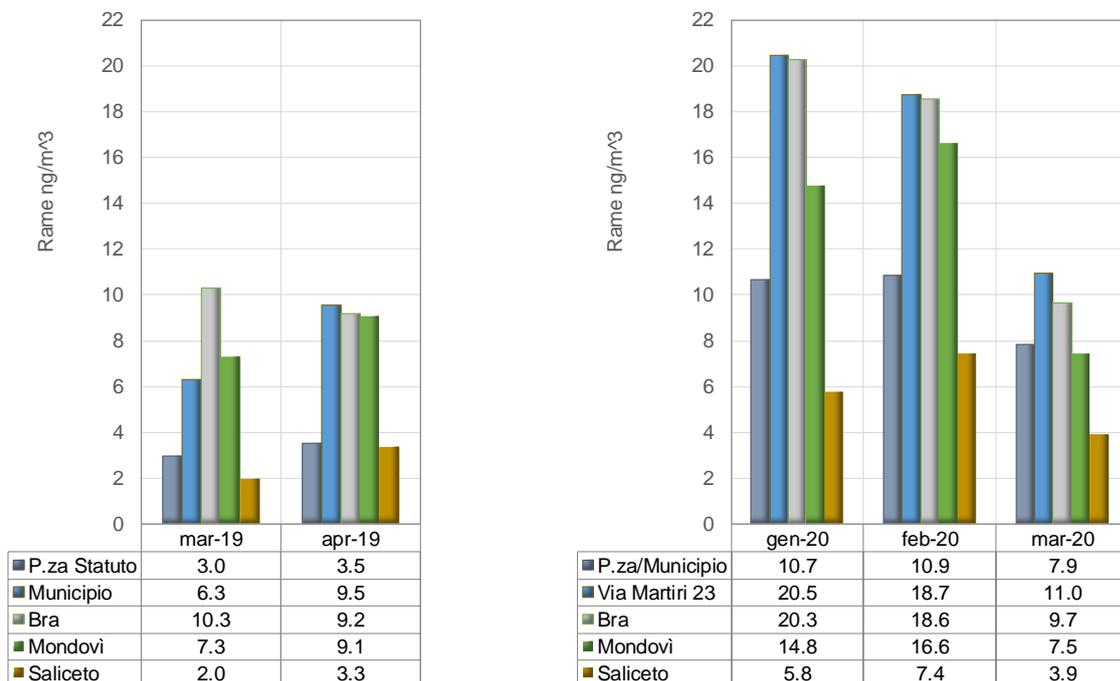


Figura 27) Rame (a destra): Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

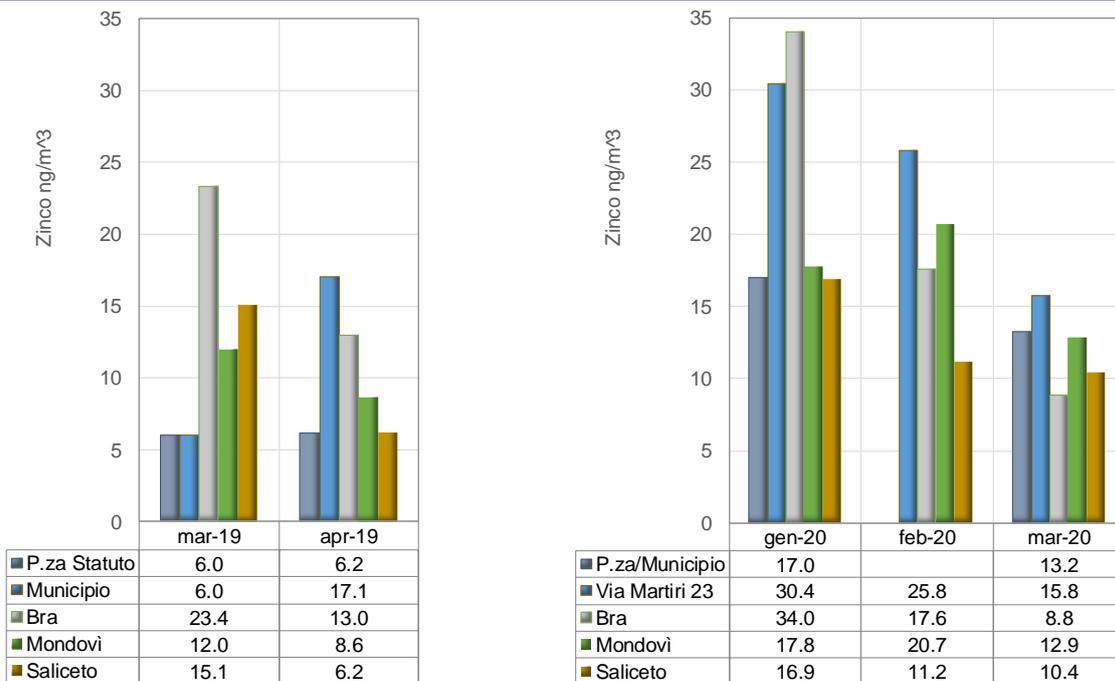


Figura 28) Zinco: Confronto delle medie mensili misurate presso le stazioni fisse e a Demonte nelle campagne del 2019 (piazza Statuto e Municipio) e del 2020 (piazza Statuto fino al 16/02 - Municipio dal 18/02 e via Martiri e Caduti per la Libertà n.23).

Per poter avere una stima della media annuale per il Benzo(a)pirene di Demonte si è proceduto, in modo analogo a quanto fatto per il PM<sub>10</sub>, utilizzando i dati registrati dalle centraline della rete fissa. Ai dati delle cinque stazioni fisse di misura della provincia di Cuneo, al fine di migliorare la stima, sono stati aggiunti quelli delle stazioni di Asti-Baussano, Torino Lingotto e Rebaudengo. Per ciascuna stazione la concentrazione media del Benzo(a)pirene relativa ai mesi di monitoraggio a Demonte è stata rapportata alla concentrazione media dell'ultimo anno civile completo di dati (2019) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le otto coppie di dati ottenute. I coefficienti R di Pearson ottenuti indicano correlazioni statisticamente significative ad eccezione dei dati relativi ai periodi dei monitoraggi condotti presso il Municipio. A partire dalle regressioni lineari calcolate e dai dati medi misurati negli altri due siti dell'abitato di Demonte sono stati quindi stimate le concentrazioni medie annuali, riferite al 2019 e gli errori standard, risultanti pari a:

Sito **piazza Statuto**: media Benzo(a)pirene (2019) =  $0.5 \pm 0.1$  ng/m<sup>3</sup>

Sito **via Martiri 23**: media Benzo(a)pirene (2019) =  $0.6 \pm 0.1$  ng/m<sup>3</sup>

La stessa cosa è stata ripetuta con riferimento all'anno 2017, in quanto, al contrario di quanto successo nei due anni seguenti, in tale anno le condizioni meteorologiche avevano determinato livelli di inquinamento maggiori e, per il benzo(a)pirene, era stato nuovamente superato il limite normativo a Saliceto. Le concentrazioni stimate per il 2017 sono le seguenti:

Sito **piazza Statuto**: media Benzo(a)pirene (2017) =  $0.7 \pm 0.2$  ng/m<sup>3</sup>

Sito **via Martiri 23**: media Benzo(a)pirene (2017) =  $0.9 \pm 0.3$  ng/m<sup>3</sup>

Tali valori stimati indicano una situazione che, negli anni con situazioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli inquinanti, si può avvicinare al 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.

