

II RESPONSABILE

Prot. 42534 /H10.02

Cuneo, 29/05/2020

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di
GOVONE

info@pec.comune.govone.cn.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO

protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN2 Cuneo

aslcn2@legalmail.it

e p.c. Spett.le Regione Piemonte
Assessorato Ambiente
Direzione Ambiente, Governo e Tutela del territorio
territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2019 – H10_2019_01487/ARPA.

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Govone nel periodo compreso dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 2020

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Govone dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 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 30, Allegato pagine 13)

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione

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

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

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

OGGETTO: *Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Govone nel periodo compreso dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 2020*

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

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione

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

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

INDICE

INTRODUZIONE	2
ANALISI DEI DATI	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀	6
METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	13
BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂	20
OZONO – O₃	23
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE	25
CONCLUSIONI	29
ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna	1
ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi	3

INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Govone nel periodo compreso tra il 4 novembre 2019 e l'8 gennaio 2020.

Il monitoraggio è stato richiesto dall'Amministrazione Comunale ed è stato eseguito, con il laboratorio mobile della qualità dell'aria, nella postazione dell'abitato di Canove messa a disposizione dall'Amministrazione, scelta in quanto vicina ad un recettore sensibile (Scuola Materna), prossima all'area industriale e collocata tra la Strada Statale 31 e l'Autostrada Asti-Cuneo. Al fine di valutare i livelli di concentrazione di PM₁₀ anche nel concentrico di Govone, posto più in quota rispetto alla località Canove, un campionatore di polveri sottili è stato installato in via Boetti, nei giardinetti prospicienti i locali della proloco.

Il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo permette di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati dei limiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (ozono O₃, ossidi di azoto NO-NO₂-NO_x, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO₂, benzene e materiale particolato PM₁₀).

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

Nel seguito, una mappa indica la posizione dei punti di monitoraggio e una tabella riporta le indicazioni sui siti e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel capitolo centrale sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. Nell'analisi, i dati misurati a Govone sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale. Nel capitolo successivo è descritta la situazione meteorologica del periodo di monitoraggio, con particolare riferimento agli aspetti che più condizionano i livelli di inquinamento atmosferico, ed è presente un'analisi dei principali parametri meteorologici misurati nel sito dal laboratorio mobile e dalle stazioni della rete meteorografica regionale più prossime.

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

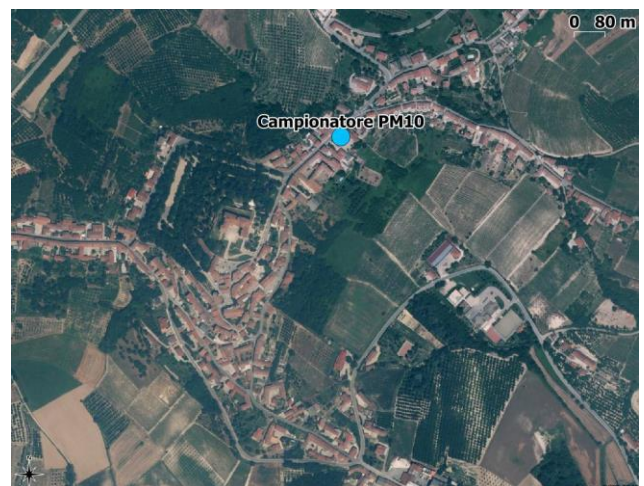
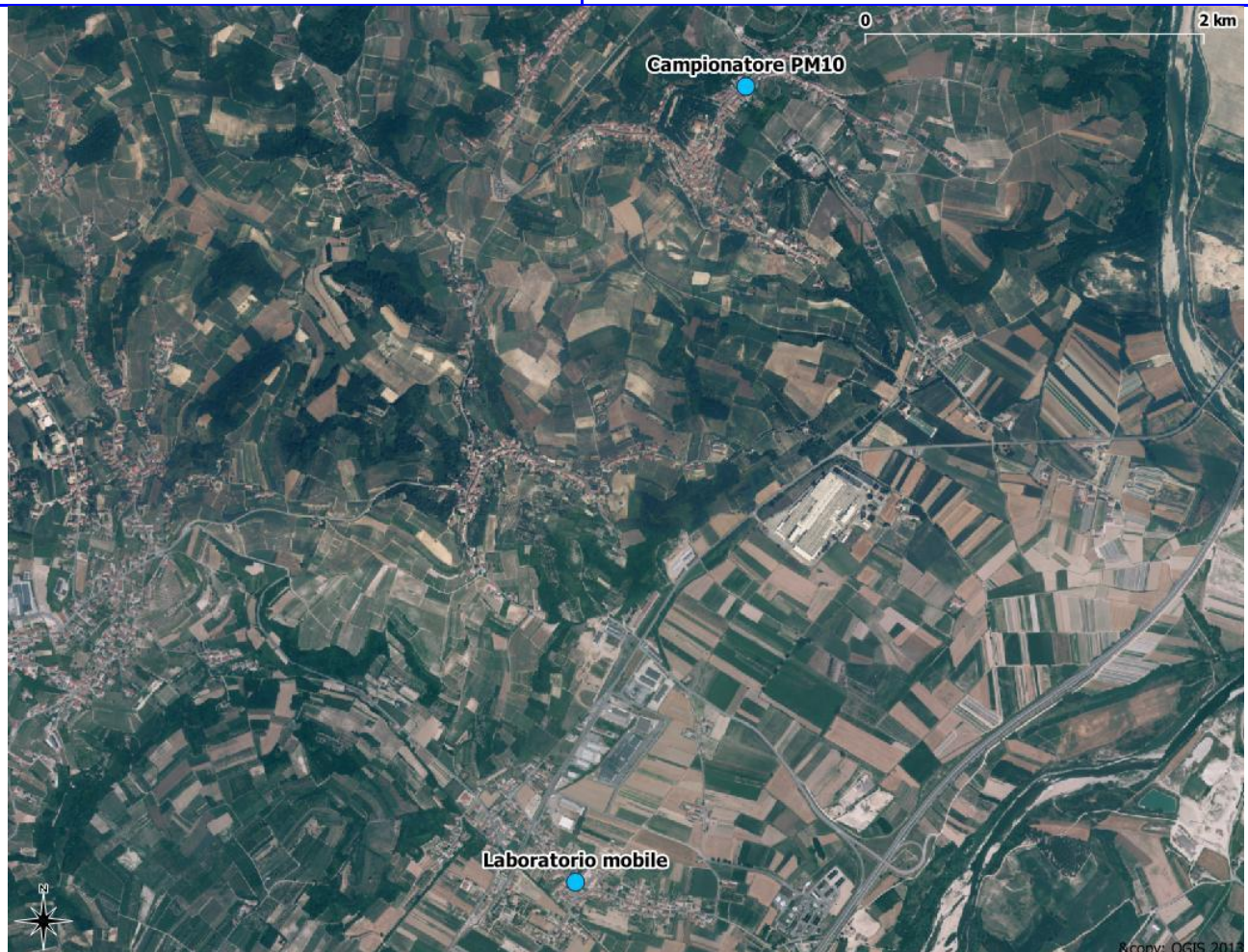
La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair¹, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

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

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

GOVONE



Ortofoto - punti di monitoraggio e ingrandimento dei due siti

LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Località Canove, via Alcide De Gasperi 20
Caratteristiche sito	Sito di fondo urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 428269 m; Y= 4958512 m
Periodo	Dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 2020



Strumentazione Laboratorio mobile:

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

CAMPIONATORE TRASPORTABILE PM10

Localizzazione	Govone, via Boetti
Caratteristiche sito	Sito di fondo urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 429021 m; Y= 4961831 m
Periodo	Dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 2020



ANALISI DEI DATI

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile, oltre ad un campionatore gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, tecnica basata sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol, che consente di eseguire misure con cadenza oraria. Nella campagna di monitoraggio di Govone, per poter realizzare misure contemporanee in due siti differenti ed ottenere dati confrontabili, in aggiunta alle determinazioni di PM₁₀ eseguite con il laboratorio mobile in località Canove è stato utilizzato uno strumento portatile gravimetrico. Tale campionatore è stato installato in via Boetti, nel giardino prospiciente i locali della proloco.

Generalmente i livelli di concentrazione degli inquinanti in aria 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 1 le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate con tecnica gravimetrica nei due siti del comune di Govone, sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato (banda grigio chiaro) e dalle stazioni della vicina provincia di Asti (banda grigio scuro).

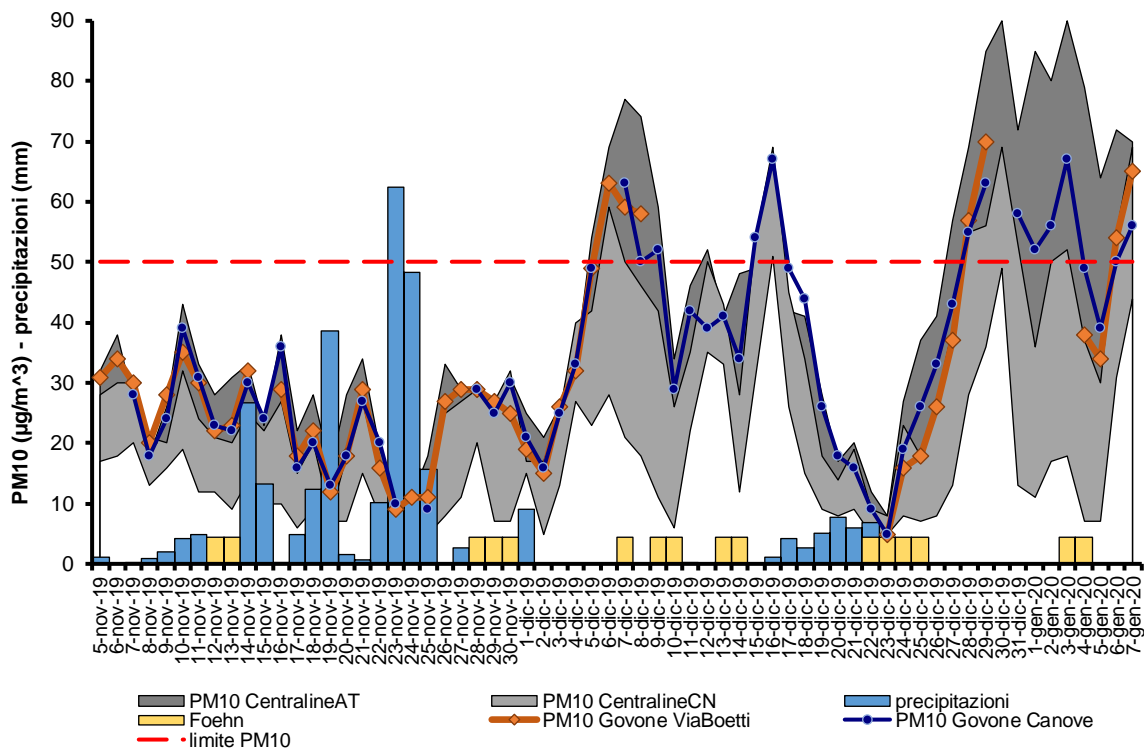


Figura 1) PM₁₀: concentrazioni medie giornaliere rilevate nei due siti del comune di Govone; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) e della provincia di Asti (in grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Govone ed episodi di Foehn nella regione.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di 50 µg/m³ che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Sono riportati inoltre i millimetri di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Govone 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 Govone siano coerenti fra di loro e con gli andamenti dei dati del PM₁₀ della rete fissa. La coerenza tra gli andamenti, verificata anche a livello regionale, è legata alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile e soprattutto al lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) di questo inquinante che ne consente il trasporto su grandi distanze rendendolo ubiquitario su vasta scala. Questa peculiarità fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. Concentrazioni maggiori sono riscontrate, proprio per questo, nei periodi freddi dell'anno; in particolare, i periodi invernali con situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, favoriscono l'accumulo delle polveri e sono perciò caratterizzati da concentrazioni elevate, mentre nei mesi estivi la consistente altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi molto più ampi, determinando pertanto valori di concentrazione più bassi. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente efficaci fenomeni di rimozione delle polveri sottili.