## MONITORAGGIO DEL TRAFFICO STRADALE

Durante la campagna di misura del PM<sub>10</sub> condotta a Demonte nel 2020 è stato possibile eseguire anche il monitoraggio del traffico stradale utilizzando un'apparecchiatura conta-traffico laser. Installata sotto i portici di via Martiri e Caduti per la Libertà, all'altezza del civico 42B, ha permesso di registrare in continuo, dal 9 gennaio al 6 maggio 2020, i passaggi dei veicoli nelle due direzioni di tale tratto di strada statale 21 del Colle della Maddalena.

Il principio di funzionamento 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 contrapposte si incrociano nella sezione di misurazione;
- quando l'asse della coppia di raggi laser è proiettato su superfici con basso coefficiente di rifrazione, oppure se gli assi dei veicoli non sono perfettamente perpendicolari all'asse della carreggiata stradale.

A partire dalle informazioni acquisite dallo strumento installato a Demonte 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 veicoli. Si è reputato opportuno non scartare tali dati in quanto ammontano al 13% dei passaggi registrati in tutto il periodo, ma non è stato possibile classificarli tra veicoli "leggeri" o "pesanti". Essi sono stati indicati come "Non Definiti" e conteggiati nel numero totale dei veicoli. Di conseguenza i numeri dei veicoli individuati come "leggeri" o "pesanti" sono entrambi sottostimati.

I risultati delle elaborazioni condotte sia su base oraria che giornaliera sono illustrati nel seguito.

Il primo grafico (figura 29) giorno per giorno riporta il numero di tutti i veicoli transitati nelle due direzioni del tratto della SS.21 del centro urbano di Demonte dal 10 gennaio al 5 maggio 2020 ed individua quanti di questi veicoli hanno sicuramente una lunghezza superiore a 6 m.

Il grafico evidenzia gli effetti sul traffico determinati dai provvedimenti adottati per contenere l'emergenza coronavirus che, per il territorio piemontese, sono diventate più restrittive con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9 marzo, che ha esteso all'intero territorio nazionale i provvedimenti di cui al DPCM 8 marzo 2020 previsti per la Lombardia, tra cui il divieto di spostamento, e con il DPCM dell'11 marzo, che ha imposto ulteriori misure ed in particolare la chiusura di tutte le attività commerciali, di vendita al dettaglio, ad eccezione dei negozi di generi alimentari, di prima necessità, delle farmacie e delle parafarmacie. Le restrittive misure di contenimento complessivamente disposte sono rimaste in vigore fino all'inizio della cosiddetta "Fase 2", avvenuto il 4 maggio.

Dopo l'impennata dell'8 marzo, il numero giornaliero di veicoli totali è andato progressivamente diminuendo fino al 13 marzo, ma la riduzione si è verificata solamente per i veicoli "leggeri". Complessivamente nei giorni infrasettimanali il numero di veicoli con lunghezza minore o uguale a 6 m si è ridotto in media del 58% rispetto al periodo compreso tra il 10 gennaio e l'8 marzo, mentre il traffico dei veicoli con lunghezza superiore ai 6 m ha subito un incremento medio del 6%.

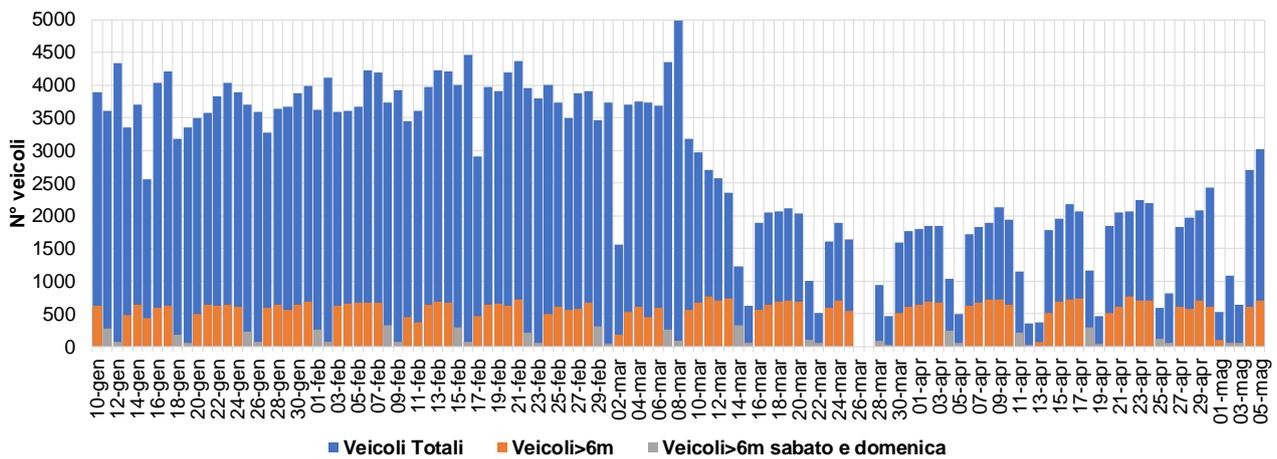


Figura 29) Traffico giornaliero dei veicoli totali e dei veicoli con lunghezza superiore a 6 m.

Nei due grafici della figura 30 sono rappresentati i veicoli giornalieri medi transitanti nei diversi giorni della settimana nel periodo precedente alle restrizioni e nel periodo successivo. Tra i veicoli totali, sono individuati quelli con lunghezza superiore ai 6 m e quelli per i quali la lunghezza non è stata misurata (Non Definiti).

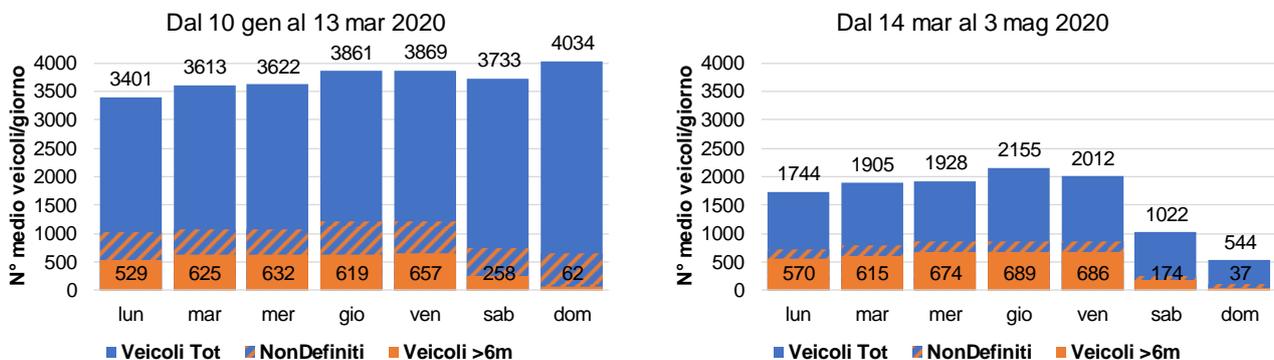


Figura 30) Traffico giornaliero della settimana media nel periodo antecedente al lockdown (a sinistra) e del periodo successivo (a destra).

La figura 31 rappresenta la media per ogni ora di ciascun giorno della settimana del numero di veicoli "leggeri" (con lunghezza inferiore o uguale a 6 m), distinguendo i dati del periodo fino al 13 marzo da quelli del periodo successivo (i grafici sono riferiti all'ora solare). Emergono le differenze dei flussi di traffico "leggero" nei due periodi.

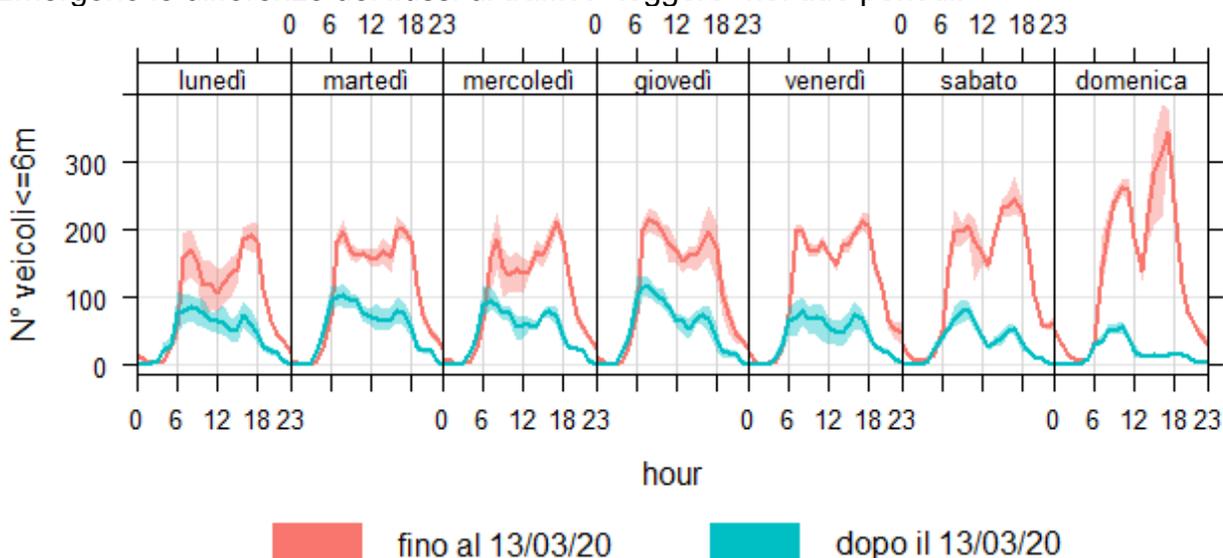


Figura 31) Settimana media del traffico orario nel periodo antecedente al lockdown e del periodo successivo per i veicoli di lunghezza inferiore o uguale a 6 m.

Analogamente la figura 32 rappresenta la media per ogni ora di ciascun giorno della settimana del numero di veicoli con lunghezza superiore a 6 m.

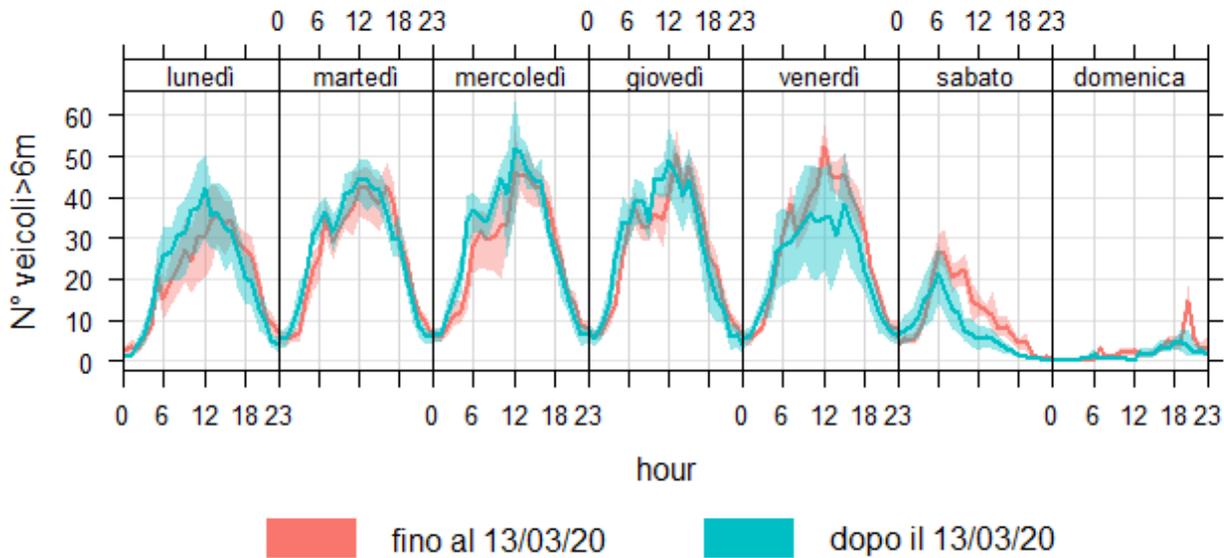


Figura 32) Settimana media del traffico orario nel periodo antecedente al lockdown e del periodo successivo per i veicoli di lunghezza superiore a 6 m.

Per le due categorie di veicoli considerate, un confronto diretto tra i giorni medi dei due periodi è illustrato nel grafico della figura 33.