Dal punto di vista meteorologico (si veda l'approfondimento a pagina 26), il primo mese di monitoraggio è stato particolarmente piovoso, il numero di giorni di pioggia è risultato su tutto il Piemonte superiore alla media del periodo, sono mancati i lunghi periodi di stabilità anticiclonica generalmente responsabili dell'accumulo degli inquinanti. Come si può osservare dal grafico di figura 1 tali condizioni hanno favorito la costante rimozione delle polveri, che nel mese di novembre si sono mantenute a concentrazioni molto basse. Sebbene anche nel mese di dicembre il numero di giorni piovosi sia risultato superiore alla media ed i giorni con episodi di foehn siano stati doppi rispetto alla norma, la presenza di alcuni giorni consecutivi di assenza di questi fenomeni di rimozione ha consentito alle polveri di aumentare in concentrazione e di superare in alcune giornate il limite di 50 µg/m³. Dopo Natale in particolare ha avuto inizio un lungo periodo siccitoso, che è stato caratterizzato da livelli di polveri critici sul Piemonte e sull'intero bacino Padano.

Complessivamente la strumentazione è stata predisposta per campionare le polveri per 64 giorni in ciascun sito di Govone, ma per problemi che si sono verificati sulle forniture elettriche, sono disponibili 57 dati di concentrazione giornaliera per località Canove e 44 per via Boetti. Facendo un'analisi delle sole giornate in cui sono contemporaneamente disponibili le concentrazioni di entrambi i siti, si ottengono gli indicatori riportati in tabella 1, il test statistico eseguito sui dati permette di affermare che le concentrazioni misurate nei due siti del Comune di Govone sono equivalenti in media.

PM ₁₀ 5 novembre '19 ÷ 7 gennaio '20	Località Canove	Govone Via Boetti
Superamenti limite 50 µg/m ³	4	6
Media (µg/m ³)	30.6	30.1
Mediana(µg/m ³)	27.5	27.5
Max (µg/m ³)	63	70
Num. dati	38	38

Tabella 1) PM₁₀: confronto tra le concentrazioni giornaliere rilevate in località Canove e in via Boetti a Govone (periodo 5 novembre 2019 ÷ 7 gennaio 2020, considerate solamente le giornate con dati disponibili in entrambi i siti)

Data tale equivalenza, i dati dei due siti sono stati accorpati, utilizzando la media dei due valori quando entrambi presenti e l'unico dato disponibile in caso di assenza di uno dei due. In questo modo si è ottenuta un'unica serie di dati rappresentativa di entrambi i siti del territorio di Govone ma dotata di numerosità maggiore e pertanto in grado di coprire quasi l'intero periodo di analisi.

La distribuzione delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ di Govone così ottenute è rappresentata, nella figura seguente, con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa delle province di Cuneo, Asti e della stazione di fondo di Torino Lingotto.

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° percentile²), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

Nella tabella presente sotto la figura sono riportati il numero di superamenti, le concentrazioni medie, mediane, massime giornaliere e il numero di dati disponibili di PM₁₀ per ogni punto di misura. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

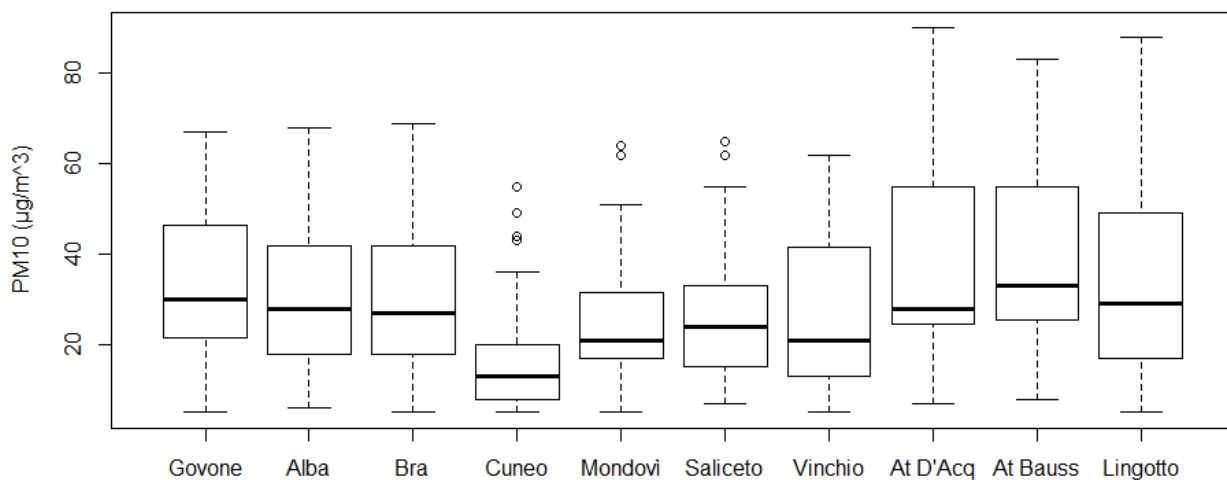


Figura 2) PM₁₀: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Govone, nelle stazioni delle province di Cuneo ed Asti e presso la stazione di Torino Lingotto (periodo 5 novembre '19 ÷ 7 gennaio '20)

PM ₁₀ 5 novembre '19 ÷ 7 gennaio '20	Govone	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Vinchio (FR)	Asti D'Acquisto (FU)	Asti Baussano (TU)	Torino Lingotto (FU)
Superamenti limite 50 µg/m ³	14	6	9	1	3	4	8	16	18	15
Media (µg/m ³)	34	30	30	16	25	26	26	39	39	35
Mediana(µg/m ³)	30	28	27	13	21	24	21	28	33	29
Max (µg/m ³)	67	68	69	55	64	65	62	90	83	88
Num. dati	63	61	64	64	63	53	63	59	63	63

Tabella 2) PM₁₀: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Govone 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).

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

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

pedemontana alla zona di pianura, con situazioni “aggravate” nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona nord di pianura e collina della provincia costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, possiede una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti³. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse presenti ad Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano 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 PM₁₀. I livelli riscontrati in queste due stazioni sono generalmente più simili a quelli rilevati nelle stazioni delle città di Asti e Torino. La stazione presente a Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, è fortemente influenzata dalle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante. La stazione di Saliceto, nonostante si trovi in una zona rurale a margine del bacino padano, e pertanto non sia caratterizzata da livelli di fondo elevati, nel periodo invernale risente delle emissioni locali di materiale particolato provenienti dal diffuso utilizzo della biomassa legnosa come combustibile.

I dati del periodo in analisi, rappresentati in figura 2 e sintetizzati nella tabella 2, indicano per il territorio di Govone, una situazione di inquinamento da polveri sottili compatibile con la sua posizione geografica, ovvero livelli intermedi tra quelli misurati ad Alba e Bra, e quelli più elevati registrati ad Asti, e del tutto simile a quelli della stazione di fondo di Torino Lingotto.

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, oltre al limite sulle medie giornaliere, un limite relativo alla media annuale (40 µg/m³). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media e del numero di superamenti, con i limiti annuali non è corretto. È però possibile stimare l'entità dei valori annuali di Govone facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Al fine di migliorare la stima, oltre ai dati delle cinque stazioni fisse di misura del PM₁₀ della provincia di Cuneo, sono stati utilizzati quelli delle stazioni di Asti Baussano, Vinchio e Torino Lingotto (non sono stati utilizzati i dati della stazione Asti D'Acquisto poiché nel 2019 non hanno raggiunto la percentuale di disponibilità minima richiesta dalla norma). Per ciascuna stazione le concentrazioni medie relative al periodo della campagna di misura a Govone (riportate nella tabella 2) 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.

Nel grafico di figura 3 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. I test eseguiti sui coefficienti R di Pearson ottenuti indicano una correlazione statisticamente significativa. A partire dalla regressione lineare trovata è stata quindi stimata la seguente concentrazione media annuale per Govone, riferita al 2019, ed il rispettivo errore standard:

$$\text{Govone: media PM}_{10} (2019) = 29.2 \pm 6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

³ Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2018 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

Il valore medio stimato rispetta la soglia normativa annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ma risulta essere più elevato rispetto agli altri siti di misura della provincia di Cuneo (tabella 3).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Vinchio (FR)	Torino Lingotto (FU)
Media anno 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	26	24	22	22	38	21	29

Tabella 3) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2019 per le stazioni della provincia di Cuneo, Asti e Torino Lingotto.

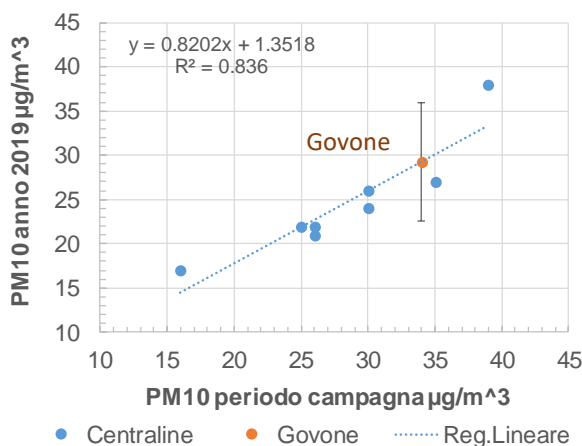


Figura 3) PM_{10} : stima della concentrazione media annuale di Govone mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2019.

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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Govone per l'intero anno 2019. Il valore ottenuto a partire dalla regressione lineare (correlazione statisticamente significativa – fig. 4) è pari a:

Govone: numero superamenti (2019) = 43 ± 6

Tale valore è superiore al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile), decisamente più elevato di quanto registrato, nel 2019, presso le stazioni della provincia di Cuneo (tabella 4) e più prossimo ai valori registrati nelle stazioni di Torino Lingotto ed Asti Baussano.

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti Baussano (TU)	Vinchio (FR)	Torino Lingotto (FU)
Numero superamenti anno 2019	3	24	20	10	11	58	15	48

Tabella 4) PM_{10} : superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'anno 2019 nelle stazioni della provincia di Cuneo, Asti e Torino Lingotto.