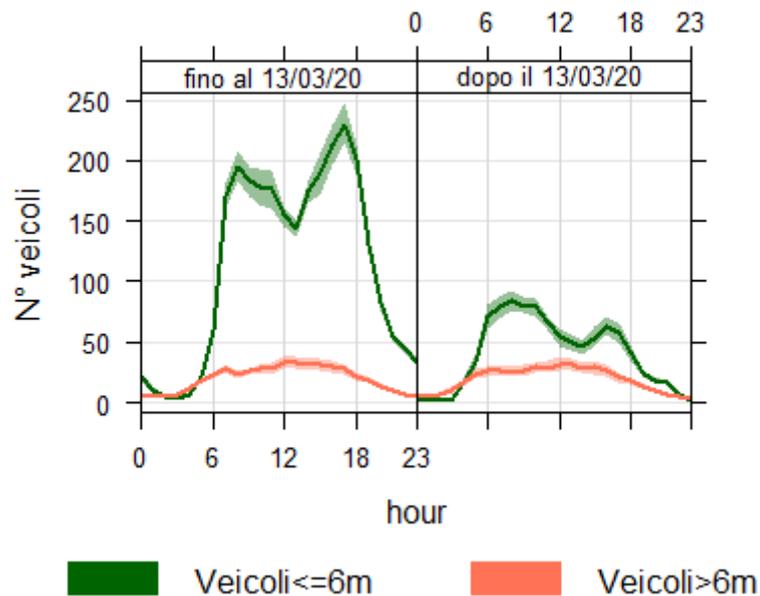


Figura 33) Giorno medio del traffico orario nel periodo antecedente al lockdown e del periodo per i veicoli di lunghezza inferiore o uguale a 6 m e per quelli di lunghezza superiore.

## SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito sono analizzate le evoluzioni delle situazioni meteorologiche dei periodi di monitoraggio della qualità dell'aria a Demonte.

### **Marzo ÷ aprile 2019**

In Piemonte marzo 2019 ha avuto un'anomalia termica positiva di circa 2.2°C rispetto alla media del periodo 1971-2000, risultando l'8° mese di marzo più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 62 anni. I giorni più caldi sono stati il 16 (per i valori medi) ed il 24 marzo (per i valori massimi) mentre i picchi del freddo si sono verificati il 19 (per i valori medi) ed il 12 marzo (per i valori minimi). Il numero di giorni di gelo ( $T_{min} \leq 0^{\circ}C$ ) è stato inferiore al valore medio del periodo 1991-2015.

L'anomalia termica positiva di marzo 2019 in Piemonte ha avuto un impatto anche sulle precipitazioni che sono state inferiori alla media degli anni 1971-2000, con 18.4 mm medi ed un deficit di 62.2 mm (pari al 77%); marzo 2019 si pone così al 9° posto nella distribuzione storica dei mesi di marzo più asciutti dal 1958 ad oggi.

Nel mese di marzo si sono avuti 16 giorni con foehn, esattamente il doppio rispetto alla media del mese.

Le temperature superiori alla norma ed il clima secco e ventoso non hanno agevolato la formazione delle nebbie. Nel mese di marzo 2019 in Piemonte si sono verificati 6 episodi di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), inferiori ai 10 attesi in base alla climatologia recente 2004-2018, e non si è registrato nessun giorno di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m) mentre normalmente a marzo dovrebbe verificarsi un episodio.

Nel mese di aprile 2019 le precipitazioni in Piemonte sono state superiori alla media degli anni 1971-2000, con 170 mm medi ed un surplus di 52.4 mm (pari al 45%); aprile 2019 si pone così al 12° posto nella distribuzione storica dei mesi di aprile più piovosi dal 1958 ad oggi. Ha interrotto una sequenza di 4 mesi consecutivi con precipitazioni inferiori alla norma. Il numero di giorni piovosi è risultato superiore alla media in tutti i capoluoghi ed è variato tra 9 e 11 giorni.

In Piemonte aprile 2019 ha avuto un'anomalia termica positiva di circa 0.7°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed è risultato il 25° mese di aprile più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 62 anni. Non si sono verificati record termici. I giorni più caldi sono risultati il 21 (per i valori medi) ed il 30 aprile (per i valori massimi) mentre i picchi del freddo si sono verificati il 4 (per i valori medi) ed il 5 aprile (per i valori minimi).

Nel mese di aprile 2019 si sono avuti 3 giorni con foehn, pari al 10% dei giorni del mese ed in media con i valori del periodo.

L'andamento meteorologico dinamico del mese non ha agevolato la formazione delle nebbie. Si sono verificati 3 episodi di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), inferiori ai 5 attesi in base alla climatologia recente 2004-2018, e non si è registrato nessun giorno di nebbia fitta.<sup>4</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Demonte si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio del 2019 è stata di 27.8°C, raggiunta il 16 marzo, la media di 10 °C e la minima di -0.5 °C, registrata il 12 marzo.

Nel grafico della figura 34 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio registrate dal laboratorio mobile, insieme alla radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Cuneo.

<sup>4</sup> Il Clima in Piemonte. Marzo 2019 – Aprile 2019. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

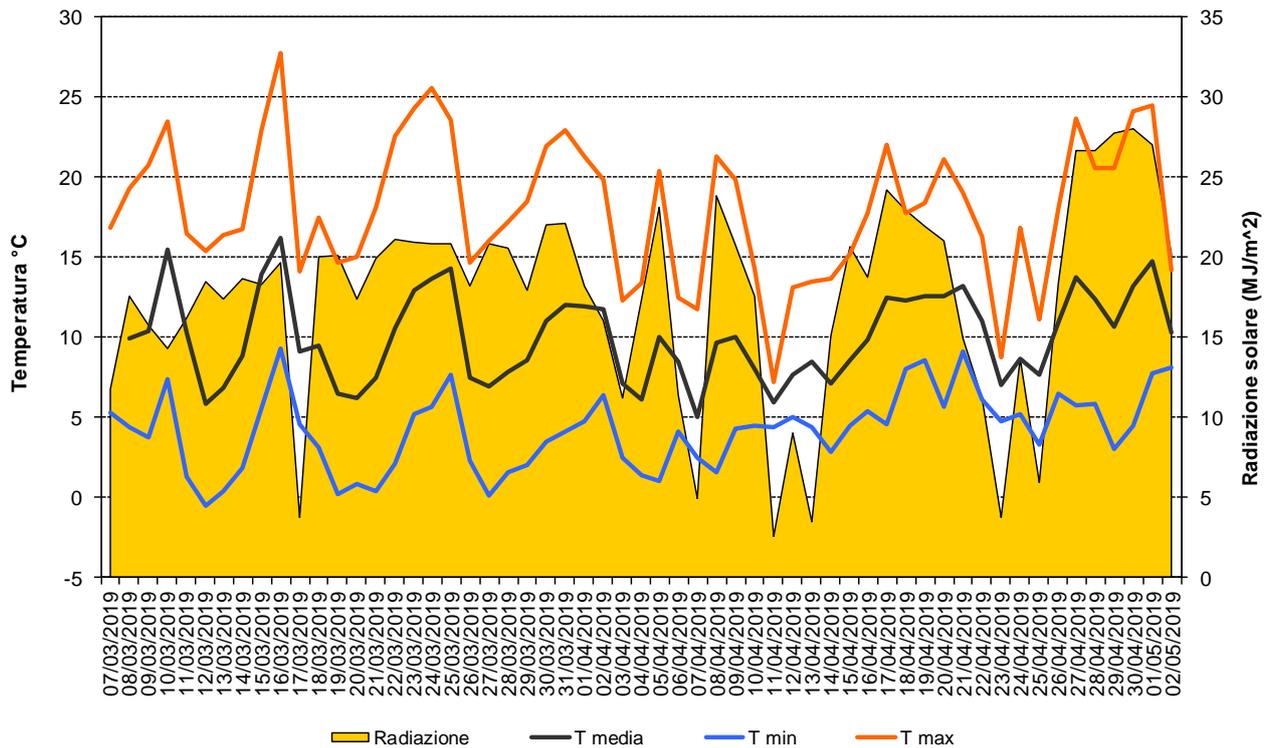


Figura 34) Temperatura dell'aria (medie, minime e massime giornaliere) registrate con il laboratorio mobile a Demonte; totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteorologica di Cuneo.