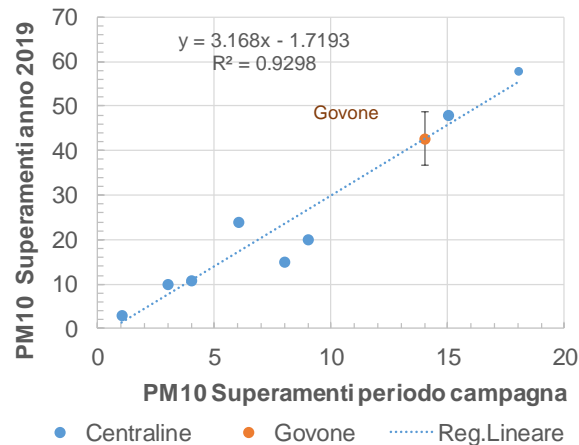


Figura 4) PM_{10} : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu g/m^3$ di Govone mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2019.

I dati di PM_{10} acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Date le differenti condizioni meteorologiche che si sono verificate durante il monitoraggio e la loro influenza sulle concentrazioni di PM_{10} , sono stati valutati separatamente i giorni medi del mese di novembre e del secondo periodo, compreso dal 1° dicembre al 7 gennaio. Essi sono rappresentati nel grafico di figura 5 insieme ai giorni medi del PM_{10} misurato presso la stazione di Bra con strumento automatico ad attenuazione beta. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95%.

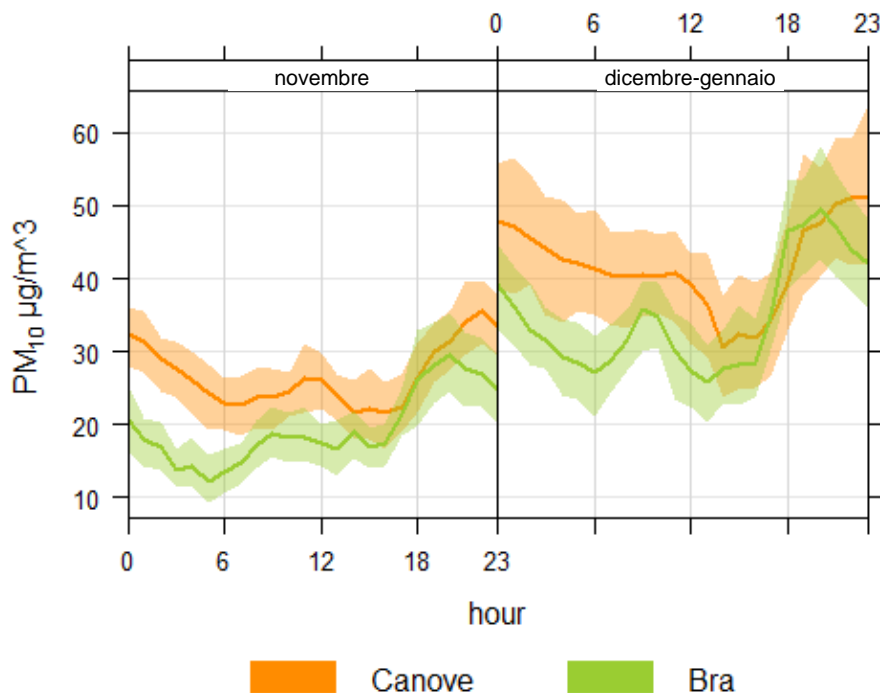


Figura 5) PM_{10} : confronto dei giorni medi del sito di Canove e della stazione di Bra (5 novembre '19 ÷ 7 gennaio '20).

Il giorno medio permette di individuare la presenza di variazioni ricorrenti nelle concentrazioni dovute all'influenza delle attività antropiche locali. Dai grafici di figura 5 si osserva come le concentrazioni inizino ad aumentare dalle ore 6 e, in entrambi i siti ed in ambedue i periodi, sia particolarmente marcato il picco che si verifica dopo le ore 17 e a cui

segue una diminuzione molto lenta dei valori nelle ore notturne (i grafici sono riferiti all'ora solare). Generalmente per il PM₁₀ sia la crescita che la diminuzione delle concentrazioni sono più lente rispetto ad altri inquinanti, come gli ossidi di azoto (si confronti pag. 22), ciò è dovuto ai maggiori tempi di permanenza in atmosfera del particolato e ai tempi necessari alla formazione della sua frazione "secondaria" che ne costituisce la parte preponderante e si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali gli stessi ossidi di azoto, l'ammoniaca, i composti organici volatili...

Dal confronto tra i grafici di sinistra e destra, emerge come sia stata netta la differenza tra i livelli di inquinamento da PM₁₀ dei due periodi e quindi sia stata forte l'influenza della meteorologia. In particolare, nel secondo periodo anche i valori minimi si sono sempre mantenuti a livelli elevati, a causa del contributo del "fondo regionale" che, in assenza di fenomeni di rimozione (precipitazioni e vento), tende ad accumularsi.

In entrambi i periodi il raffronto tra i due punti di misura evidenzia i più elevati livelli di polveri sottili presenti nel sito di Canove, ed in particolare la maggior tendenza in tale sito all'accumulo nelle ore notturne.

METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Per i campioni di polveri acquisiti nei due siti del comune di Govone nei mesi di novembre e dicembre, dopo la misura gravimetrica della concentrazione di PM₁₀, si è proceduto alla determinazione in laboratorio delle concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (nel seguito IPA) e metalli presenti.

La norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce dei valori obiettivo per Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene ed un valore limite per il Piombo, riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolati come media su un anno civile. Pertanto, soltanto per queste sostanze, e solamente su base mensile, la determinazione è costantemente eseguita per tutte le stazioni della rete fissa della qualità dell'aria dove il campionamento del PM₁₀ 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 Govone, aggregando, analogamente alle stazioni fisse della rete, i filtri giornalieri di ciascun mese e ottenendo le concentrazioni medie mensili di novembre (con i campioni dal giorno 5 al 30) e dicembre.

I risultati ottenuti per i due punti di campionamento sono riportati nella tabella 5 per gli IPA e nella tabella 6 per i metalli. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime⁴ al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL). 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 determinate (IPA totali) per i campioni di Govone, ed il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM₁₀, sono confrontate con quelle rilevate presso le stazioni fisse della provincia nei grafici di figura 6. Per ciascuno degli IPA determinati e per i metalli presenti in quantità rilevabili in entrambi i mesi (Zinco, Cromo, Manganese, Rame e Piombo) le concentrazioni nei due siti di Govone sono rappresentate nelle figure 7÷12 e confrontate con quelle delle centraline fisse.

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

Dal grafico di sinistra di figura 6 si può osservare come in tutti i siti di misura le concentrazioni di IPA siano aumentate dal mese di novembre a dicembre; nel grafico di destra di figura 6, la costanza dei valori tra i due mesi evidenzia come il contenuto percentuale di IPA nel PM₁₀ non sia cambiato e pertanto come le minori concentrazioni di novembre siano dovute all'abbattimento del PM₁₀ da parte delle precipitazioni.

Tra i livelli di IPA dei due siti di Govone, quelli di località Canove assumono valori maggiori che risultano elevati anche nel confronto con le altre stazioni, in particolare i valori del benzo(a)pirene sono confrontabili con quelli misurati a Saliceto. Questa è l'unica stazione della provincia in cui in passato è stato registrato il superamento del valore obiettivo. Mentre la maggior parte degli IPA è classificata nel gruppo 2B ("possibili cancerogeni per l'uomo"), per il benzo(a)pirene la cancerogenicità è accertata (è classificato nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo"). Per questo motivo tale composto è usato come indicatore di

⁴ Massa campione < LCL/2 + bianco

esposizione in aria per l'intera classe degli IPA, ed è stabilito un valore obiettivo per la sua concentrazione.

Anche tra i dati dei metalli misurati a Govone, quelli misurati in località Canove sono per lo più maggiori di quelli di via Boetti; tuttavia non emergono criticità, né nei confronti con gli indicatori normativi presenti, né con i dati misurati presso le stazioni fisse, infatti sono confrontabili con quelli delle stazioni da traffico di Bra e Mondovì. La letteratura del settore considera come principale fonte di emissione di Cromo, Rame e Antimonio l'usura dei freni, e per lo Zinco, l'usura degli pneumatici.

	Benzo(a) pirene (ng/m ³)	Indeno(1,2,3- cd)pirene (ng/m ³)	Crisene (ng/m ³)	Benzo(g,h,i) perilene (ng/m ³)	Benzo(a) antracene (ng/m ³)	Benzo(b+j+k) fluorantene (ng/m ³)	IPA totali (ng/m ³)	IPA totali (% su PM ₁₀)
Località Canove								
nov-19	1.1	1.1	1.0	1.2	0.7	2.7	7.9	0.034
dic-19	1.8	1.7	1.5	1.7	1.4	4.0	12.2	0.033
Via Boetti Govone								
nov-19	0.6	0.8	0.6	0.8	0.3	1.7	4.8	0.020
dic-19	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	2.5	7.6	0.021
Valore obiettivo (media anno civile)	1.0							

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

	Arsenico (ng/m ³)	Cadmio (ng/m ³)	Nichel (ng/m ³)	Piombo (μg/m ³)	Antimonio (ng/m ³)	Cromo (ng/m ³)	Manganese (ng/m ³)	Rame (ng/m ³)	Vanadio (ng/m ³)	Zinco (ng/m ³)
Località Canove										
nov-19	0.7	0.1	2.0	0.004	0.7	1.8	4.7	10.2	0.7	25.9
dic-19	0.7	0.2	0.7	0.006	1.0	3.6	8.0	19.9	0.7	39.3
Via Boetti Govone										
nov-19	0.7	0.1	0.7	0.004	0.7	1.8	3.0	6.3	0.7	16.4
dic-19	0.7	0.1	0.7	0.005	0.7	2.4	4.9	9.2	0.7	19.0
Valore obiettivo (media anno civile)	6.0	5.0	20.0	0.5						

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

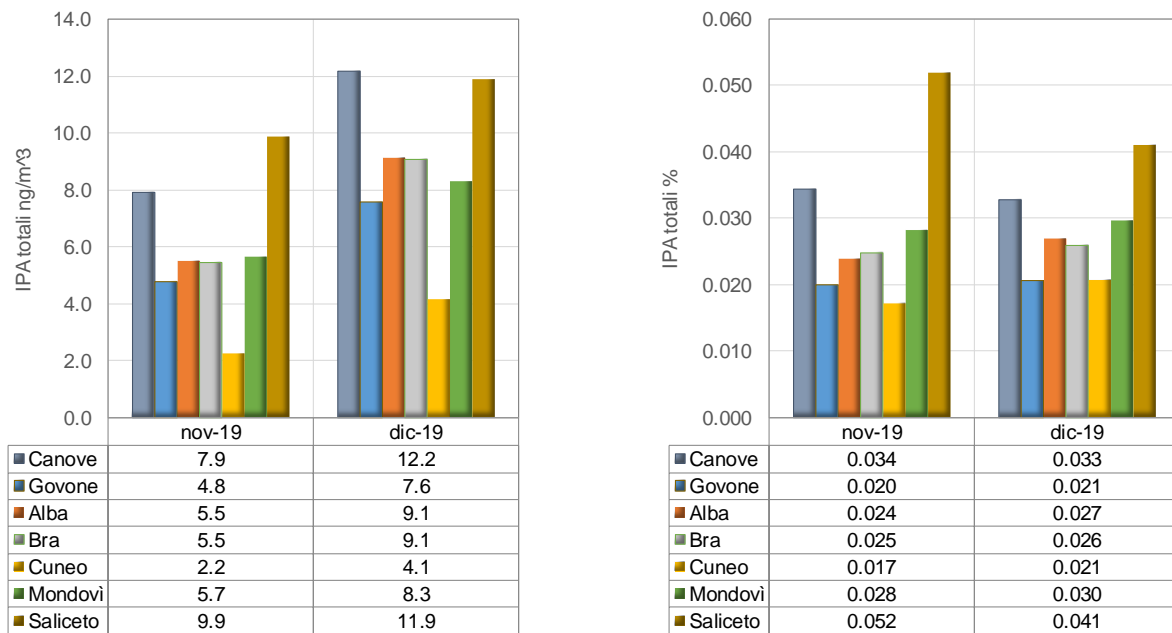


Figura 6) IPA totali (a sinistra) e percentuale di IPA nel PM10 (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

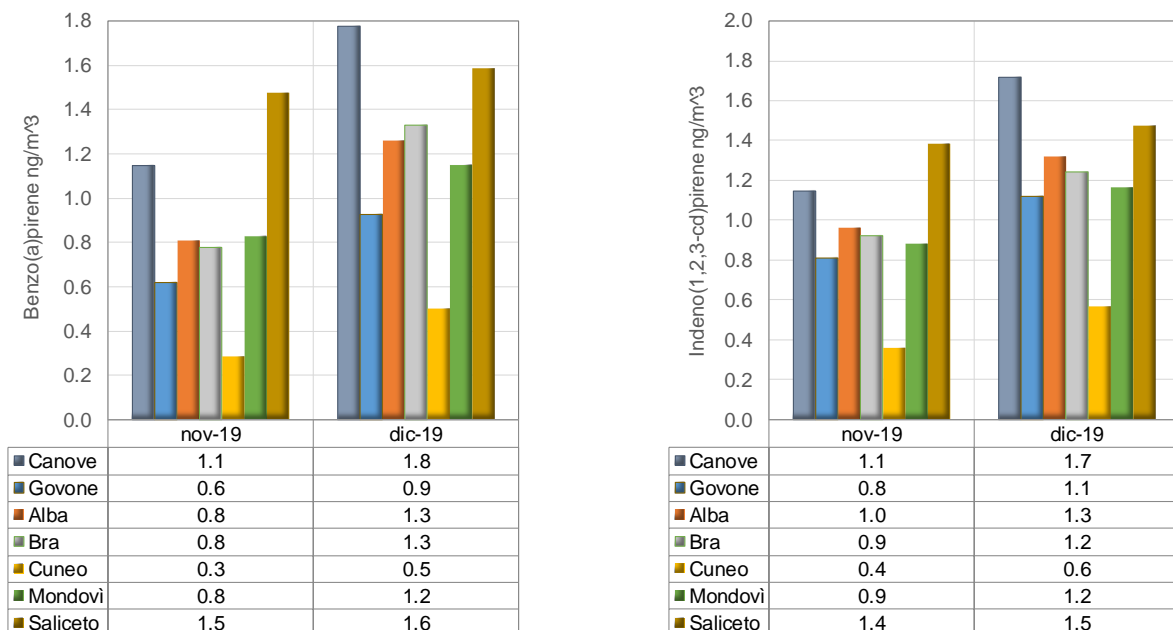


Figura 7) Benzo(a)pirene (a sinistra) e Indeno(1,2,3-cd)pirene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

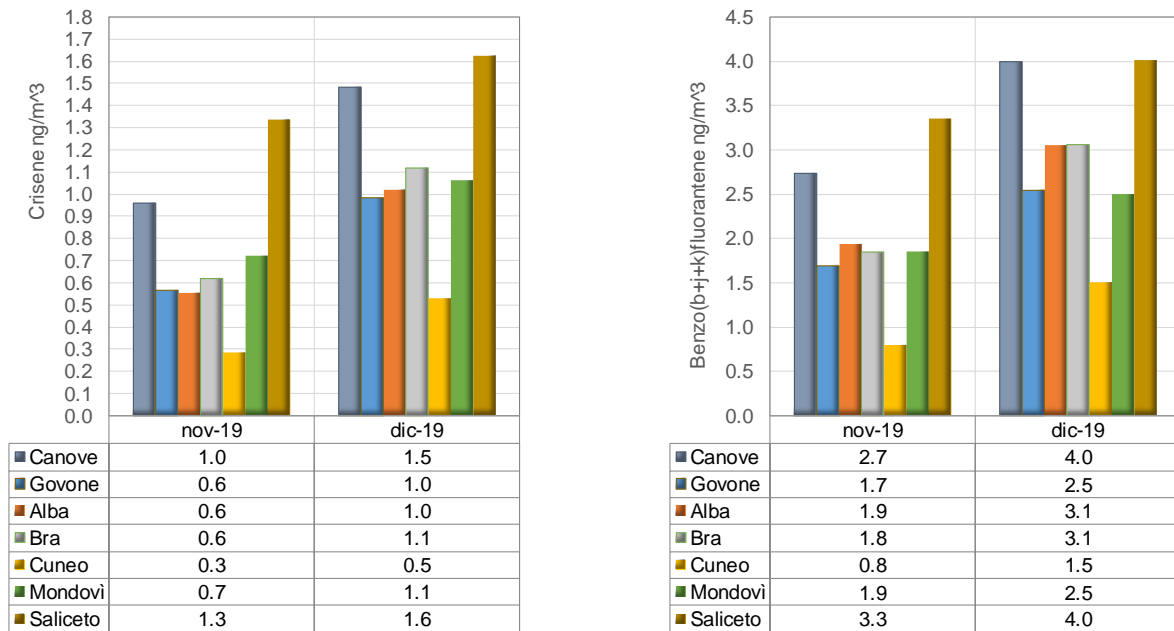


Figura 8) Crisene (a sinistra) e Benzo(b+j+k)fluorantene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

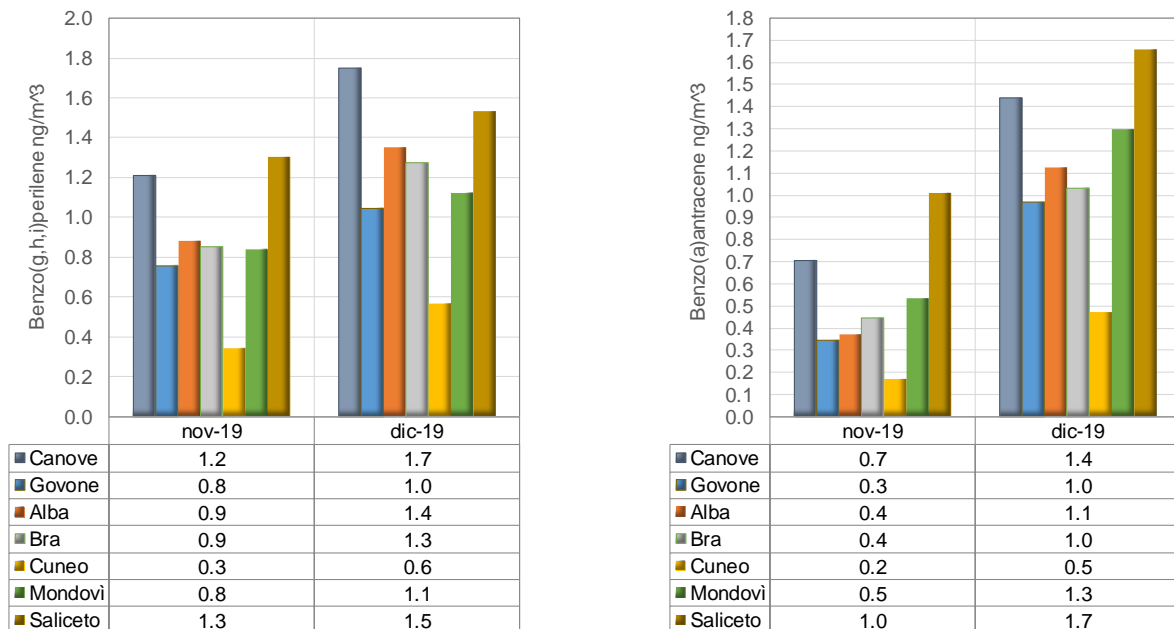


Figura 9) Benzo(g,h,i)perilene (a sinistra) e Benzo(a)antracene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

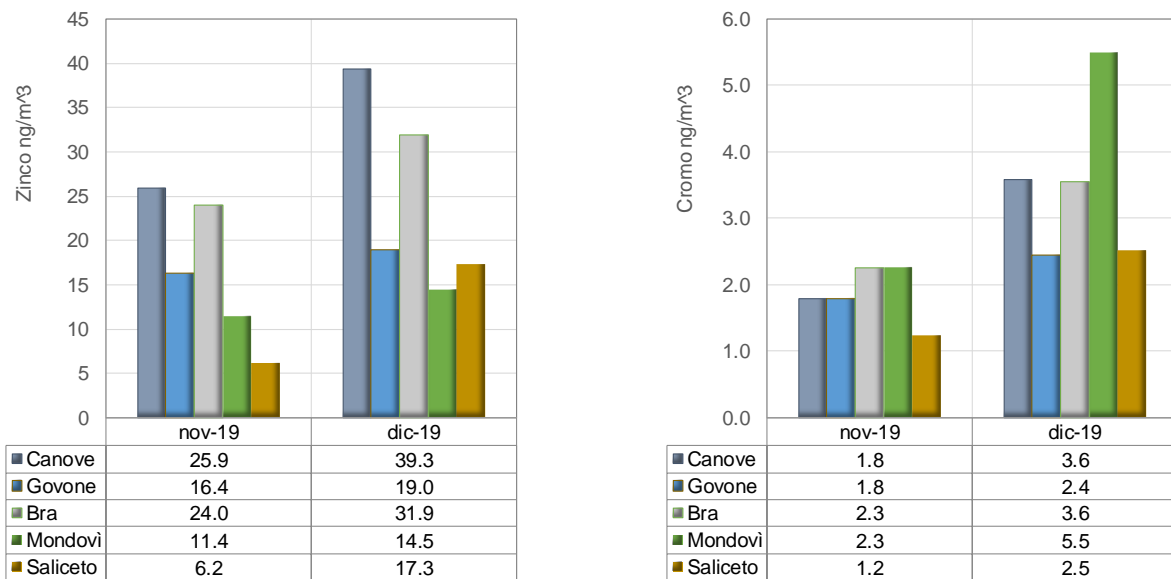


Figura 10) Zinco (a sinistra) e Cromo (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