Nella figura 35 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 Demonte.

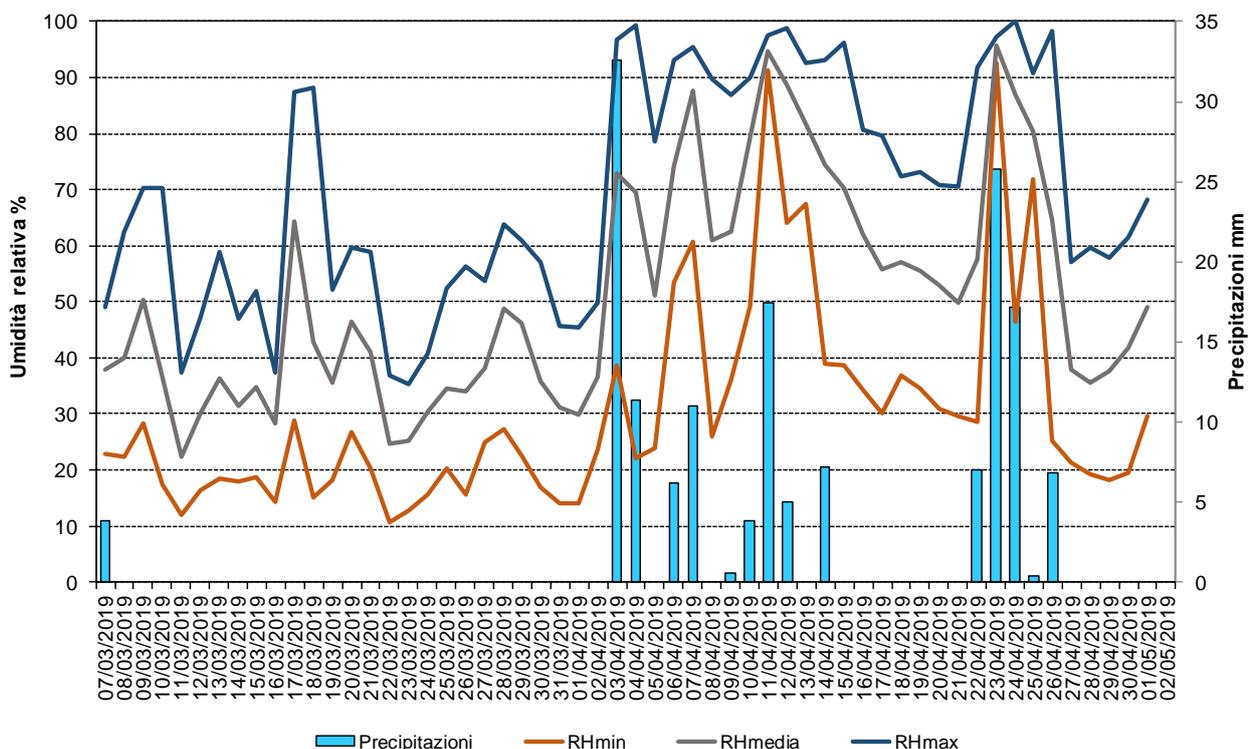


Figura 35) Umidità relativa dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Demonte; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Demonte.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di piazza Statuto a Demonte sono rappresentate nella figura 36. Nel periodo in analisi le calme di vento hanno avuto un'occorrenza elevatissima, del 86.4%.

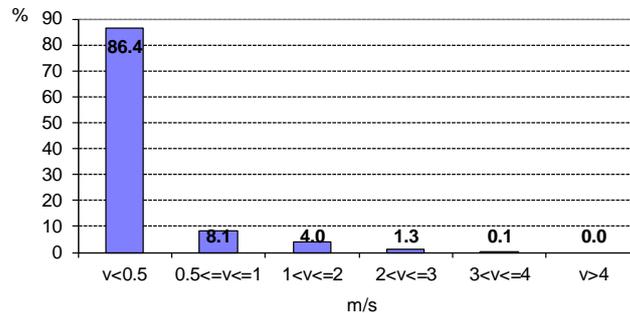


Figura 36) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento a Demonte (periodo: 7 marzo ÷ 2 maggio '19).

Nella figura seguente sono rappresentate le frequenze dei settori di provenienza dei venti calcolate per i dati registrati dal laboratorio mobile. Esse evidenziano, per le poche ore senza condizioni di calma, venti provenienti prevalentemente dal quadrante SudOvest.

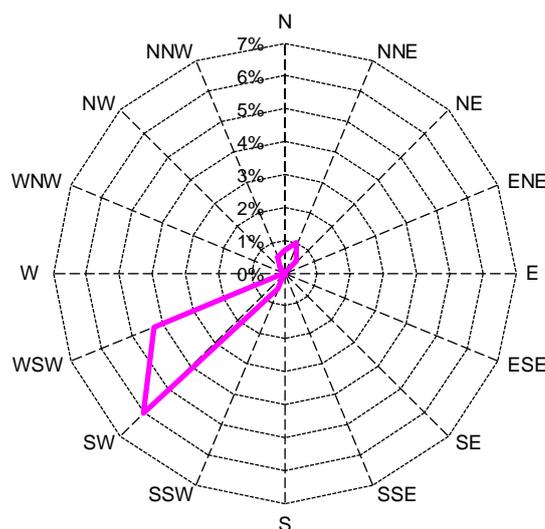


Figura 37) Rosa dei venti nel sito di piazza Statuto a Demonte (periodo: 7 marzo ÷ 2 maggio '19).

### Gennaio ÷ marzo 2020

In Piemonte gennaio 2020 ha avuto una temperatura media di quasi 3°C con un'anomalia termica positiva di circa 2.5°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed è risultato il 4° mese di gennaio più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 63 anni. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 12.3 mm medi ed un deficit di 47.5 mm (pari al 79%); gennaio 2020 si pone al 12° posto tra i corrispondenti mesi meno piovosi degli ultimi 63 anni.