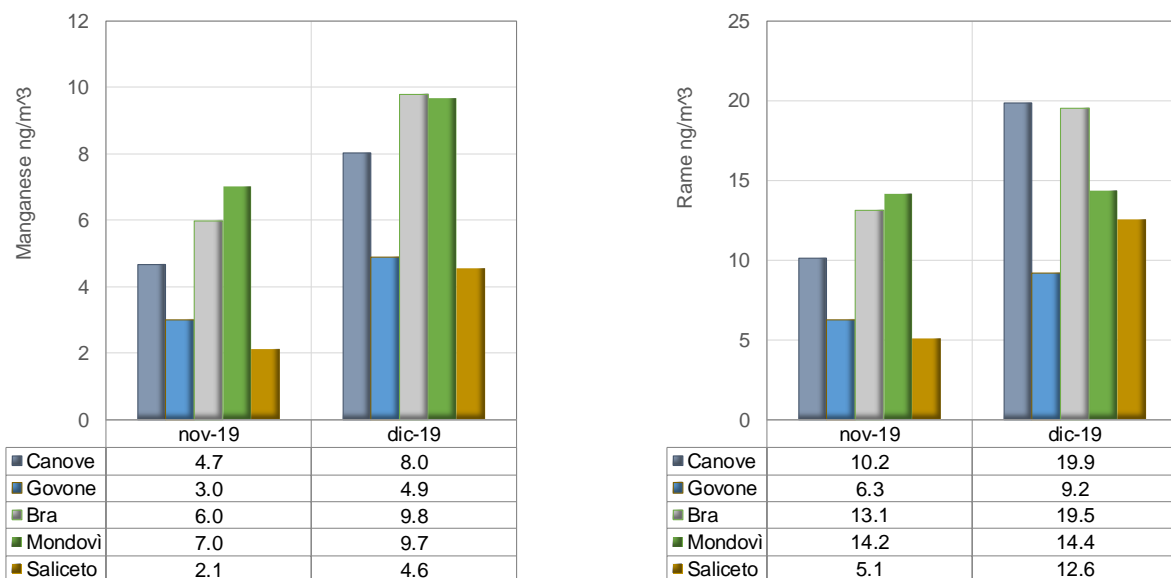


Figura 11) Manganese (a sinistra) e Rame (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

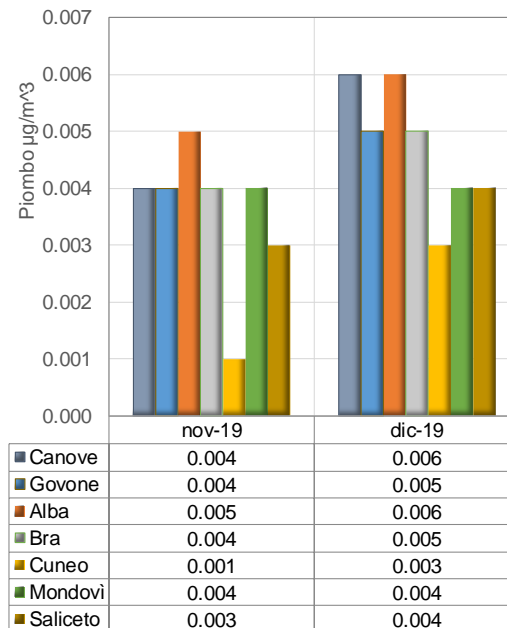


Figura 12) Piombo: Confronto delle medie mensili misurate a Govone, nei siti di località Canove e via Boetti, e presso le centraline fisse.

Per poter avere una stima della media annuale per il benzo(a)pirene di Govone si è proceduto, in modo analogo a quanto fatto per il PM₁₀, 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 Vinchio e Torino-Lingotto; per ognuna di esse la concentrazione media del benzo(a)pirene relativa ai mesi di novembre e dicembre 2019, 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.

Nel grafico di figura 13 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson attribuisce significatività statistica alla correlazione. A partire dalla regressione lineare calcolata e dai dati medi misurati nei due siti del comune di Govone sono stati quindi stimate le concentrazioni medie annuali, riferite al 2019 e gli errori standard, risultanti pari a:

Sito **Canove**: media Benzo(a)pirene (2019) = 0.7 ± 0.11 ng/m³

Sito **via Boetti**: media Benzo(a)pirene (2019) = 0.3 ± 0.08 ng/m³

La stessa cosa è stata ripetuta prendendo come riferimento l'anno 2017, in quanto, al contrario di quanto successo nel 2019, 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:

Sito **Canove**: media Benzo(a)pirene (2017) = 1.0 ± 0.12 ng/m³

Sito **via Boetti**: media Benzo(a)pirene (2017) = 0.5 ± 0.09 ng/m³

Tali valori stimati indicano per il sito di località Canove una situazione che negli anni con situazioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli inquinanti potrebbe superare il 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.

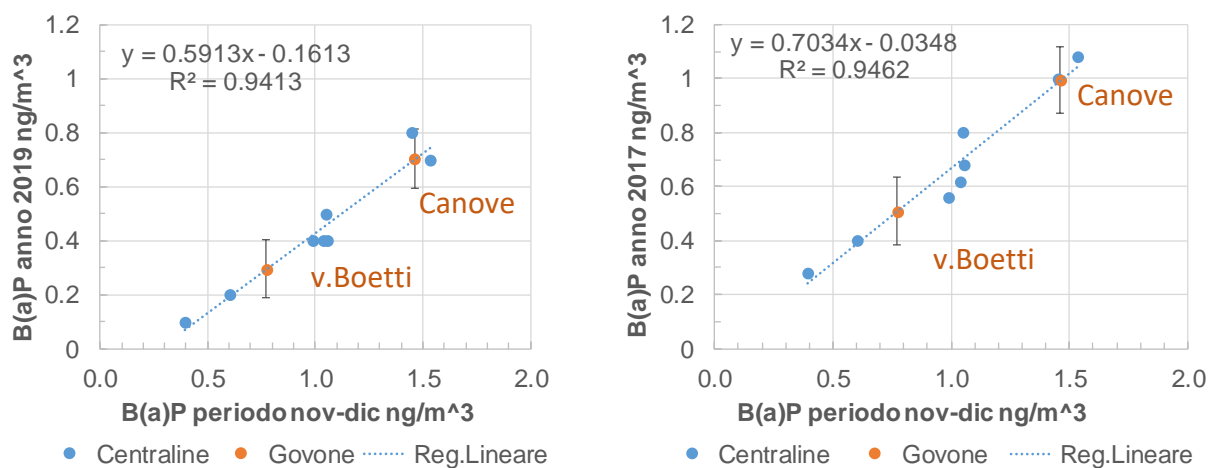


Figura 13) Benzo(a)pirene: stima della concentrazione media annuale nei siti di misura di Govone mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2019 (a sinistra) e dell'anno 2017 (a destra).

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

Per gli ossidi di azoto la normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che riguardano il biossido: uno relativo alla media annuale, pari a 40 µg/m³, e l'altro alla media su un'ora, di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile.

La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO₂ misurate con il laboratorio mobile nel sito di località Canove a Govone, dal 6 novembre 2019 al 8 gennaio 2020, è rappresentata nella figura sottostante insieme alle concentrazioni rilevate presso la stazione di fondo urbano di Alba.

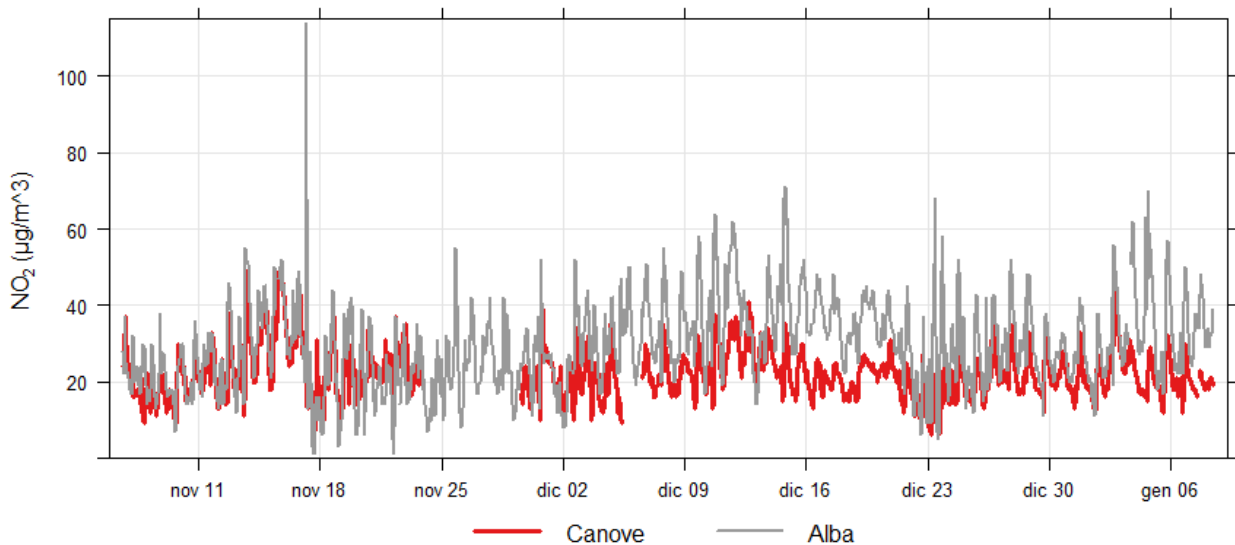


Figura 14) NO₂: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile in località Canove e presso la stazione di fondo di Alba.

A differenza delle polveri sottili, 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 postazioni di misura sono pertanto maggiormente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità, sebbene anch'esse subiscano l'influenza della meteorologia e risentano della presenza di condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti. Nonostante il grafico sia poco leggibile è possibile individuare le oscillazioni giornaliere che le concentrazioni subiscono a causa delle emissioni dell'attività antropica.

Nella figura 15 la distribuzione delle medie orarie di NO₂ rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio a Govone, 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, e da due stazioni della provincia di Asti.

Nella tabella 7 sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO₂ relativi alla campagna di monitoraggio del laboratorio mobile, insieme ai valori ottenuti, nello stesso periodo, dalle stazioni della rete fissa. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

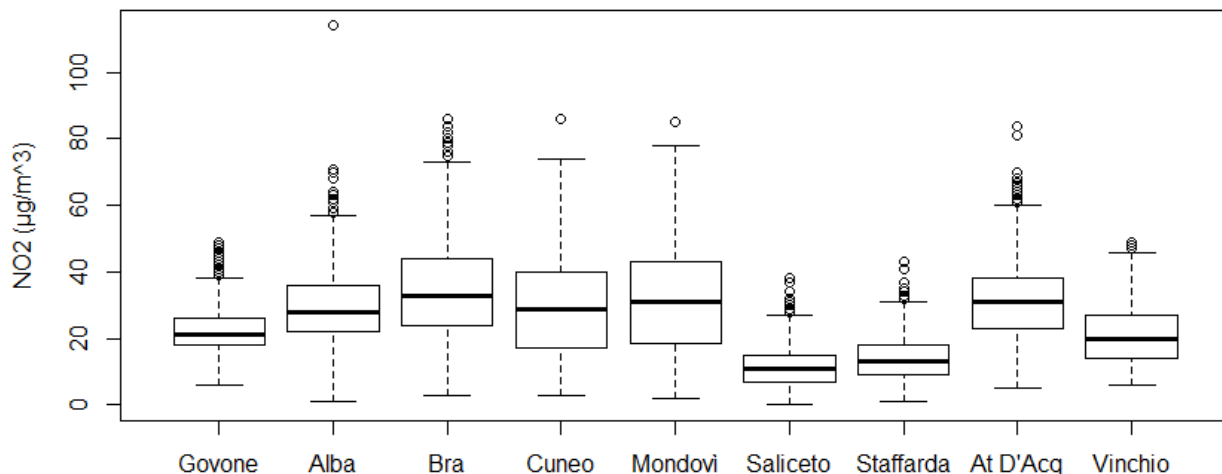


Figura 15) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile in località Canove a Govone, presso le stazioni della provincia di Cuneo e due stazioni della provincia di Asti (periodo 6 novembre '19 ÷ 8 gennaio '20)

NO ₂ (µg/m ³) 6 nov'19÷8 gen'20	Govone	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)	Asti D'Acquisto (FU)	Vinchio (FR)
Media	22.2	29.5	34.6	29.8	31.7	11.6	13.8	31.5	20.9
Mediana	21	28	33	29	31	11	13	31	20
Massimo	49	114	86	86	85	38	43	84	49

Tabella 7) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Govone, presso le stazioni della provincia di Cuneo e due stazioni della provincia di Asti (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, nel sito di località Canove siano stati misurati livelli di concentrazioni di NO₂ inferiori a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani e superiori a quelli delle stazioni di fondo rurale. 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 µg/m³ (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile).

Nella figura 16 sono confrontati i giorni medi del biossido del sito di Govone, e delle vicine stazioni di Alba, Asti D'Acquisto e Vinchio. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media. Essi dimostrano l'importanza del contributo antropico: le concentrazioni scendono a valori minimi intorno alle 4-5 del mattino, subiscono quindi una crescita, più importante nei siti urbani, per raggiungere un primo massimo intorno alle 8 del mattino. Il picco più rilevante si verifica, anche nel sito di Govone, tra le 18 e le 20, ovvero in corrispondenza delle ore di punta del traffico (i grafici sono riferiti all'ora solare).

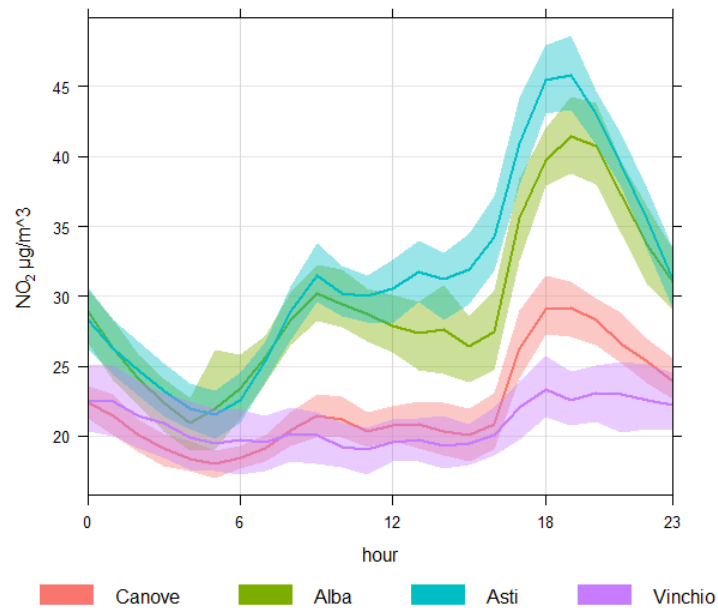


Figura 16) NO₂: giorno medio della campagna di monitoraggio di Govone e delle stazioni fisse di Alba, Asti D'Acquisto e Vinchio.

OZONO – O₃

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

Il comportamento giornaliero si può appurare nella figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Govone e di quelle registrate, nello stesso periodo, dalla centralina fissa di Alba. Buona è la somiglianza degli andamenti dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni.

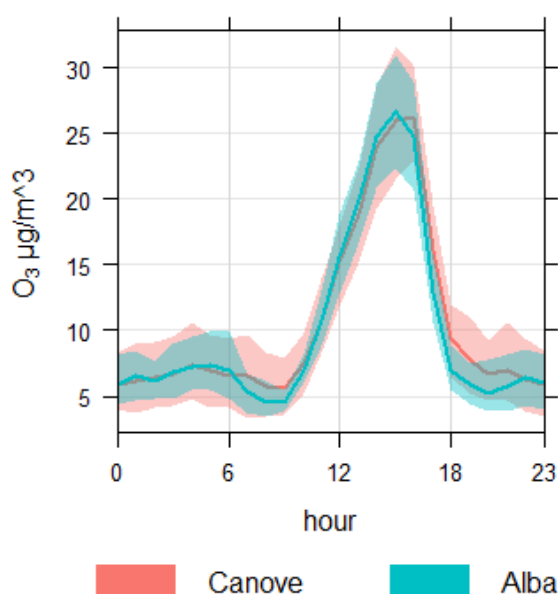


Figura 17) O₃: giorno medio di Govone e della stazione fissa di Alba per il periodo 6 novembre '19 ÷ 8 gennaio '20.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m³ e 240 µg/m³ rispettivamente. Stabilisce inoltre un valore obiettivo per la protezione della salute umana, che fa riferimento ad una media massima giornaliera su 8 ore, e che è pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni, che attualmente viene disatteso in tutte le stazioni della provincia.

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

Il grafico di figura 18 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi delle concentrazioni orarie, misurate nel monitoraggio a Govone, confrontate con l'intervallo dei valori misurati dalle stazioni fisse della provincia di Cuneo.

Il buon accordo tra gli andamenti si può attribuire alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni

delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Alba: sebbene la radiazione non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra il suo andamento e quello dell'ozono.

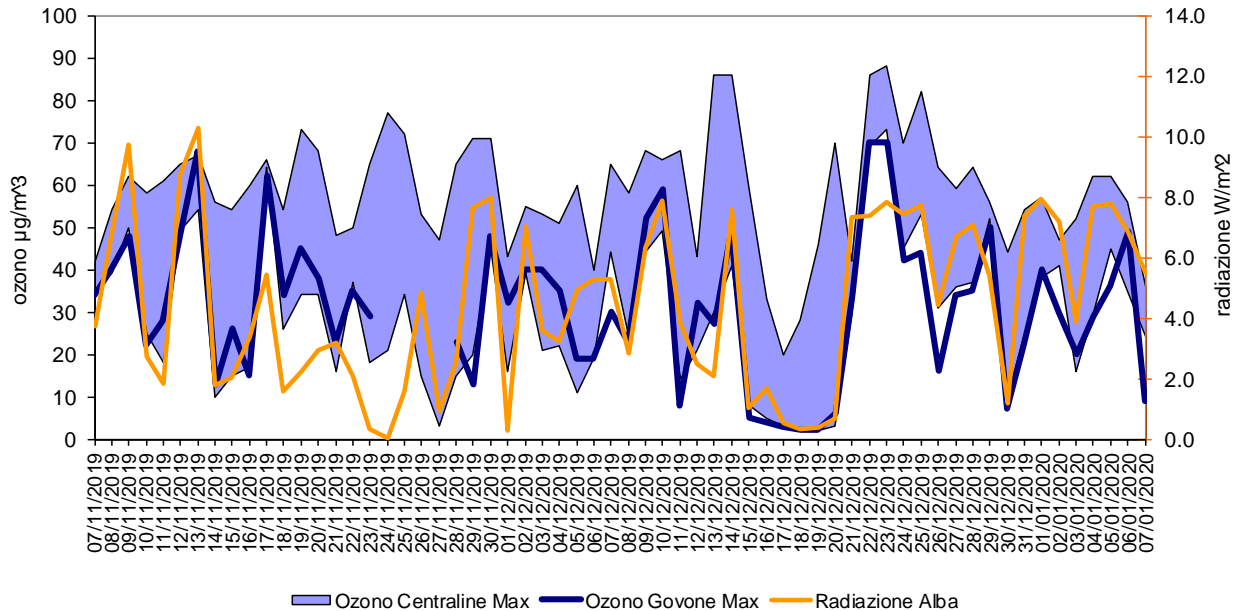


Figura 18) O₃: concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Govone e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteo di Alba.

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE

Il benzene ed il monossido di carbonio sono due inquinanti la cui emissione è legata principalmente al traffico veicolare, ma i cui quantitativi si sono notevolmente ridotti negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative delle benzine. Sensibili miglioramenti sono stati riscontrati anche per il biossido di zolfo che ha tra le sue sorgenti il traffico veicolare (6-7%), in particolare i motori diesel, e che era ritenuto fino agli anni '80 il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

Per il **biossido di zolfo** il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due classi di limiti per la protezione della salute umana: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile.

Le concentrazioni orarie misurate con il laboratorio mobile in località Canove, 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 di 13 µg/m³. Pertanto, oltre ad essere più di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, si tratta di valori prossimi ai limiti di rilevabilità strumentali.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m³ come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

In provincia di Cuneo i valori di CO registrati dalla rete delle centraline fisse, molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle misure, sono andati diminuendo e le concentrazioni medie su 8 ore si sono assestate negli ultimi sei anni a valori inferiori a 2 mg/m³.

Nella campagna di Govone i valori rilevati sono confrontabili con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.0 mg/m³. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m³ su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di località Canove non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta nel periodo di misura è pari a 1.4 µg/m³.

SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito è analizzata l'evoluzione della situazione meteorologica del periodo di monitoraggio della qualità dell'aria a Govone.

Nel mese di novembre 2019 in Piemonte le precipitazioni sono state superiori alla media degli anni 1971-2000, con 327.6 mm medi ed un surplus di 249 mm (pari al 317%); novembre 2019 si pone al 2° posto tra i corrispondenti mesi più piovosi degli ultimi 62 anni. Il numero di giorni piovosi è risultato ovunque superiore alla media. Va sottolineato l'evento pluviometrico dei giorni 22-25 novembre 2019, nel corso del quale si sono verificate precipitazioni intense e persistenti sul territorio piemontese con diffuse situazioni di criticità. La temperatura ha avuto media di circa 4.8°C con un'anomalia termica positiva di circa 0.6°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. I giorni più caldi sono stati il 4 ed il 5 novembre mentre il picco del freddo si è verificato il 14 novembre, ma non si sono verificati valori da primato mensile.

Novembre 2019 ha avuto una buona dinamica meteorologica e sono mancati i lunghi periodi di stabilità anticiclonica che favoriscono la formazione di nebbie fitte e persistenti e determinano l'accumulo degli inquinanti.

In Piemonte dicembre 2019 ha avuto una temperatura media di circa 3.8°C con un'anomalia termica positiva di circa 2.5°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed è risultato il 3° mese di dicembre più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 62 anni. Meritano una citazione i 13 giorni del mese con episodi di foehn, circa il doppio rispetto alla norma del periodo 2000 – 2015, che hanno contribuito allo scostamento termico positivo. Dal punto di vista pluviometrico si è registrata una precipitazione media di 123 mm, superiore di 68,7 mm (pari al 127%) rispetto alla norma del periodo 1971-2000, ed è risultato l'8° mese di dicembre più piovoso degli ultimi 62 anni. Il numero di giorni piovosi è stato ovunque superiore alla media.

Nel mese di gennaio 2020 dopo le condizioni di Foehn che si sono verificate nei giorni 3 e 4, il Piemonte è stato interessato da una fase di stabilità atmosferica durante la quale si sono verificate condizioni di nebbia sulle pianure, localmente fitta e persistente soprattutto tra il 6 e l'8 gennaio 2020. Il 7 è risultato il giorno mediamente più freddo del mese sui settori pianeggianti con 0.9°C mentre la giornata successiva ha avuto le temperature minime più basse con -1.6°C medi sul Piemonte.⁵

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile nella località Canove di Govone si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 17.4°C, raggiunta il 4 novembre, la media di 5.3 °C e la minima di -3.2 °C, registrata l'11 dicembre.

Nel grafico della figura 19 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 Alba – Tanaro (non è stato utilizzato il dato misurato dal laboratorio mobile in quanto lo strumento andava in ombra in alcune ore del giorno).