Il fenomeno meteorologico più rilevante del gennaio 2020 è stato il numero di eventi di nebbia superiore alla norma sia per quelle ordinarie che per quelle fitte.

Il 17 Gennaio è risultato il giorno più piovoso del mese ed ha interrotto un periodo completamente secco di 21 giorni che durava dal 26 Dicembre 2019. Il 19 e 20 gennaio sono stati i giorni più freddi del mese e anche gli unici giorni in cui la temperatura sul Piemonte è stata inferiore alla norma climatica giornaliera del periodo 1971-2000.

Nel mese di Febbraio 2020 in Piemonte la temperatura media è stata di circa 5.5°C con un'anomalia termica positiva di 3.9°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. E' stato il mese di febbraio più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 63 anni. Merita una citazione il 3 febbraio 2020, risultato il giorno con la temperatura media più elevata dei mesi di febbraio dal 1958 ad oggi. Primato anche per il numero di giorni con foehn (17) che rappresenta il valore più elevato per il nuovo millennio ed ha dato un rilevante contributo all'anomalia termica positiva. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 13.1 mm medi ed un deficit di 43.2 mm (pari al 77%); febbraio 2020 si pone al 10° posto tra i corrispondenti mesi meno piovosi degli ultimi 63 anni.

Marzo 2020 ha avuto in Piemonte una temperatura media di circa 5.1°C, con una lieve anomalia termica positiva di 0.5°C e si pone nella norma rispetto alla media del periodo 1971-2000. Merita una citazione il 26 marzo 2020, i cui valori termici medi e minimi sono risultati più bassi dell'intero trimestre precedente che comprende dicembre 2019, gennaio 2020 e febbraio 2020. Pertanto, il giorno più freddo dell'inverno 2019-2020 si è verificato a primavera inoltrata. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 57.1 mm medi ed un deficit di 23.5 mm (pari al 29%); marzo 2020 si pone al 31° posto tra i corrispondenti mesi meno piovosi degli ultimi 63 anni. Il 2 marzo è stato il giorno più ricco di precipitazioni del mese, la quota neve si è progressivamente abbassata dai 1200-1400 m fino a quote collinari (400-700 m).<sup>5</sup>

Nella figura 38 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo del monitoraggio del 2020 registrate dalla stazione meteorologica di Demonte, insieme alle precipitazioni cumulate giornaliere rilevate dalla stessa e alla radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Cuneo.

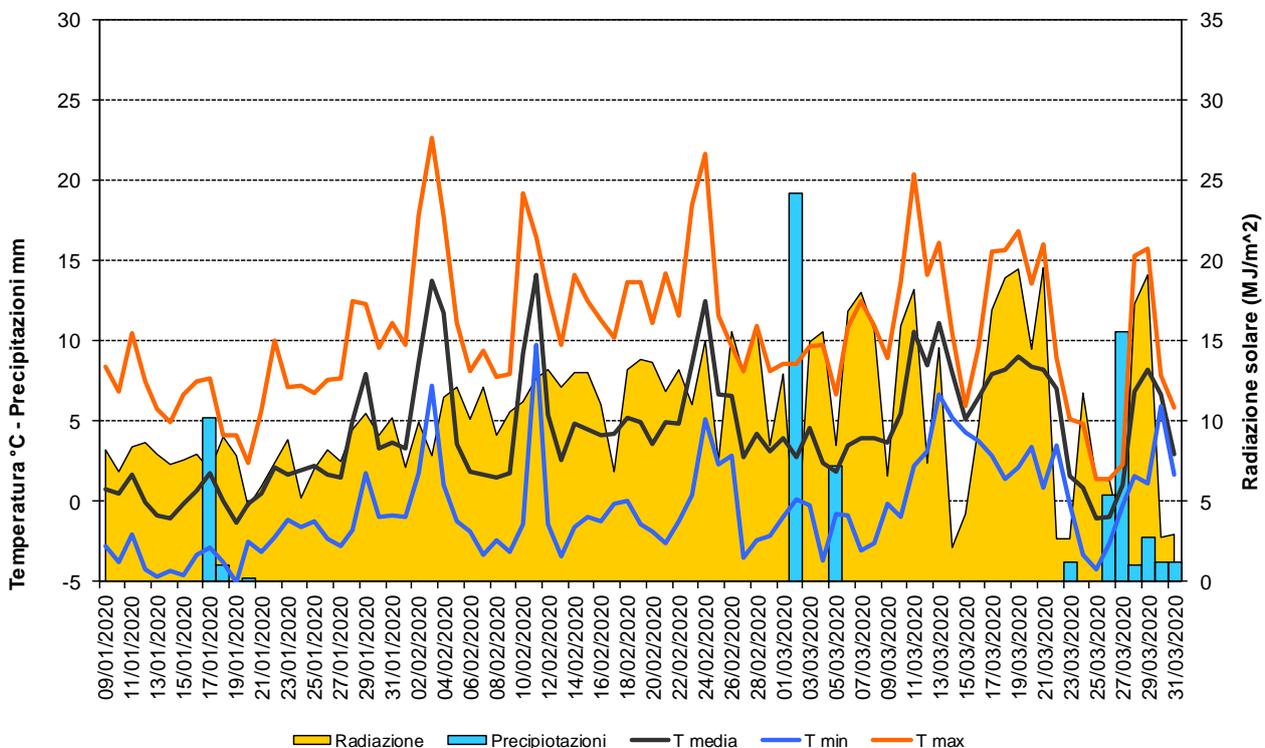


Figura 38) Temperatura dell'aria (medie, minime e massime giornaliere) e precipitazione cumulata giornaliera registrate dalla stazione di Demonte; totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteorologica di Cuneo.

<sup>5</sup> Il Clima in Piemonte. Gennaio 2020 – Febbraio 2020 - Marzo 2020. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

## CONCLUSIONI

I livelli di inquinamento atmosferico sono generalmente molto influenzati dalle condizioni meteorologiche, esse infatti guidano la dispersione, il trasporto, la formazione e trasformazione degli inquinanti. Le campagne di monitoraggio svolte con laboratorio mobile e campionatori portatili descrivono la situazione del periodo temporale di acquisizione, necessariamente limitato rispetto all'intero anno solare, producendo dati influenzati dalle condizioni meteo climatiche presenti nel periodo di osservazione e che pertanto non si possono considerare rappresentativi della qualità dell'aria dell'intero anno. Per poter valutare correttamente la qualità dell'aria in un sito, è quindi indispensabile analizzare i dati in riferimento a quanto rilevato dalle stazioni fisse presenti sul territorio. Da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale.

Un primo monitoraggio della qualità dell'aria era stato realizzato nel centro cittadino di Demonte nella primavera del 2010 quando il laboratorio mobile era stato installato in piazza Statuto ed un campionario di PM<sub>10</sub> era stato posizionato su un balcone del Municipio affacciato sulla Strada Statale 21. Ne era emersa una situazione che, sebbene influenzata dal traffico veicolare, in piazza Statuto non presentava valori anomali rispetto ai valori di riferimento, rappresentati dai dati delle stazioni provinciali della rete fissa della qualità dell'aria. In via Martiri e Caduti della Libertà invece erano stati riscontrati valori di PM<sub>10</sub> elevati rispetto alla postazione di piazza Statuto ed in taluni casi anche superiori a quelli delle stazioni della rete.

Negli ultimi due anni sono state eseguite due campagne di misura della qualità dell'aria nel centro abitato di Demonte. La prima è stata realizzata nei mesi di marzo e aprile 2019 con un campionario di polveri sottili posizionato sotto i portici di via Martiri e Caduti per la Libertà, in corrispondenza del Municipio e con il laboratorio mobile della qualità dell'aria installato nella postazione messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale in piazza Statuto. Il laboratorio mobile è 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...). La seconda campagna di misura è stata condotta, dal gennaio al marzo 2020, con due campionatori di polveri sottili, di cui uno costantemente posizionato sotto i portici di via Martiri e Caduti per la Libertà in corrispondenza del numero civico 23 ed il secondo posizionato in piazza Statuto fino al 17 febbraio 2020 e spostato in tale data nel giardinetto di accesso al Municipio di via Martiri e Caduti per la Libertà, dove ha campionato fino al termine del monitoraggio avvenuto il 31 marzo 2020. In contemporanea al campionamento delle polveri sottili, nel 2020 è stato eseguito anche il monitoraggio in continuo del traffico veicolare con l'utilizzo di un conta-traffico laser posizionato sotto il porticato opposto alla sede comunale. Il rilievo dei veicoli transitanti nelle due direzioni di questo tratto della S.S.21 è stato protratto fino al 6 maggio 2020.

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, la campagna di misura condotta nel 2019 in piazza Statuto con 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, in accordo con il periodo primaverile in cui è stato svolto il monitoraggio, sono stati contenuti e coerenti con i dati della rete. Questa coerenza implica tuttavia che, nei periodi estivi, anche a Demonte 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 sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione<sup>6</sup>.

I dati ottenuti per il biossido di azoto evidenziano, per il sito di piazza Statuto, livelli di concentrazioni confrontabili con quelli delle altre stazioni della rete poste in zona urbana, e pertanto l'assenza di criticità nel rispetto dei limiti normativi stabiliti per tale inquinante.

Il monitoraggio delle polveri sottili (PM<sub>10</sub>) è stato eseguito sia nel 2019 che nel 2020. I periodi delle due campagne di misura sono stati caratterizzati da situazioni meteorologiche molto diverse che hanno determinato livelli molto differenti degli inquinanti. I due mesi del 2019 in cui si è svolto il primo monitoraggio sono stati particolarmente favorevoli per la qualità dell'aria: numerosi episodi di Foehn e temperature elevate nel primo mese, frequenti precipitazioni nel secondo mese, hanno garantito il contenimento dei livelli di concentrazione a valori inferiori al limite giornaliero su tutta la provincia.

Dei tre mesi del 2020 in cui si è svolta la seconda campagna di misura dei PM<sub>10</sub>, i primi due sono stati caratterizzati da condizioni meteorologiche poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti e, in tutto il Piemonte, sono stati registrati livelli di inquinamento da polveri sottili nettamente più elevati rispetto a quelli del periodo del monitoraggio del 2019, con numerosi superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

I valori misurati a Demonte sono stati confrontati con quelli registrati negli stessi periodi dalle stazioni della provincia e da tre stazioni delle città di Torino ed Asti, che generalmente rilevano livelli di PM<sub>10</sub> superiori a quelli delle stazioni della provincia di Cuneo<sup>6</sup>.

Entrambe le campagne di misura hanno evidenziato per Demonte concentrazioni di PM<sub>10</sub> molto differenti tra piazza Statuto e le due postazioni di via Martiri e Caduti per la Libertà.

I livelli determinati in piazza Statuto sono risultati, in media, significativamente confrontabili con quelli della stazione di Cuneo ed inferiori a quelli registrati presso le altre stazioni della provincia ed in via Martiri e Caduti per la Libertà a Demonte.

Presso il Municipio di Demonte le concentrazioni hanno evidenziato valori significativamente superiori a quelli misurati presso la stazione di Cuneo ma confrontabili con quelle delle città di Alba e Bra, che tra le stazioni della provincia di Cuneo presentano i livelli maggiori di PM<sub>10</sub>.

Le concentrazioni registrate in via Martiri 23 sono statisticamente superiori a quanto rilevato presso tutte le stazioni della provincia di Cuneo, inferiori a quelle di Torino Rebaudengo ed equivalenti ai livelli di Torino Lingotto ed Asti Baussano. In tale sito è stato possibile stimare i superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> riferiti all'intero anno 2019, il valore ottenuto evidenzia criticità nel rispetto del limite normativo giornaliero, sono stati infatti stimati 40 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> contro i 35 consentiti per anno civile.

La sostanziale differenza tra i livelli di polveri sottili registrate in piazza Statuto e in via Martiri è sicuramente dovuta alla configurazione del concentrico di Demonte che, nel tratto di via Martiri e Caduti per la Libertà compreso tra piazza Statuto e piazza Mazzini, riduce la S.S.21 a quello che viene definito "canyon stradale", ovvero una strada stretta, chiusa tra edifici disposti su entrambi i lati in modo continuo. Questa configurazione generalmente porta, in assenza di fenomeni di rimozione, all'accumulo degli inquinanti che qui assumono valori decisamente più elevati che al di fuori. Occorre inoltre considerare che in via Martiri 23 le misure sono state condotte al di sotto dei portici che, in tale tratto del centro storico, delimitano la S.S.21; in tal modo è stata campionata l'aria che respira chi si trova in tale tratto di porticato, tuttavia i valori lì riscontrati non si possono considerare rappresentativi delle concentrazioni presenti nelle altre zone dell'abitato di Demonte.

Per quanto riguarda le concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), nei diversi siti di Demonte esse hanno raggiunto valori tra i più elevati a livello provinciale. Tale situazione può essere dovuta alla contemporanea presenza a Demonte di contributi

<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>

importanti provenienti da due tipologie di sorgenti: traffico veicolare e impianti di riscaldamento a biomassa legnosa. Le concentrazioni maggiori di IPA a livello piemontese sono infatti rilevate proprio nelle stazioni esposte a livelli di traffico molto intenso ed in quelle poste in località in cui è molto diffuso l'utilizzo della biomassa nel riscaldamento domestico.

Tra i dati dei metalli per i quali la normativa stabilisce dei valori di riferimento per la protezione della salute, solamente il Piombo è stato rilevato in quantità misurabile nei periodi delle due campagne di misura, ma nessuno dei valori riscontrati a Demonte presenta anomalie nel confronto con i dati delle stazioni della provincia. Per quanto riguarda gli altri metalli determinati sui filtri campionati a Demonte, le concentrazioni in via Martiri sono per lo più maggiori di quelle di piazza Statuto, ma confrontabili con quelle delle stazioni di traffico di Bra e Mondovì. Fanno eccezione le concentrazioni di Antimonio rilevate in via Martiri 23 ed in due campioni del Municipio che, sebbene si tratti di valori non critici, tra i siti di misura della provincia sono gli unici, di tali periodi, superiori al limite di rilevabilità. La letteratura del settore considera come principale fonte di emissione di Antimonio, Cromo e Rame l'usura dei freni, mentre per lo Zinco, l'usura degli pneumatici.

I dati di traffico registrati in via Martiri e Caduti per la Libertà evidenziano volumi di traffico ingenti per un centro cittadino con la struttura urbanistica di Demonte. Il traffico giornaliero medio, nei giorni lavorativi del periodo compreso tra il 10 gennaio e l'8 marzo (precedente alle misure più restrittive dell'emergenza coronavirus), ammonta a 3820 veicoli/giorno, di cui, in media, più di 608 sono "veicoli pesanti". Sebbene per inquinanti come le polveri sottili non sia possibile individuare una relazione diretta tra le potenziali sorgenti e le concentrazioni puntuali nell'aria ambiente, sicuramente l'importante differenza tra i livelli di PM<sub>10</sub> misurati in piazza Statuto e quelli di via Martiri e Caduti per la Libertà è da attribuirsi alle emissioni del traffico veicolare che percorre la S.S.21. Tendendo a rimanere confinate tra l'edificato, esse determinano il raggiungimento di concentrazioni elevate nel confronto con le stazioni di misura della qualità dell'aria e critiche nel confronto con il limite normativo.



## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Demonte, Piazza Statuto</b>	
<b>8/03/2019 ÷ 1/05/2019</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	6
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	7
Percentuale ore valide	51%
<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	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	1.2
Percentuale ore valide	93%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.6
<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	1.9
Media dei valori orari	1.2
Massima media oraria	8.4
Percentuale ore valide	90%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	29
Media dei valori orari	20
Massima media oraria	168
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>

<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	43
Massima media giornaliera	95
Media dei valori orari	72
Massima media oraria	119
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	25
Media delle medie 8 ore	73
Massimo medie 8 ore	113
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	31
Media delle medie giornaliere:	13
Numero giorni validi	55
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</b>

### **Demonte, Municipio - Via Martiri e Caduti per Libertà**

**8/03/2019 ÷ 1/05/2019**

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	41
Media delle medie giornaliere:	20
Numero giorni validi	47
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</b>

**Demonte, Piazza Statuto**

**10/01/2020 ÷ 16/02/2020**

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	54
Media delle medie giornaliere:	26
Numero giorni validi	38
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>2</b>

**Demonte, Municipio -Via Martiri e Caduti per Libertà**

**18/02/2020 ÷ 31/03/2020**

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	57
Media delle medie giornaliere:	26
Numero giorni validi	43
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>1</b>

**Demonte, Via Martiri e Caduti per Libertà N° 23**

**10/01/2020 ÷ 31/03/2020**

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	106
Media delle medie giornaliere:	45
Numero giorni validi	75
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>26</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.

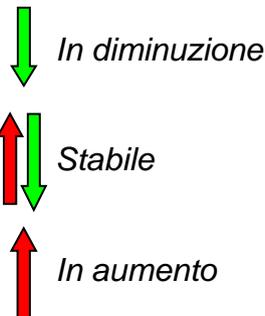
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**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>impresso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub></b> .		
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b> . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.		
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	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>

<p><b>Caratteristiche</b> NO<sub>2</sub></p>	<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>		
<p><b>Fonte</b> naturale antropica</p>	<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>		
<p><b>Tipologia</b> primario secondario</p>	<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>		
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<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>		
<p><b>Effetti</b> salute ambiente materiali</p>	<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>		
<p><b>Misure</b> chemiluminescenza</p>	<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>		
<p><b>Situazione</b></p>  	<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>		
<p><b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010</p>	<p><i>Periodo di mediazione temporale</i></p>	<p><b>Valore limite</b></p>	<p><i>N° superamenti ammessi</i></p>
<p><b>Biossido di Azoto</b></p>	<p>1 ora anno civile</p>	<p>200 µg/m<sup>3</sup> 40 µg/m<sup>3</sup></p>	<p>18 per anno civile -</p>

## OZONO

<b>Caratteristiche</b> <i>O<sub>3</sub></i>	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 <b>precursori</b> sia <b>naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante)</b> , che <b>antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane)</b> , in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
<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 <b>è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche</b> che avvengono in atmosfera <b>tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili</b> . L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico.
<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 <b>fenomeni di accumulo anche a notevole distanze</b> dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
<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 <b>effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare</b> . Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della <b>molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante</b> . I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono <b>alterazione chimiche</b> che ne <b>compromettono le caratteristiche e la resistenza</b> .
<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 <sub>3</sub> ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di O <sub>3</sub> è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<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 <sub>3</sub> 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Soglia di allarme</b> Protezione della salute umana	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non più di 3 ore consecutive
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 volte per anno civile come media su 3 anni
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media sui 5 anni	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	

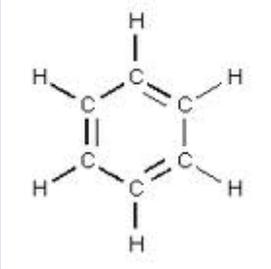
(\*\*) Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 parti per miliardo) e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati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

## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> SO <sub>2</sub>	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
<b>Fonte</b> 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></p> <p><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, detergenti, 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></p> <p>naturale antropica</p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentata dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>
<p><b>Tipologia</b></p> <p>primario</p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p><b>Effetti</b></p> <p>salute</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></p> <p>Gasromatografia PID</p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<p><b>Situazione</b></p>  	<p>I livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.</p>

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

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

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

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	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>	-

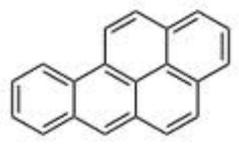
## METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

<b>Caratteristiche</b> Metalli pesanti	<p>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.</p> <p>In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.</p>
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>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>.</p>
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	<p>I metalli pesanti sono inquinanti primari.</p>
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM<sub>10</sub>.</p>
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i>	<p>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.</p> <p>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>.</p>
<b>Misura</b> <i>ICP-MS da filtro PM<sub>10</sub></i>	<p>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).</p>
<b>Situazione</b>  	<p>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.</p>

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. 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. 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. La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle <b>eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi</b>. 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>. 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>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)
Benzo(a)pirene	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