⁵ Il Clima in Piemonte. Novembre 2019 – Dicembre 2019 – Gennaio 2020. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

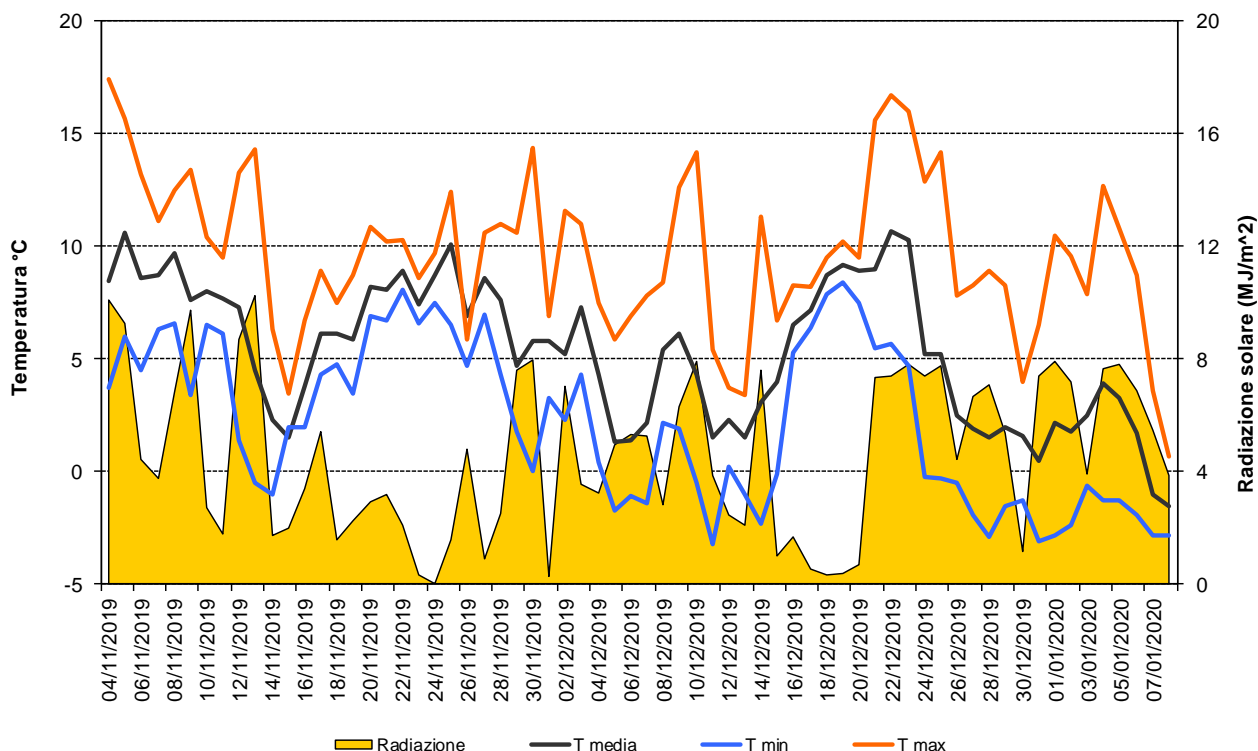


Figura 19) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Canove; totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteorologica di Alba-Tanaro.

Nella figura 20 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 Govone - Cascina Canova.

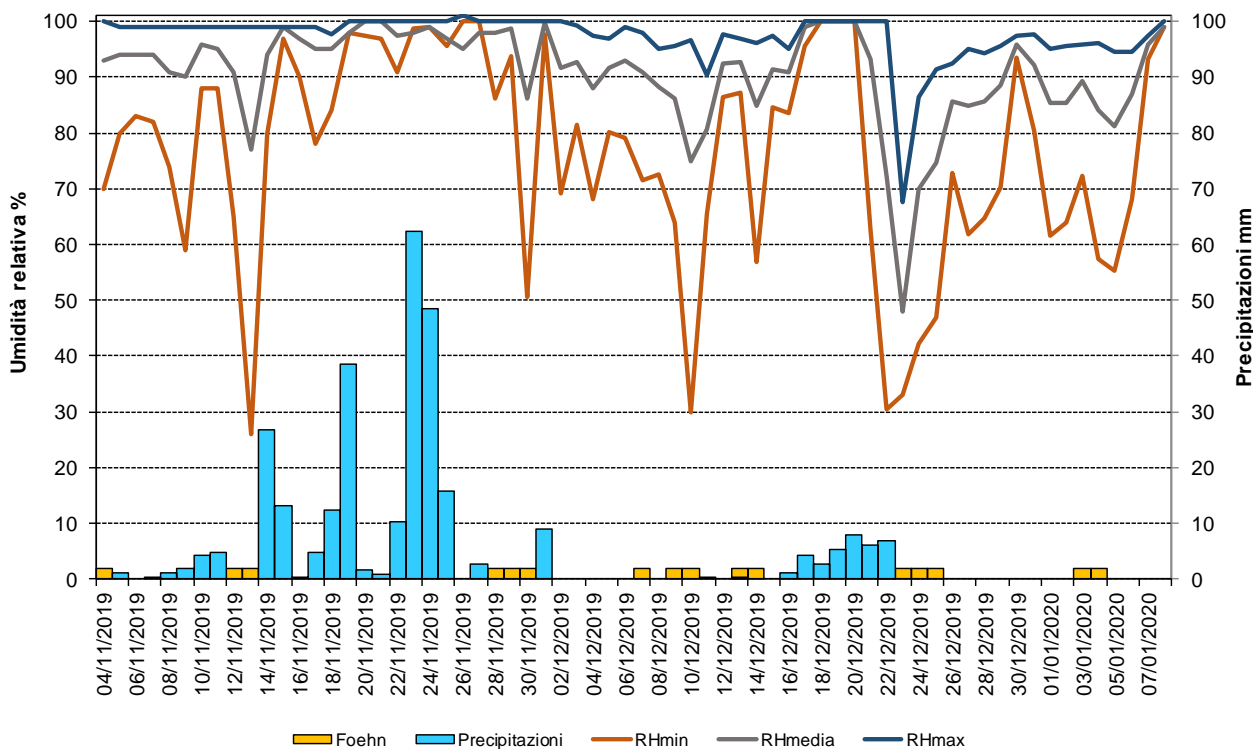


Figura 20) Umidità relativa dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Canove; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Govone.

I dati di vento sono disponibili solamente a partire dal 18 novembre. Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione in località Canove di Govone sono rappresentate nella figura 21. Nel periodo in analisi, probabilmente a causa della schermatura dovuta agli edifici, il vento ha avuto per lo più velocità molto basse, complessivamente le calme di vento (velocità inferiore a 0.5 m/s) si sono presentate con un'occorrenza del 83.4%.

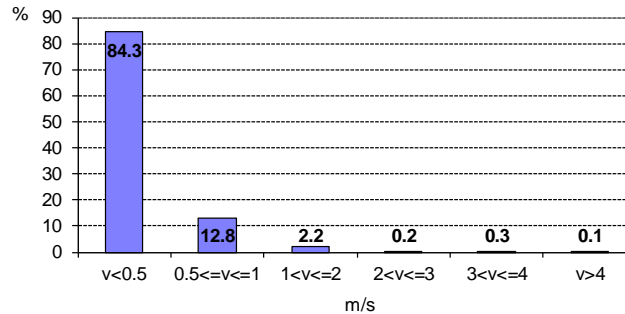


Figura 21) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento in località Canove (periodo: 18 novembre '19 ÷ 8 gennaio '20).

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 OvestNordOvest.

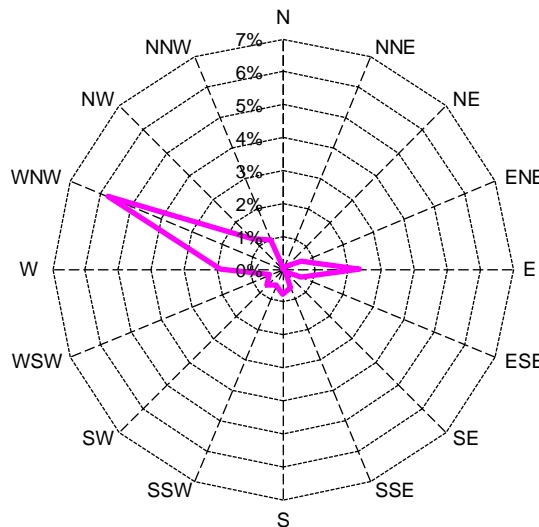


Figura 22) Rosa dei venti nel sito di località Canove a Govone (periodo: 18 novembre '19 ÷ 8 gennaio '20).

CONCLUSIONI

Dal 4 novembre 2019 all'8 gennaio 2020 è stata eseguita una campagna di misura della qualità dell'aria nel comune di Govone. Il monitoraggio è stato realizzato con il laboratorio mobile, dotato della strumentazione per la misura dei principali inquinanti per i quali la normativa stabilisce dei limiti (polveri sottili, ossidi di azoto, ozono, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene...), e con un campionatore di polveri sottili.

Il laboratorio mobile è stato installato nell'abitato di Canove, nella piazzetta posta dietro l'edificio che ospita un ufficio Postale e che si affaccia sui giardinetti di pertinenza della scuola Materna S. Antonio. Tale postazione è prossima all'area industriale e si colloca tra la Strada Statale 31 e l'Autostrada Asti-Cuneo, tuttavia non è direttamente esposta alle arterie di traffico, pertanto si può considerare di "fondo urbano" e, secondo quanto definito dal D.Lgs. 155/2010, adatta a valutare l'esposizione media della popolazione.

Lo strumento aggiuntivo per il campionamento della frazione PM₁₀ delle polveri è stato installato nel concentrico di Govone, posto più in quota rispetto alla località Canove, nei giardinetti prospicienti i locali della proloco di via Boetti.

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

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, in località Canove 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 invernale in cui è stato svolto il monitoraggio, sono stati contenuti e coerenti con i dati della rete. Occorre tuttavia considerare che, da quanto emerge dall'analisi dei dati annuali della rete della qualità dell'aria, la situazione dell'inquinamento da ozono nella provincia di Cuneo si è mantenuta critica anche nelle 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 e nell'estate 2019 la vicina stazione di Alba ha registrato superamenti anche della soglia di informazione.

I dati ottenuti per il biossido di azoto evidenziano come nel sito di località Canove siano stati misurati livelli di concentrazioni contenuti rispetto alle stazioni della rete poste in zona urbana. Ciò indica l'assenza di criticità locali per tale inquinante e conferma la classificazione del sito come "fondo urbano".

Per l'inquinamento da polveri sottili, l'analisi dei dati ottenuti in contemporanea in località Canove e in via Boetti permette di affermare che le concentrazioni misurate nei due siti del Comune di Govone sono equivalenti in media.

Complessivamente i dati di PM₁₀ evidenziano per Govone una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso che caratterizza il bacino padano rispetto alla zona sud della provincia di Cuneo, con livelli di polveri sottili intermedi tra quelli misurati ad Alba e Bra, e quelli più elevati registrati ad Asti. Nel confronto con la norma, si evidenziano criticità per il rispetto del limite normativo giornaliero, sono stati infatti stimati, con riferimento all'anno 2019, 43 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ contro i 35 consentiti per anno civile. La criticità riscontrata a Govone per il PM₁₀ rientra nella situazione dell'inquinamento da polveri sottili che caratterizza la provincia di Cuneo. I dati delle stazioni fisse, insieme a quelli ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio svolte negli anni con il laboratorio mobile, hanno permesso di individuare una situazione che presenta livelli di concentrazione che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura. La zona di pianura e

di collina della provincia, nella quale si colloca anche il territorio di Govone, costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e, pertanto, risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è tuttavia caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti⁶. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del Bacino Padano e per le quali il superamento, in tutti gli anni di misura fino al 2017 del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, indica una situazione di criticità per il PM₁₀.

Nelle polveri campionate sono state determinate le concentrazioni di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Mentre le polveri sottili dei due siti del Comune di Govone hanno evidenziato concentrazioni equivalenti in media, le concentrazioni di metalli e IPA presenti al loro interno sono risultate differenti. In entrambi i siti per i metalli non sono emerse criticità, né nel confronto con gli indicatori normativi esistenti, né con i dati misurati presso le stazioni fisse. Le concentrazioni degli IPA, e del benzo(a)pirene in particolare, per il quale la norma stabilisce un valore obiettivo, in località Canove hanno assunto valori elevati rispetto alle altre stazioni, confrontabili e per alcuni parametri superiori ai valori misurati a Saliceto. Tale stazione è l'unica della provincia in cui, in passato, è stato registrato il superamento del valore obiettivo del benzo(a)pirene, a causa del diffuso uso della legna negli impianti di riscaldamento domestici.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti, e ad un rispetto duraturo ovvero non troppo in balia delle avversità atmosferiche che di anno in anno si possono presentare, è necessario continuare a perseguire la riduzione delle emissioni in atmosfera, già messa in atto in particolare dalle sorgenti industriali ricadenti nell'ambito della direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), e a promuovere provvedimenti strutturali in modo sempre più omogeneo e congiunto in tutto il Bacino Padano. È inoltre importante continuare a sensibilizzare la popolazione sul fatto che singole abitudini e comportamenti possono incidere sull'evidente problema.

Occorre in particolare ora agire sulle emissioni provenienti dalla combustione domestica della biomassa legnosa, per regolamentare le quali la Regione Piemonte ha emanato nel settembre 2018 la D.G.R. n. 29-7538, in accordo con le altre regioni del Bacino Padano e a seguito del Decreto Ministeriale che introduce la classificazione dei generatori di calore in funzione delle emissioni inquinanti e del rendimento⁷. E occorre prestare molta attenzione alle emissioni dei precursori degli inquinanti secondari (NO_x, SO_x, COVNM, NH₃), operando su tutte le tipologie di sorgenti, in particolare sulla zootecnia ed il traffico, che mantengono a tutt'oggi ampi margini di miglioramento.

⁶ *Relazione della qualità dell'aria 2018 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

⁷ *Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 186 del 7 novembre 2017*

ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

Govone, località Canove	
7/11/2019 ÷ 7/01/2020	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	11
Media dei valori orari	9
Massima media oraria	13
Percentuale ore valide	73%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.8
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.1
Percentuale ore valide	90%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	2.3
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	5
Percentuale ore valide	90%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	13
Massima media giornaliera	36
Media dei valori orari	22
Massima media oraria	49
Percentuale ore valide	89%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	52
Media dei valori orari	11
Massima media oraria	70
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	11
Massimo medie 8 ore	65
Percentuale medie 8 ore valide	94%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Govone*

5/11/2019 ÷ 7/01/2020

**Data l'equivalenza in media delle concentrazioni misurate nei due siti di Govone i dati sono stati accorpati (cfr. pag.7 Relazione)*

	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	67
Media delle medie giornaliere:	34
Numero giorni validi	63
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	14

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

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

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

I parametri monitorati sono i seguenti:

- materiale particolato - PM₁₀ e PM_{2,5}
- biossido di azoto (NO₂)
- biossido di zolfo (SO₂)
- benzene
- monossido di carbonio (CO)
- metalli pesanti: piombo, arsenico, cadmio, nichel
- IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici): benzo(a)pirene

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

Caratteristiche: elementi distintivi dell'inquinante

Tipologia: suddivisione in base all'origine in

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

Fonte:

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

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

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

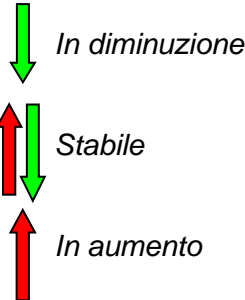
Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

Situazione: - condizione attuale  *Criticità assente*

 *Criticità moderata*

 *Criticità elevata*

- andamento negli anni dell'inquinante:



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

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


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

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

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



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

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

Caratteristiche <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine PM₁₀ si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine PM_{2.5} comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali azione del vento sulla polvere e sul terreno, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche, aerosol marino , ecc..., e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le emissioni industriali, il traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici e freni, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade) e gli impianti di riscaldamento rappresentano le fonti più significative.
Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", immesso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃ .
Permanenza spazio temporale	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	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"> - il PM₁₀, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali. - Il PM_{2.5}, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare. <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di malattie dell'apparato respiratorio, quali asma, bronchiti ed enfisemi. Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti.</p> <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> <p>I materiali subiscono danni diretti legati a fenomeni di imbrattamento e fenomeni di corrosione in relazione alla composizione chimica del particolato.</p>
Misura <i>gravimetrica</i>	Il PM ₁₀ e il PM _{2.5} sono determinati mediante campionamento su filtro e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.
 Situazione <i>critica</i> ↓	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM ₁₀ , è in miglioramento e anche se nell'ultimo anno per la prima volta dall'inizio delle misure i limiti sono stati rispettati continua a rappresentare una delle criticità più significative in quanto le condizioni meteo climatiche ne influenzano fortemente l'andamento.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi
PM10	24 ore	50 µg/m ³	35 per anno civile
	anno civile	40 µg/m ³	
PM2.5	anno civile	25 µg/m ³	

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

Caratteristiche NO ₂	Gli ossidi di azoto (NO, NO ₂ , N ₂ 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: $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO ₂ 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 ₁₀ in inverno.		
Fonte naturale antropica	In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall' attività batterica sui composti dell'azoto, dall' attività vulcanica e dai fulmini : ciò produce un apporto minimo ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione : ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il traffico veicolare ne rappresenti la fonte più significativa .		
Tipologia primario secondario	Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al massimo il 5% degli ossidi di azoto emessi direttamente dalle combustioni in aria . La maggior parte dell'NO ₂ presente in atmosfera deriva invece dall'ossidazione del monossido di azoto , ed è quindi di natura secondaria.		
Permanenza spazio temporale	Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO ₂ e quattro giorni per l'NO.		
Effetti salute ambiente materiali	Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO ₂ sono dovuti alla sua azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio . Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie , quali bronchite cronica e asma, e riduzione della funzionalità polmonare . Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti, e producono fenomeni corrosivi sui metalli e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un invecchiamento più rapido delle strutture .		
Misure chemiluminescenza	Gli ossidi di azoto sono determinati con il metodo a chemiluminescenza , che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m ³).		
 Situazione stabile 	L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO ₂ che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO ₂ , ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.		

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

OZONO


Caratteristiche O_3	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	È un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante) , che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane) , in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
Tipologia <i>secondario</i>	A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili . L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico.
Permanenza spazio temporale	L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare . Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante . I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza .
Misura <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di O_3 ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di O_3 è il microgrammo al metro cubo ($\mu g/m^3$).
 Situazione <i>critica</i> 	I superamenti dei riferimenti normativi continuano ad essere significativi a livello europeo nonostante la riduzione di lungo termine osservata negli ultimi 25 anni. Data l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, l'andamento delle concentrazioni di O_3 può variare considerevolmente negli anni ed è difficilmente controllabile.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore	N° superamenti ammessi
Soglia informazione Protezione della salute umana	Media oraria	180 µg/m ³	
Soglia di allarme Protezione della salute umana	Media oraria	240 µg/m ³	non più di 3 ore consecutive
Valore obiettivo Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³	25 volte per anno civile come media su 3 anni
Valore obiettivo Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 µg/m ³ ·h come media sui 5 anni	
Obiettivo a lungo termine Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³	
Obiettivo a lungo termine Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 µg/m ³ ·h	

(*) il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013 (riferimento triennio 2010-2012) per il valore obiettivo di protezione della salute umana e nel 2015 (riferimento quinquennio 2010-2015, per la protezione della vegetazione)

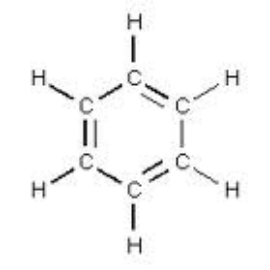


(**) Per AOT40 (espresso in µg/m³·h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂

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


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

BENZENE

<p>Caratteristiche C_6H_6</p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente. 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>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli incendi boschivi e durante le eruzioni vulcaniche, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentata dal fumo di tabacco.</p>
<p>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza spazio temporale</p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p>Effetti <i>salute</i></p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con accertato potere cancerogeno per l'uomo. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p>Misura <i>Gas Cromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
<p> Situazione <i>buona</i> </p>	<p>I livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.</p>

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

MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

Caratteristiche 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.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali fonti naturali sono agli incendi boschivi , le eruzioni dei vulcani , le emissioni da oceani e paludi . La fonte antropica più significativa è rappresentata dal traffico veicolare , in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo e fasi di decelerazione): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento domestico , le centrali termoelettriche , gli inceneritori di rifiuti , per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.
Tipologia <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
Permanenza spazio temporale	Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.
Effetti <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, ad elevate concentrazioni, esiti letali . A basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza . Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate. Sull'ambiente ha effetti trascurabili.
Misure <i>Assorbimento IR</i>	Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m ³).
 Situazione <i>buona</i> 	Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha determinato, nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, una riduzione significativa della sua concentrazione.

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

METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

Caratteristiche Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali, tendono ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) e possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali (<i>eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione</i>) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle <i>combustioni</i> , dai <i>processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche)</i> e dalle <i>abrasioni dei materiali</i> .
Tipologia <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
Permanenza spazio temporale	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM ₁₀ .
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: <i>problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e</i> , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può <i>danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare</i> .
Misura <i>ICP-MS da filtro PM₁₀</i>	La frazione fine del particolato (PM ₁₀) 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).
 Situazione <i>buona</i> 	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	Data di raggiungimento valore obiettivo
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m ³	1 gennaio 2005
	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Arsenico	Anno civile	6.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Cadmio	Anno civile	5.0 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Anno civile	20.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

IPA - Benzo(a)pirene

<p>Caratteristiche Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p> <p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.</p> <p>Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.</p>
<p>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi.</p> <p>Le fonti antropiche sono dovute ai processi di combustione incompleta di materiale organico e all'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al traffico stradale 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>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza spazio temporale</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 qualche giorno o settimana; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione.</p>
<p>Effetti <i>salute</i></p>	<p>Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare.</p> <p>In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie. L'organo legislativo ha pertanto stabilito un valore obiettivo per tale composto.</p>
<p>Misura <i>GC da filtro PM₁₀</i></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM₁₀) 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>Situazione <i>stabile</i></p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni non urbane 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(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Benzo(a)pirene	Anno civile	1.0 ng/m ³	31 dicembre 2012

(*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile