

Prot. 38225 /H10.02

Cuneo, 26/04/2021

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di
SALUZZO

protocollo@pec.comune.saluzzo.cn.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO

protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN1 Cuneo

dip.prevenzione.aslcn1@legalmail.it

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

Rif. DOQUI: B5.16 – H10_2019_01762/ARPA.

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Saluzzo nel periodo compreso dall'8 gennaio al 19 giugno 2020

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Saluzzo dall'8 gennaio al 19 giugno 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 32, 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 Saluzzo nel periodo compreso dall'8 gennaio al 19 giugno 2020

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Martini Sara Oglino Sergio 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	5
<i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂.....</i>	5
<i>MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀.....</i>	11
<i>METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</i>	17
<i>OZONO – O₃.....</i>	23
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....</i>	25
CONCLUSIONI.....	30
<i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna</i>	1
<i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi</i>	3

INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Saluzzo nel periodo compreso tra l'8 gennaio ed il 19 giugno 2020.

La campagna di misura è stata eseguita, con il laboratorio mobile della qualità dell'aria, nella postazione messa a disposizione dall'Amministrazione in piazza Garibaldi, a ridosso di Via Martiri della Liberazione, dove era stato svolto il precedente monitoraggio del 2013.

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 del punto di monitoraggio e una tabella riporta le indicazioni sul sito e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel capitolo centrale sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. Nell'analisi, i dati misurati a Saluzzo 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 meteoidrografica 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

SALUZZO



Ortofoto – indicazione (in giallo) del punto di monitoraggio



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

LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Saluzzo, piazza Garibaldi
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 380590 m; Y= 4944635 m
Periodo	Dall'8 gennaio al 19 giugno 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	Gasromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO ₂	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O ₃	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM ₁₀	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM ₁₀	Campionatore TCR TECORA	Charlie HV-Sentinel PM	Gravimetria
Velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione	Stazione meteorologica LSI-Lastem		

ANALISI DEI DATI

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

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

Nella figura 1 la distribuzione delle concentrazioni medie orarie di NO₂ rilevate dal laboratorio mobile in piazza Garibaldi a Saluzzo, dall'8 gennaio al 19 giugno 2020, è rappresentata con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Cuneo.

Il box plot sintetizza la posizione di tutti i dati ottenuti nella campagna di misura: la scatola (il rettangolo centrale) contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° 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 sottostante sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO₂ registrate in tutti i punti di misura. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

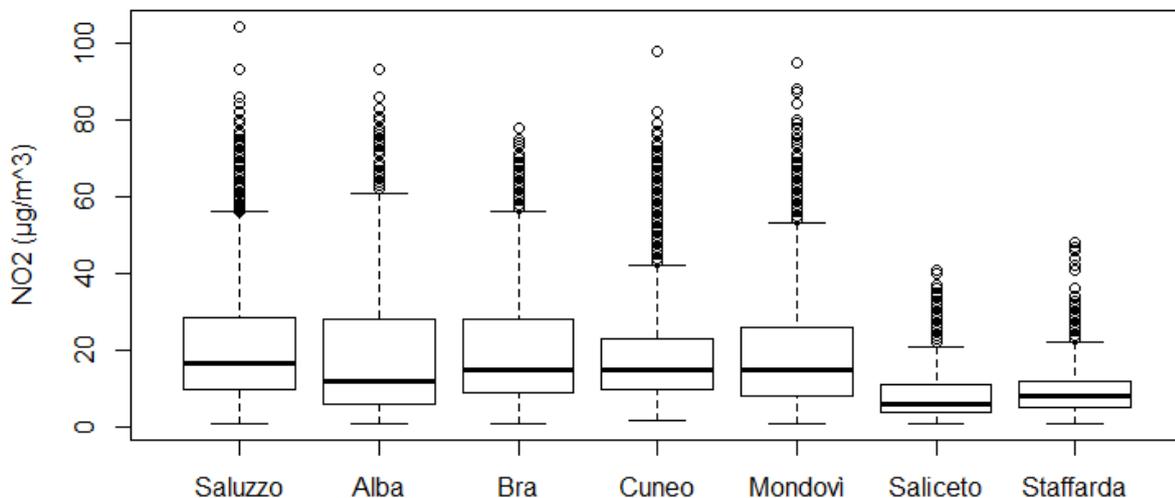


Figura 1) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 8 gennaio ÷ 19 giugno '20)

NO ₂ (µg/m ³) 8 gen÷19 giu '20	Saluzzo	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	21	18	21	20	19	9	9
Mediana	17	13	15	15	15	6	8
Massimo	104	88	78	117	95	41	48

Tabella 1) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Saluzzo 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).

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.

I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, nel sito di piazza Garibaldi a Saluzzo siano stati misurati livelli di concentrazioni di NO₂ analoghi a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani e superiori a quelli delle stazioni di fondo rurale. In particolare, i test statistici eseguiti sui dati confermano una situazione che, in media, è equivalente a quella registrata dalla stazione da traffico di Bra.

Relativamente al periodo di misura, 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). La confrontabilità con le stazioni di misura della provincia, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008, garantisce, anche per il sito di Saluzzo, il rispetto del limite annuale.

La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO₂ misurate con il laboratorio mobile a Saluzzo è rappresentata nella figura seguente insieme alle concentrazioni rilevate presso la stazione fissa di Bra.

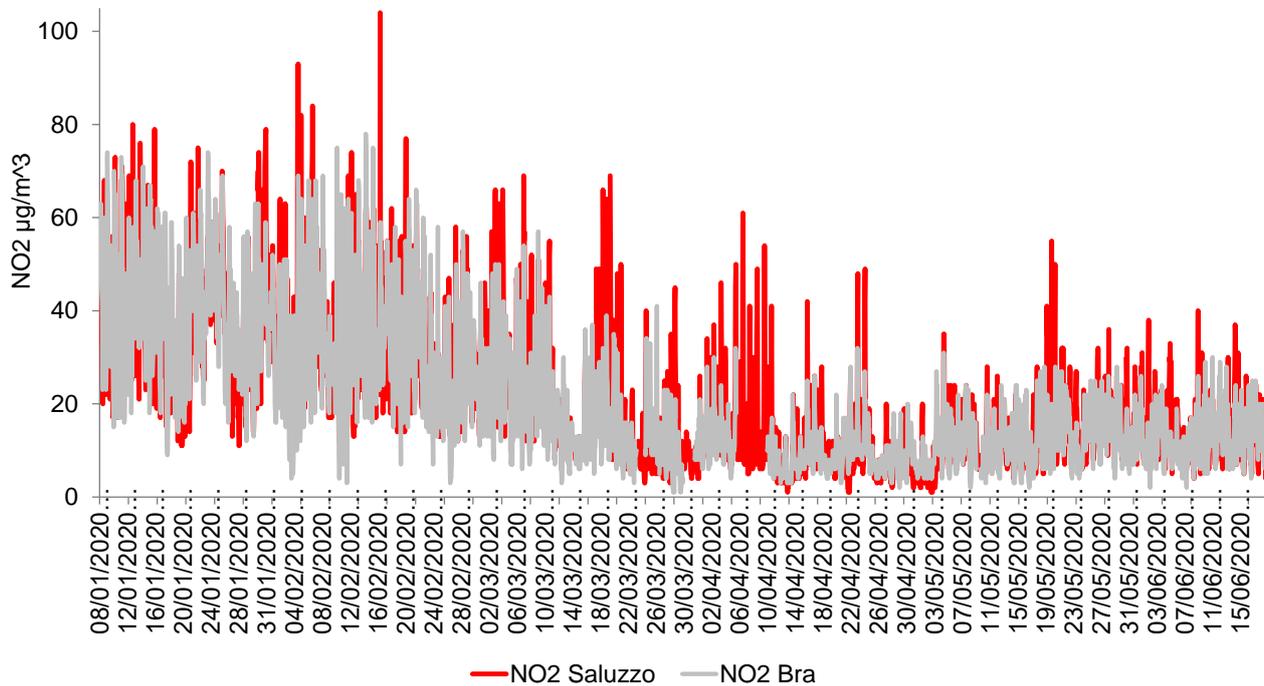


Figura 2) NO₂: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile in piazza Garibaldi a Saluzzo e presso la stazione di monitoraggio di Bra.

A differenza delle polveri sottili che si possono considerare ubiquitarie, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto, a causa della loro breve vita media, subiscono processi di trasporto limitati alla scala spaziale locale. Le concentrazioni registrate nelle singole 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 la grande quantità di dati renda il grafico poco leggibile, è possibile individuare le oscillazioni che le concentrazioni subiscono giornalmente a causa delle variazioni dell'attività antropica, e la riduzione dei livelli che anche questi inquinanti normalmente subiscono passando dalla stagione fredda a quella più calda, grazie all'aumento delle capacità dispersive dell'atmosfera.

Il blocco delle attività avvenuto nel marzo 2020 a causa dell'emergenza Covid-19 ha coinciso con il cambiamento della stagione, pertanto per poter valutare l'influenza che la variazione delle emissioni dovute alle restrizioni emergenziali possono aver determinato sui livelli degli inquinanti, al netto degli effetti stagionali, è indispensabile fare un confronto con i valori registrati negli stessi periodi degli anni precedenti. In assenza di stazioni fisse di

misura nella città di Saluzzo, una valutazione qualitativa può essere eseguita per confronto con i dati di NO₂ misurati dalla stazione di traffico urbano di Bra.

Nel grafico di figura 3 la linea rossa e quella grigio chiaro rappresentano le medie mobili su 7 giorni delle medie giornaliere di NO₂ misurate rispettivamente a Saluzzo e a Bra dal 9 gennaio al 18 giugno 2020. Si può osservare come sia i valori che gli andamenti nelle due stazioni siano piuttosto simili. La banda in grigio scuro rappresenta l'intervallo di concentrazioni misurate nel medesimo periodo dei tre anni precedenti presso la stazione fissa di Bra. Tali dati degli anni 2017-2019 confermano la stagionalità di questo inquinante con una tendenza alla progressiva riduzione delle concentrazioni nel passaggio dall'inverno ai mesi primaverili. Nel confronto con essi, i dati del 2020 evidenziano, a partire dalla metà di marzo e fino all'inizio di maggio, un'ulteriore riduzione delle concentrazioni ed il raggiungimento di livelli inferiori ai minimi del corrispondente periodo 2017-2019.

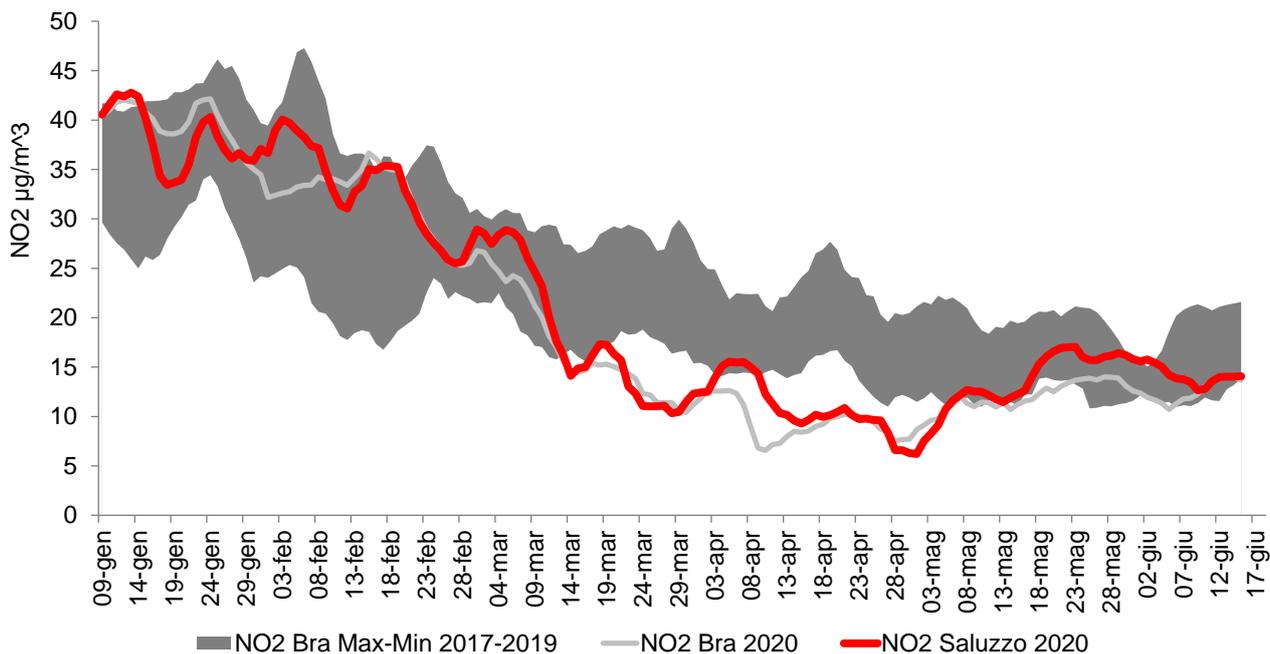


Figura 3) NO₂: medie mobili su 7 giorni delle concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Saluzzo e presso la stazione di Bra nel periodo 9 gennaio÷18 giugno 2020 confrontate con l'intervallo di valori misurati a Bra negli stessi periodi dei tre anni precedenti.

Tale periodo corrisponde a quello in cui si sono verificate le più importanti riduzioni dei flussi di traffico conseguenti all'emergenza legata al Covid19. Dalle elaborazioni sulla mobilità messe a disposizione a livello nazionale da *Enel X* e *HERE Global BV*³, per fornire un supporto nell'emergenza sanitaria, è stato estratto il grafico riportato nella figura 4, relativo alla variazione della mobilità nel comune di Saluzzo nel periodo compreso tra il 1° febbraio 2020 ed il 24 marzo 2021. I dati evidenziano come, per il territorio piemontese, gli effetti sul traffico determinati dai provvedimenti adottati per contenere l'emergenza coronavirus siano stati particolarmente marcati a seguito delle misure restrittive impartite con il DPCM del 9 marzo 2020, che ha esteso all'intero territorio nazionale i provvedimenti di cui al DPCM 8 marzo 2020 previsti per la Lombardia, tra cui il divieto di spostamento, e con il DPCM dell'11 marzo 2020, che ha imposto ulteriori misure ed in particolare la chiusura di tutte le attività commerciali, di vendita al dettaglio, ad eccezione dei negozi di generi alimentari, di prima necessità, delle farmacie e delle parafarmacie. Tali misure sono rimaste in vigore fino

³ <https://enelx-mobilityflowanalysis.blue.com/dashboard/ITA/index.html>

all'inizio della cosiddetta "Fase 2", avvenuto il 4 maggio 2020. A Saluzzo la riduzione della mobilità nel periodo compreso dal 14 marzo 2020 al 3 maggio 2020 risulta superiore al 50%.

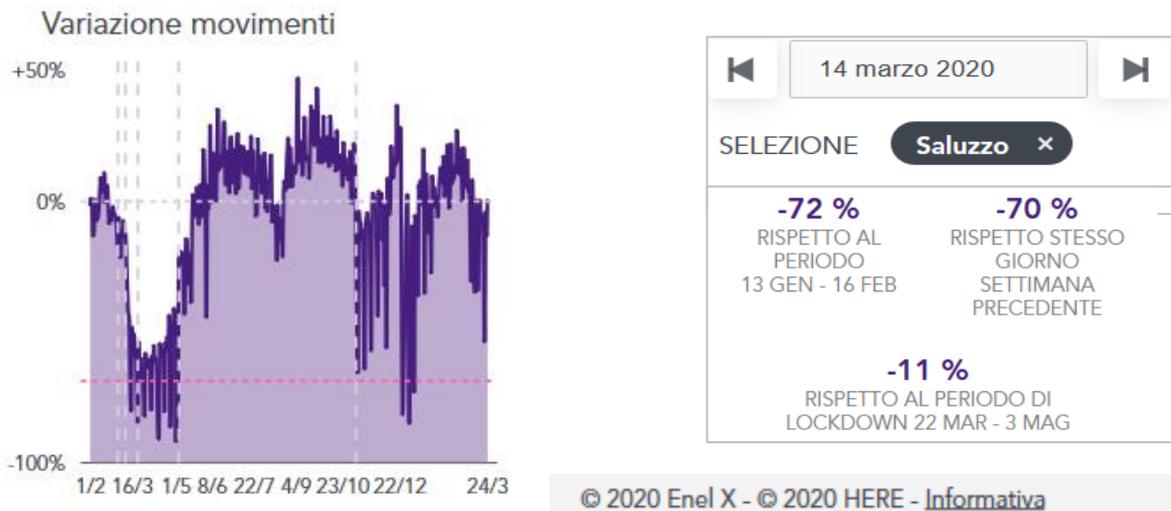


Figura 4) Variazione della mobilità nel comune di Saluzzo rispetto al periodo pre-lockdown preso come riferimento (13/01/20-16/02/20): a sinistra grafico dal 1° febbraio 2020 al 24 marzo 2021, a destra dati relativi al 14 marzo 2020 (© 2020 Enel X - © 2020 HERE)

I dati delle concentrazioni orarie del biossido di azoto misurate sono state quindi suddivise nei tre principali periodi che hanno caratterizzato il primo semestre 2020 per le restrizioni legate all'emergenza sanitaria: 8 gennaio÷8 marzo 2020 – "Fase0"; 9 marzo÷3 maggio 2020 - "Fase1"; 4 maggio ÷ 19 giugno 2020 – "Fase2". Per ciascun periodo le concentrazioni di NO₂ misurate a Saluzzo e presso le stazioni di monitoraggio della provincia sono rappresentate nelle figure seguenti con i grafici a plot ed i principali indicatori sono riportati nelle tabelle sottostanti. Si ricorda che alle riduzioni delle concentrazioni tra il primo periodo (Fase0) ed il secondo (Fase1) hanno contribuito per questo inquinante sia le restrizioni emergenziali che gli effetti stagionali.

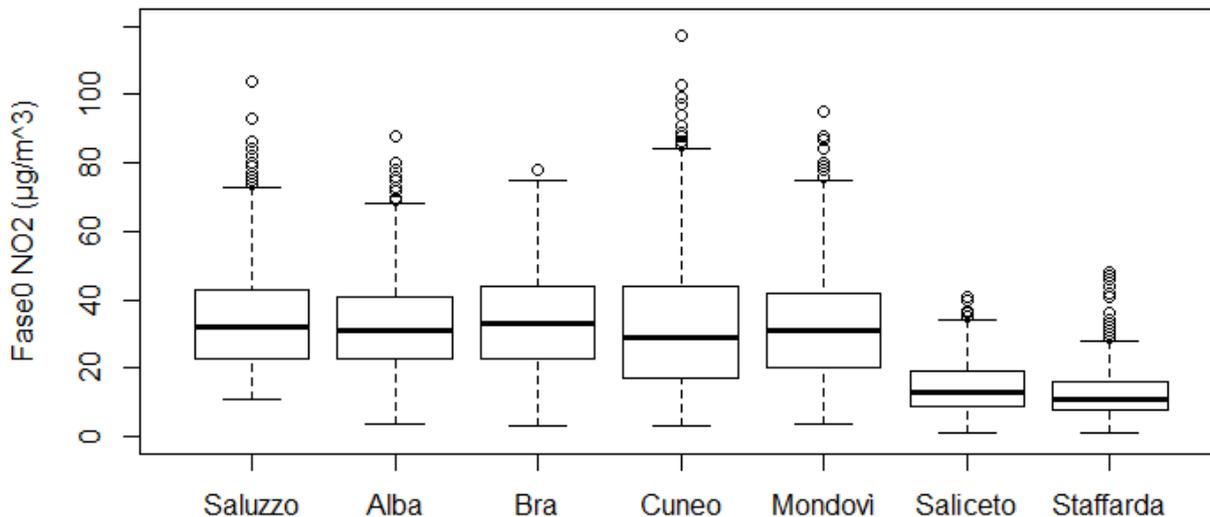


Figura 5) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase0": periodo 8 gennaio ÷ 8 marzo '20

NO ₂ (µg/m ³) 8 gen÷8 mar'20	Saluzzo	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	34	32	34	32	32	14	12
Mediana	32	31	33	29	31	13	11
Massimo	104	88	78	117	95	41	48

Tabella 2) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase0".

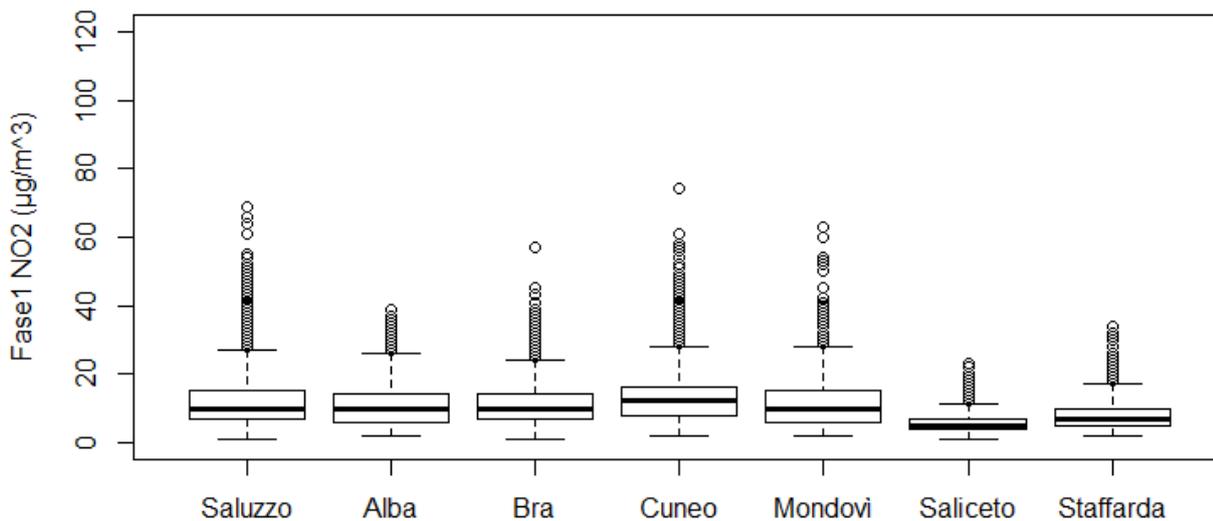


Figura 6) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase1": periodo 9 marzo ÷ 3 maggio '20.

NO ₂ (µg/m ³) 9 mar÷3 mag'20	Saluzzo	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	12	11	12	14	12	6	8
Mediana	10	10	10	12	10	5	7
Massimo	69	39	57	74	63	23	34

Tabella 3) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase1".

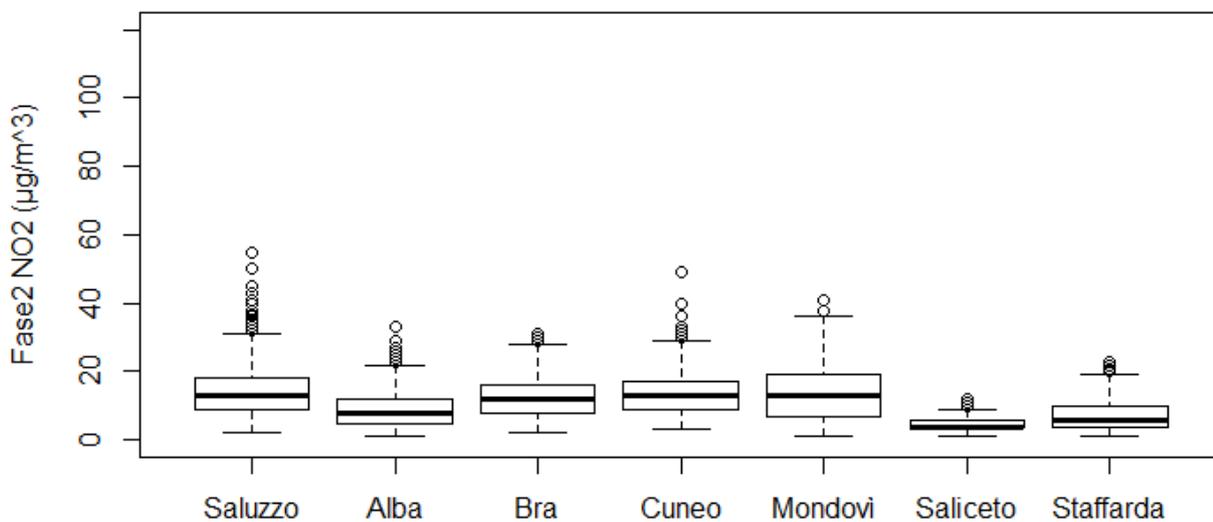


Figura 7) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase2": periodo 4 maggio ÷ 19 giugno '20

NO ₂ (µg/m ³) 4 mag÷19 giu'20	Saluzzo	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	14	9	12	14	13	5	7
Mediana	13	8	12	13	13	4	6
Massimo	55	33	31	49	41	12	23

Tabella 4) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Saluzzo e presso le stazioni della provincia di Cuneo nella "Fase2".

Nella figura 8 i giorni medi del biossido del sito di piazza Garibaldi a Saluzzo sono confrontati con quelli delle stazioni di monitoraggio di Bra (stazione di traffico urbano) e Staffarda (stazione di fondo rurale), per i tre periodi individuati. Essi mostrano l'evoluzione delle concentrazioni orarie nell'arco di una giornata media e sono ottenuti mediando i dati rilevati alla stessa ora per ciascun periodo. Dai grafici emerge l'importanza del contributo antropico nei siti urbani, con due picchi di concentrazione in corrispondenza delle ore di punta del traffico, ovvero intorno alle 8 del mattino ed alle 19-20 di sera (i grafici sono riferiti all'ora solare). La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

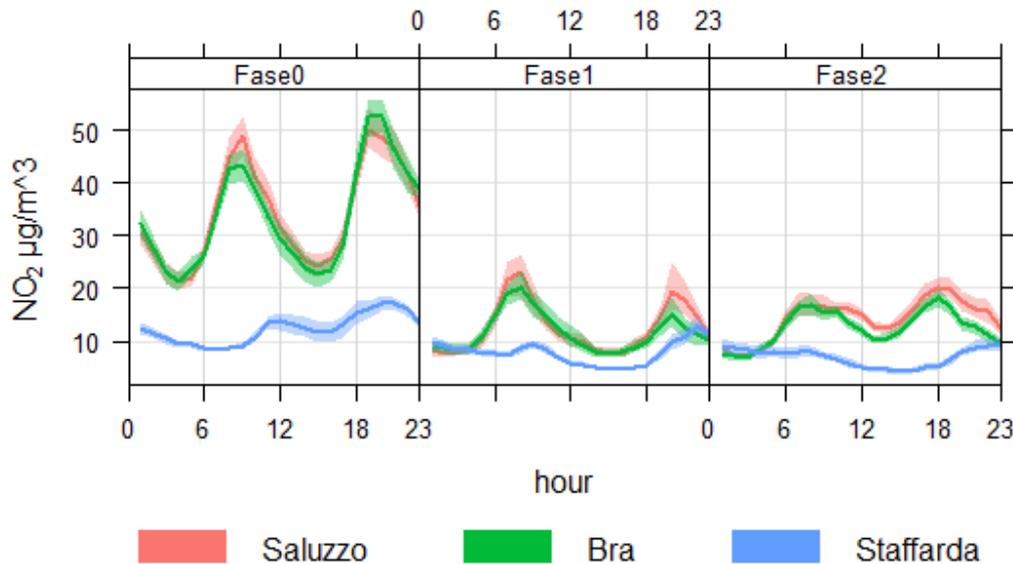


Figura 8) NO₂: giorni medi per il sito di Saluzzo e delle stazioni di Bra e Staffarda nei tre periodi: Fase0 (8 gennaio÷8 marzo '20), Fase1 (9 marzo÷3 maggio '20), Fase2 (4 maggio ÷ 19 giugno '20).

Nella figura 9 per gli stessi siti ed i medesimi periodi, sono confrontate le settimane medie del biossido. Per le postazioni urbane (Saluzzo e Bra) si osservano, nella fase pre-lockdown, valori minimi nelle domeniche a cui seguono crescite delle concentrazioni nei giorni lavorativi. Nella Fase1 i valori si mantengono pressoché costanti nei giorni lavorativi e subiscono un'ulteriore riduzione nelle domeniche. Nella Fase2, nonostante i livelli si siano mantenuti bassi anche a causa della buona capacità dispersiva dell'atmosfera, sono presenti maggiori variazioni tra i diversi giorni rispetto alla fase precedente.

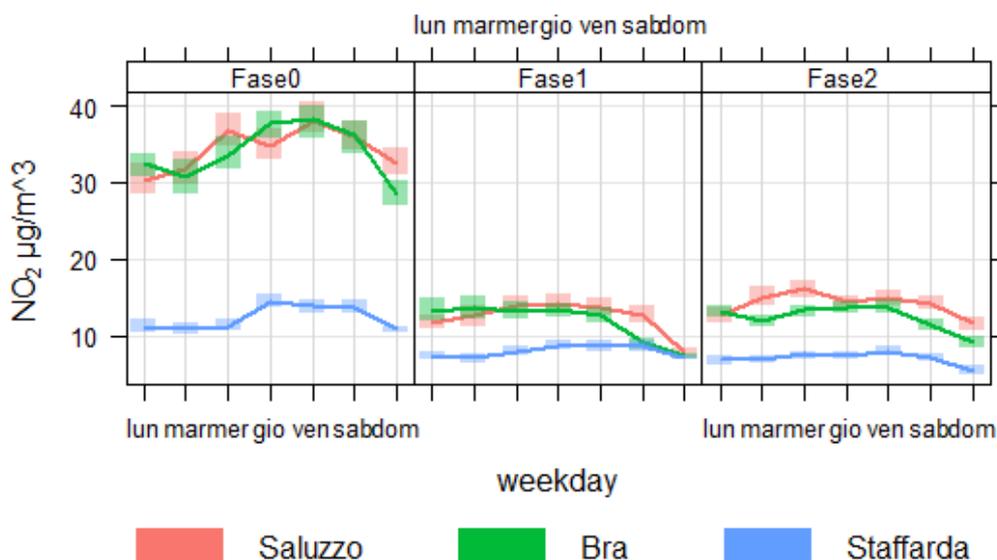


Figura 9) NO₂: settimane medie per il sito di Saluzzo e delle stazioni di Bra e Staffarda nei tre periodi: Fase0 (8 gennaio÷8 marzo '20), Fase1 (9 marzo÷3 maggio '20), Fase2 (4 maggio ÷ 19 giugno '20).

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.

La misura del PM₁₀ a Saluzzo è stata contemporaneamente eseguita con le due metodiche dal 9 gennaio fino al 22 marzo quando, a causa dell'emergenza Covid19, non è più stato possibile proseguire con la determinazione gravimetrica. Il funzionamento del nefelometro ha tuttavia consentito di proseguire la misura in automatico delle concentrazioni delle polveri sottili fino al termine della campagna avvenuta il 19 giugno. Dopo aver verificato l'equivalenza delle concentrazioni giornaliere misurate in contemporanea con i due strumenti fino al 22 marzo, i dati misurati dal nefelometro sono stati utilizzati per integrare i dati gravimetrici mancanti, è stata così ottenuta una serie completa di 162 concentrazioni giornaliere di PM₁₀.

Generalmente i livelli di concentrazione delle polveri sottili dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, pertanto, per poter valutare la qualità dell'aria in un sito, è fondamentale confrontare i dati ivi misurati con quelli contemporaneamente rilevati dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio. Nella figura 10 le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate nel sito di Saluzzo, 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).

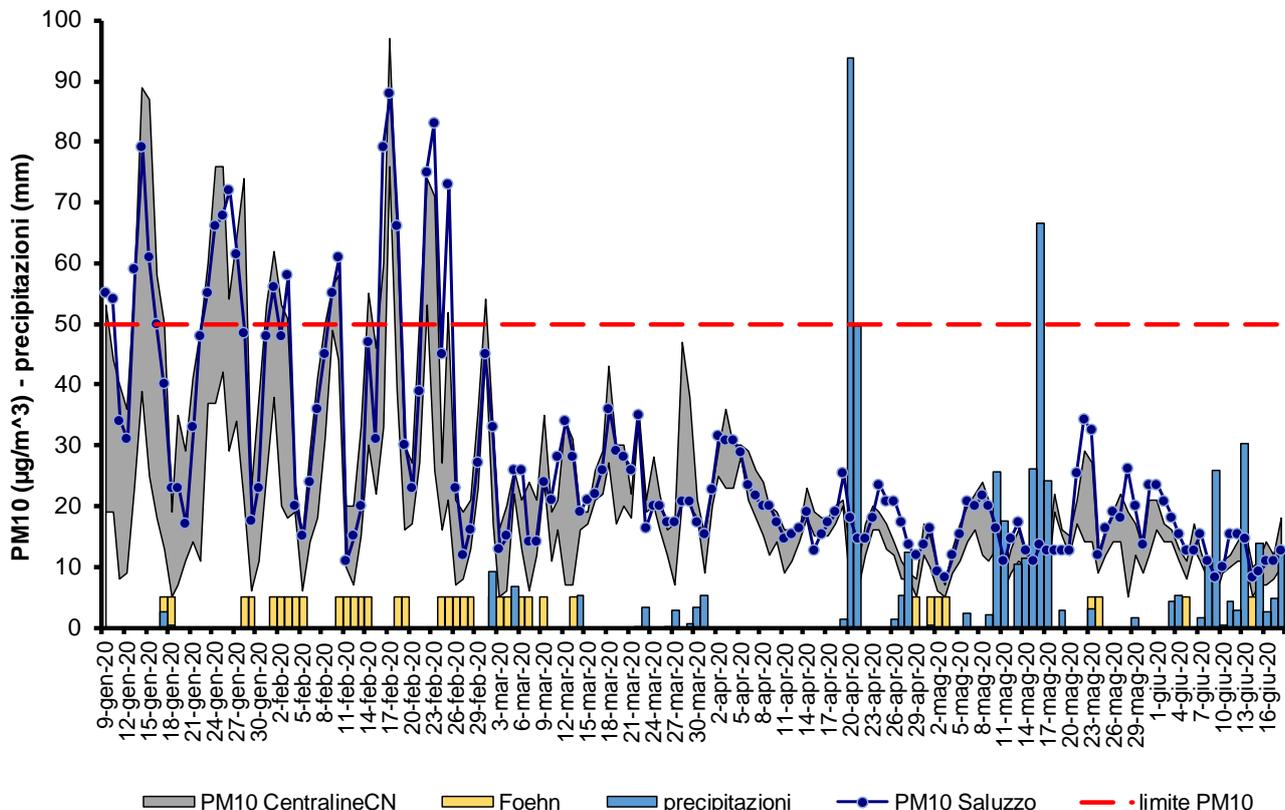


Figura 10) PM₁₀: concentrazioni medie giornaliere rilevate a Saluzzo; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Saluzzo ed episodi di Foehn nella regione.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Sono riportati inoltre i millimetri di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Saluzzo ed un indicatore di presenza di Foehn sul territorio regionale.

Da questo grafico si può osservare come le variazioni nel tempo delle concentrazioni giornaliere registrate a Saluzzo siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM_{10} 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 27), i primi due mesi del 2020 sono stati caratterizzati in tutto il Piemonte da condizioni meteorologiche poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Come si può osservare dalla figura, ad eccezione del 17 gennaio, le precipitazioni sono state assenti e, le stesse condizioni che in questi due mesi hanno favorito la formazione delle nebbie in pianura hanno determinato, in tutta la regione, anche l'accumulo delle polveri sottili con numerosi superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Frequenti sono stati gli episodi di Foehn che, seppur temporaneamente, sono sempre riusciti a diluire gli inquinanti e a farne scendere le concentrazioni al di sotto del limite normativo. Le precipitazioni e la ventilazione dei primi giorni di marzo hanno poi abbattuto con più efficacia le polveri che successivamente si sono mantenute a livelli decisamente più contenuti grazie all'incremento della capacità dispersiva dell'atmosfera che si verifica all'aumentare dell'insolazione.

L'importante riduzione dei livelli di concentrazione dei PM_{10} che si è verificata tra fine febbraio e inizio marzo, ascrivibile come si è ora detto alle condizioni meteorologiche, è stata quindi precedente alla riduzione che il traffico veicolare ha subito per le restrizioni messe in atto per l'emergenza coronavirus. Le informazioni sulla mobilità⁴ fornite da Enel X e HERE Global BV e descritte a pagina 8, attestano infatti che la riduzione del traffico è stata registrata a partire dalla seconda decade del marzo '20.

La distribuzione di tutte le concentrazioni giornaliere di PM_{10} misurate a Saluzzo è rappresentata, nella figura seguente, con grafico a box e confrontata con quelle ottenute da ciascuna stazione della rete fissa della provincia di Cuneo nello stesso periodo.

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 PM_{10} per ogni punto di misura. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

⁴ <https://enelx-mobilityflowanalysis.here.com/dashboard/ITA/index.html>

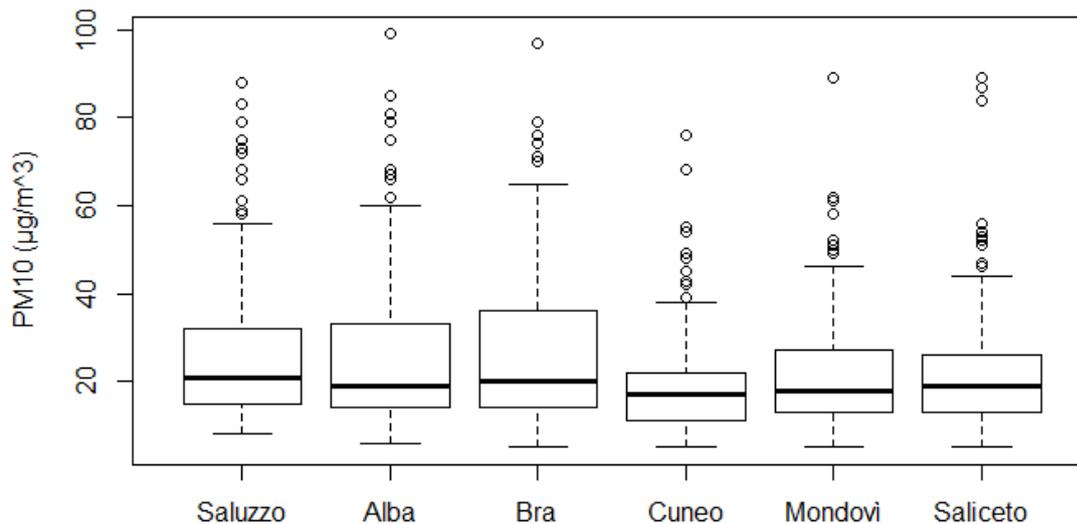


Figura 11) PM_{10} : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Saluzzo, nelle stazioni della provincia di Cuneo (periodo 9 gennaio ÷ 18 giugno '20)

PM_{10} 9 gennaio ÷ 18 giugno '20	Saluzzo	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	24	24	4	8	10
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27	27	28	19	22	23
Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	19	20	17	18	19
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	88	99	97	76	89	89
Num. dati	162	161	153	162	156	162

Tabella 5) PM_{10} : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Saluzzo 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 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 inquinanti⁵. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse presenti ad Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano. I livelli riscontrati in queste due stazioni sono generalmente prossimi a quelli rilevati nelle stazioni delle città di Asti e Torino ed il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, avvenuto in tutti gli anni di misura fino al 2017 e nuovamente nel 2020, indica una situazione di criticità per il PM_{10} . La stazione presente a Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, è fortemente influenzata dalle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante. La stazione di Saliceto, nonostante si trovi in una zona rurale a margine del bacino padano, e pertanto non sia caratterizzata da livelli di fondo

⁵ Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2019 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

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 11 e sintetizzati nella tabella 5, indicano per il sito di Saluzzo, una situazione di inquinamento da polveri sottili compatibile con la sua posizione geografica nella zona nord della provincia, ovvero livelli statisticamente equivalenti in media a quelli misurati ad Alba e Bra, e superiori a quelli più contenuti registrati dalle stazioni della zona sud.

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 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media e del numero di superamenti, con i limiti annuali non è corretto. È però possibile stimare l'entità dei valori annuali di Saluzzo facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascuna stazione le concentrazioni medie relative al periodo della campagna di misura a Saluzzo (riportate nella tabella 6) sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'intero 2020 ed è stata calcolata la regressione lineare tra le cinque coppie di dati ottenute.

Nel grafico di figura 12 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 Saluzzo, riferita all'intero anno 2020, ed il rispettivo errore standard:

Saluzzo: media PM_{10} (2020) = $27 \pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Il valore medio stimato rispetta la soglia normativa annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sebbene risulti essere tra i più elevati della provincia di Cuneo per il 2020 (tabella 6).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Media anno 2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19	27	28	23	22

Tabella 6) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2020 per le stazioni della provincia di Cuneo.

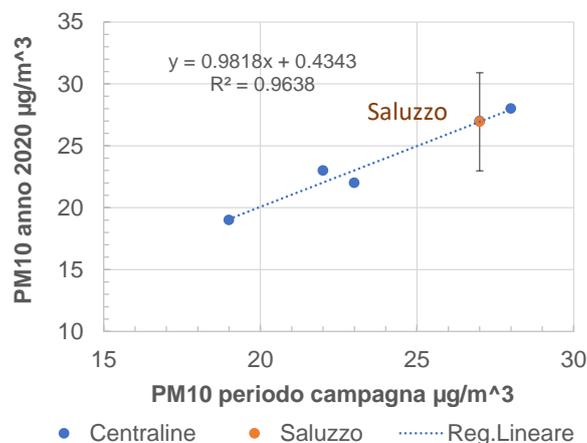


Figura 12) PM_{10} : stima della concentrazione media annuale di Saluzzo mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2020.

Utilizzando i dati dei superamenti registrati dalle stazioni della rete nel 2020, è stato stimato anche il numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sito di Saluzzo riferito all'intero anno. Il valore ottenuto a partire dalla regressione lineare (correlazione statisticamente significativa – fig. 13) è pari a:

Saluzzo: numero superamenti (2020) = 36 ± 3

Tale valore è superiore al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile), e prossimo a quanto registrato, nel 2020, presso le stazioni di Alba e Bra (tabella 7).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Numero superamenti anno 2020	9	44	42	19	17

Tabella 7) PM_{10} : superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'anno 2020 nelle stazioni della provincia di Cuneo.

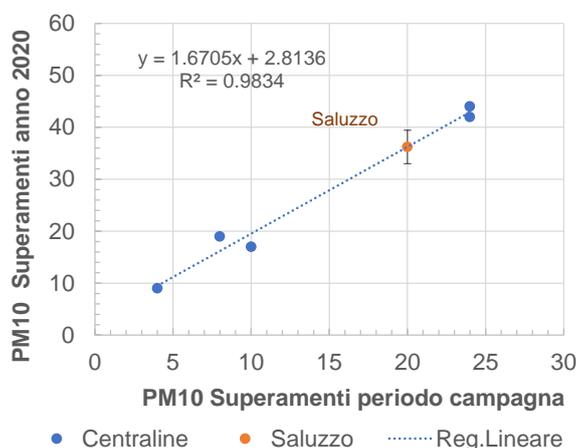


Figura 13) PM_{10} : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Saluzzo mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2020.

I dati di PM_{10} acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio delle polveri sottili, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Dato il lungo periodo di misura e la forte influenza che le condizioni meteo-climatiche hanno sulle concentrazioni di PM_{10} , i giorni medi sono stati valutati mese per mese. Essi sono rappresentati nel grafico di figura 14 insieme ai giorni medi del PM_{10} della stazione di Bra dove la misura oraria viene eseguita con strumento automatico ad attenuazione beta. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95%.

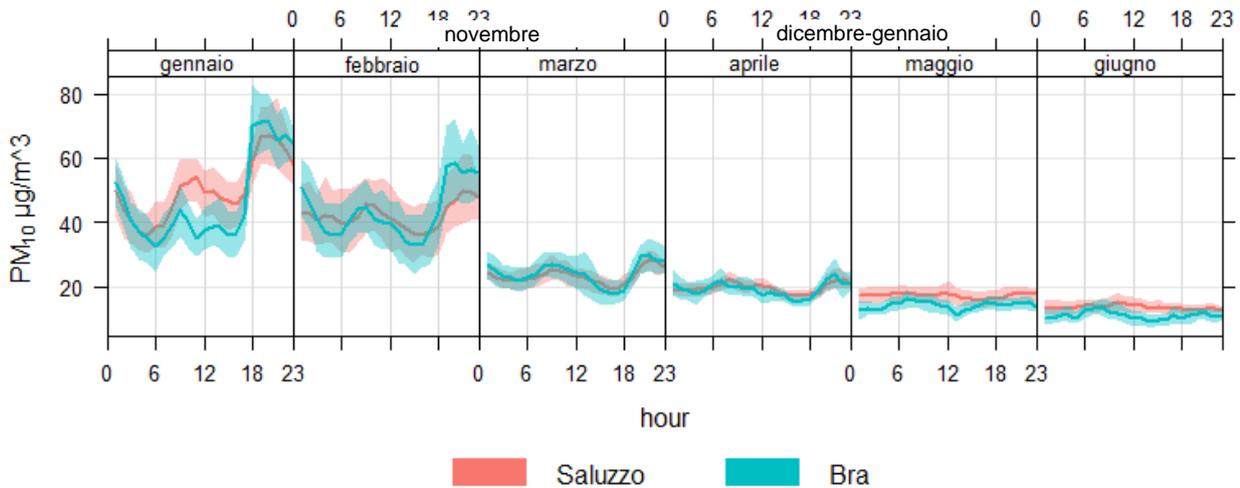


Figura 14) PM₁₀: confronto dei giorni medi del sito di Saluzzo e della stazione di Bra (8 gennaio ÷ 19 giugno '20).

Il giorno medio permette di individuare la presenza di variazioni ricorrenti nelle concentrazioni, dovute all'influenza delle attività antropiche locali. Dai grafici di figura 14 si osserva come le modulazioni orarie siano state più evidenti nei mesi di gennaio e febbraio, con crescita delle concentrazioni a partire dalle ore 6 ed un picco particolarmente marcato 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. 10), 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...

Nei grafici dei primi due mesi di misura si osserva come anche i valori minimi in questi periodi si siano sempre mantenuti a livelli elevati. Ciò è dovuto al contributo del "fondo regionale" delle polveri sottili che, in assenza di fenomeni di rimozione (precipitazioni e vento), tende ad accumularsi uniformemente sul territorio.

METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Sui filtri di polveri campionati a Saluzzo dal 9 gennaio al 23 marzo, 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 per queste sostanze la determinazione è costantemente eseguita, su base mensile, per tutte le stazioni della rete fissa della qualità dell'aria dove il campionamento del 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 oltre ad altri metalli, quali Cromo, Rame, Vanadio, Zinco, Antimonio e Manganese per un numero limitato di centraline.

Tutte le sostanze sopra indicate sono state ricercate anche nei filtri campionati a Saluzzo, aggregando, analogamente alle stazioni fisse della rete, i filtri giornalieri di ciascun mese e ottenendo le concentrazioni medie mensili di gennaio (con i campioni dal giorno 9), febbraio e marzo (con i campioni fino al giorno 23).

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 8 per gli IPA e nella tabella 9 per i metalli. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime al limite di rilevabilità del metodo analitico (Massa campione < LCL/2 + bianco). In particolare, per Arsenico, Cadmio, Antimonio e Vanadio tutti i campioni hanno avuto concentrazioni non quantificabili.

La somma delle concentrazioni di tutte le molecole di IPA (IPA totali) determinate per i campioni di Saluzzo, ed il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM₁₀, sono confrontate con quelle rilevate presso le stazioni fisse della provincia nei grafici di figura 15. Per ciascuno degli IPA determinati e per i metalli presenti in quantità rilevabili nei tre mesi (Nichel, Zinco, Cromo, Manganese, Rame e Piombo) le concentrazioni del sito di Saluzzo sono rappresentate nelle figure 16÷21 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 15 si può osservare come in tutti i siti di misura le concentrazioni di IPA abbiano assunto il valore maggiore nel mese di gennaio e siano andate diminuendo nei due mesi successivi. Nel sito di Saluzzo le concentrazioni si dimostrano contenute nel confronto con le altre stazioni, mentre Saliceto si conferma nuovamente come la stazione della provincia di Cuneo con le concentrazioni più elevate di IPA a causa del diffuso utilizzo della biomassa legnosa nella combustione domestica. Per questa stazione anche il contenuto percentuale di IPA (grafico di destra di figura 15) è andato diminuendo nei tre mesi in analisi, indice di una progressiva riduzione delle emissioni. Per gli altri punti di misura, Saluzzo compreso, il grafico del contenuto percentuale di IPA nel PM₁₀ mostra variazioni limitate tra i diversi mesi, con valori superiori a gennaio.

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

sua concentrazione pari ad 1 ng/m³ come media per anno civile. I siti di Saluzzo e Cuneo sono gli unici della provincia in cui anche nei singoli mesi invernali in analisi la concentrazione è stata inferiore al valore obiettivo annuale.

Anche dai dati dei metalli misurati a Saluzzo non emergono criticità. Dei quattro metalli per cui esistono limiti normativi, solamente Nichel e Piombo sono stati rilevati in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti. Neppure il confronto con i dati misurati presso le stazioni fisse (grafici delle figure 19, 20 e 21) evidenzia criticità, infatti i valori misurati a Saluzzo sono per lo più confrontabili con quelli misurati nello stesso periodo dalle stazioni di traffico di Bra e Mondovì. Un unico valore si discosta dagli altri ed è quello dello Zinco del mese di marzo, ma non si tratta di un dato anomalo, in quanto rientra nell'intervallo dei valori registrati negli anni precedenti dalle stazioni della rete provinciale. 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)
Saluzzo – piazza Garibaldi								
gen-20	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	2.0	6.5	0.015
feb-20	0.5	0.7	0.8	0.7	0.5	1.5	4.6	0.011
mar-20	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.8	2.3	0.009
Valore obiettivo (media anno civile)	1.0							

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

	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)
Saluzzo– piazza Garibaldi										
gen-20	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	1.9	0.004	<i>0.7</i>	5.0	10.1	18.5	<i>0.7</i>	14.3
feb-20	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	3.1	0.004	<i>0.7</i>	5.3	13.5	16.3	<i>0.7</i>	13.8
mar-20	<i>0.7</i>	<i>0.1</i>	2.8	0.003	<i>0.7</i>	2.5	6.8	11.8	<i>0.7</i>	54.2
Valore obiettivo (media anno civile)	6.0	5.0	20.0	0.5						

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

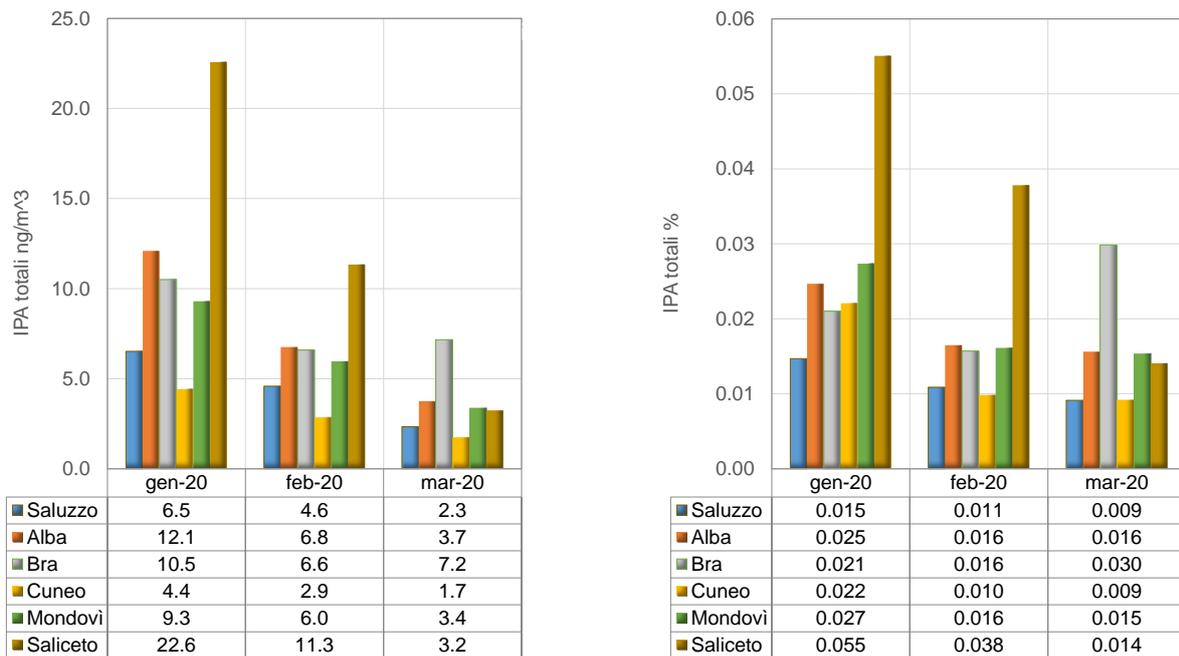


Figura 15) IPA totali (a sinistra) e percentuale di IPA nel PM10 (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

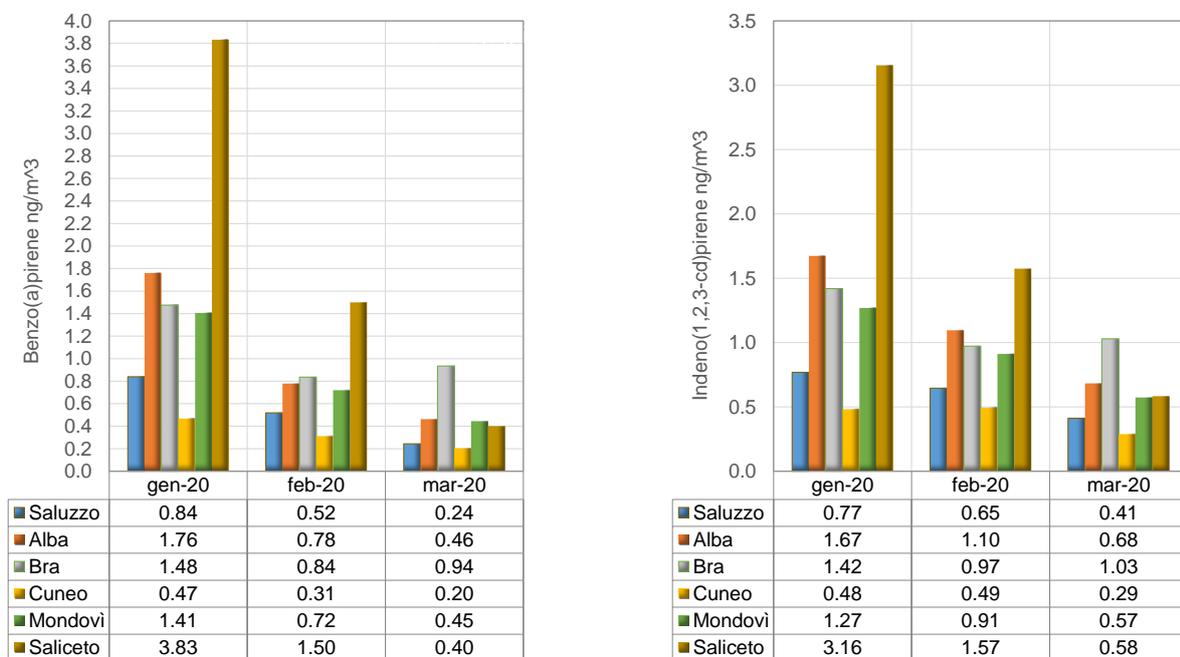


Figura 16) Benzo(a)pirene (a sinistra) e Indeno(1,2,3-cd)pirene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

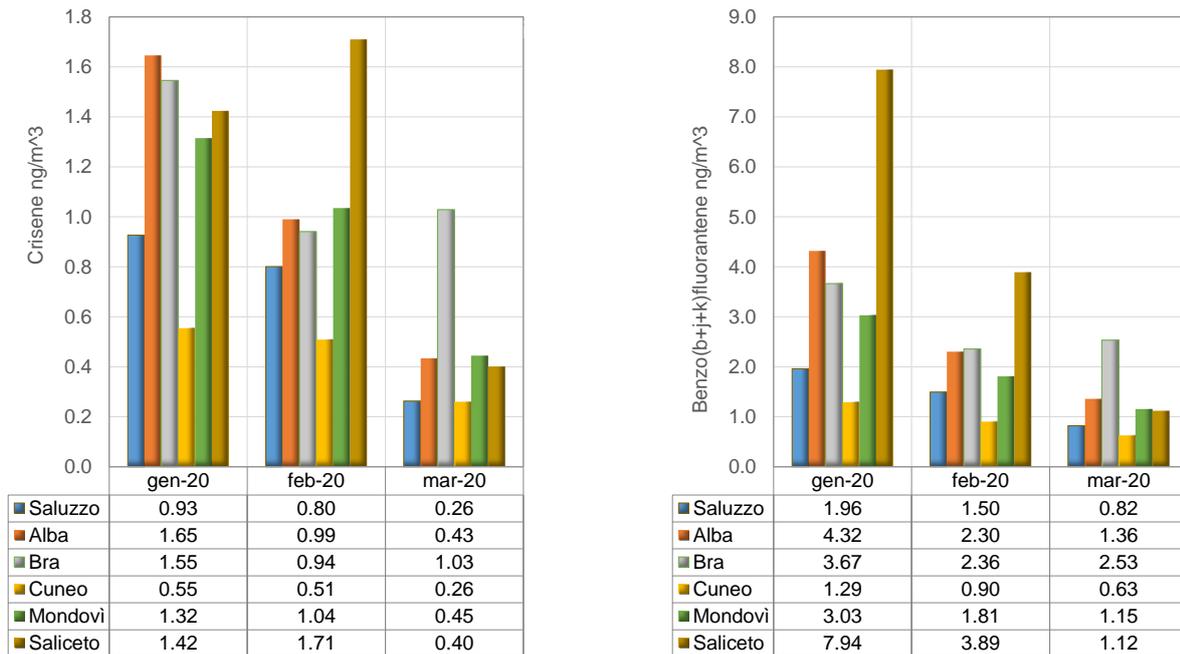


Figura 17) Crisene (a sinistra) e Benzo(b+j+k)fluorantene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

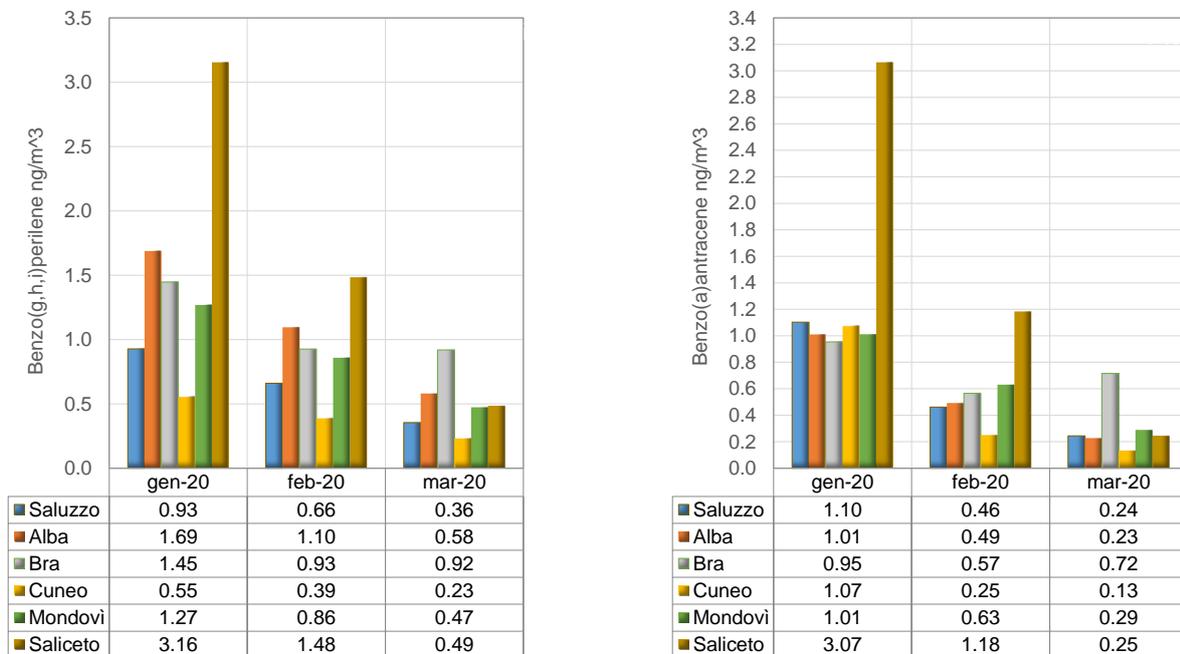


Figura 18) Benzo(g,h,i)perilene (a sinistra) e Benzo(a)antracene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

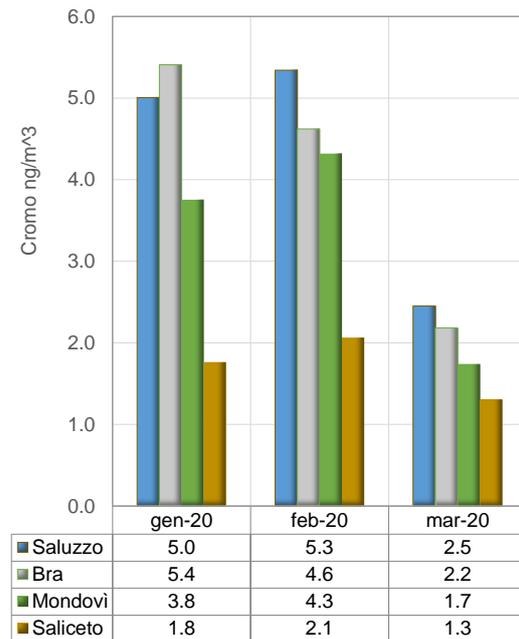
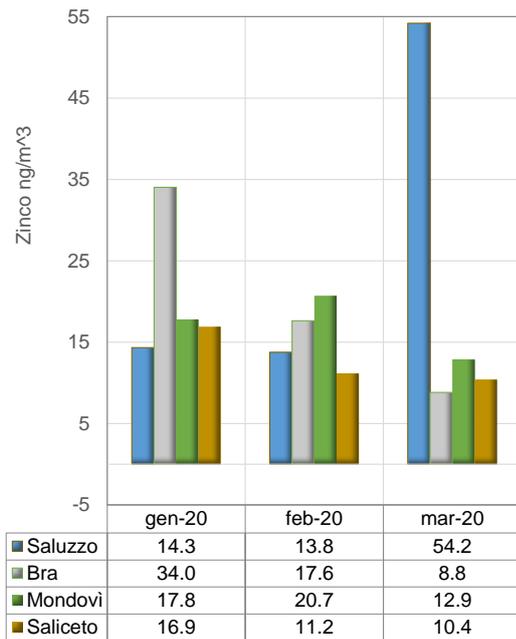


Figura 19) Zinco (a sinistra) e Cromo (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

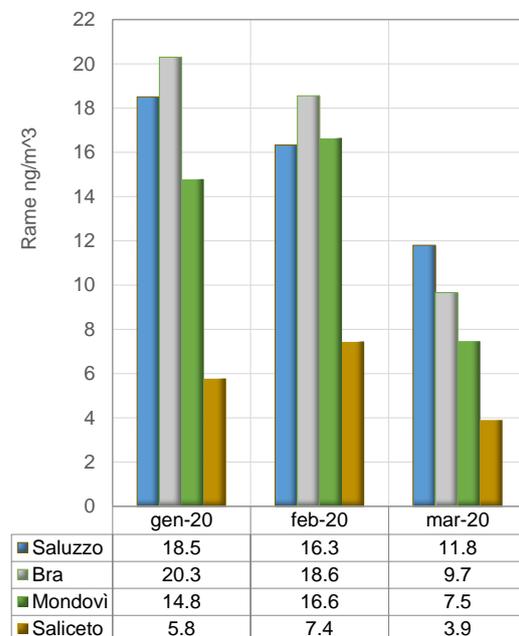
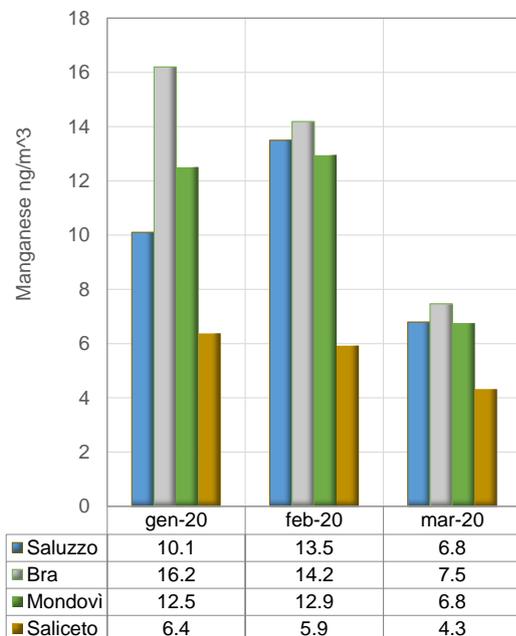


Figura 20) Manganese (a sinistra) e Rame (a destra): Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

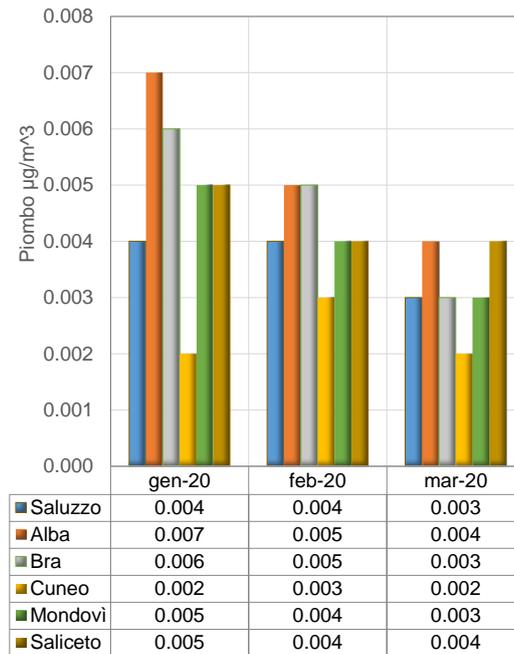


Figura 21) Piombo: Confronto delle medie mensili misurate a Saluzzo e presso le centraline fisse.

Per poter avere una stima della media annuale per il benzo(a)pirene di Saluzzo si è proceduto, in modo analogo a quanto fatto per il PM₁₀, utilizzando i dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascuna stazione la concentrazione media del benzo(a)pirene relativa ai mesi gennaio, febbraio e marzo 2020, è stata rapportata alla concentrazione media dell'intero anno civile di dati ed è stata calcolata la regressione lineare tra le cinque coppie di dati ottenute.

Nel grafico di figura 22 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 nel sito di Saluzzo è stata quindi stimata la concentrazione media annuale, riferita al 2020 e l'errore standard, risultante pari a:

$$\text{Sito Saluzzo: media Benzo(a)pirene (2020) = } \mathbf{0.3 \pm 0.02 \text{ ng/m}^3}$$

Tale valore stimato indica per il sito di Saluzzo una situazione di ampio rispetto del valore obiettivo stabilito dalla normativa per il Benzo(a)pirene al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

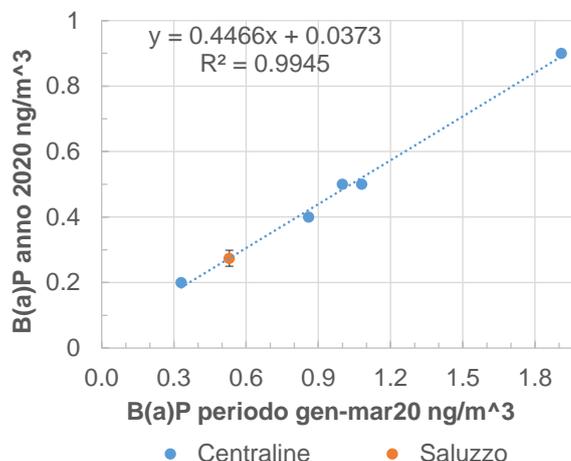


Figura 22 Benzo(a)pirene: stima della concentrazione media annuale nei siti di misura di Saluzzo mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2020.

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 dai singoli grafici della figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Saluzzo relativi ai diversi mesi di misura. Dal confronto tra i grafici emerge il comportamento stagionale. Si possono notare anche gli effetti dell'anomalia termica positiva registrata nel mese di aprile e di quella negativa delle prime due decadi di giugno che hanno determinato concentrazioni di ozono particolarmente elevate nel mese di aprile e più contenute a giugno.

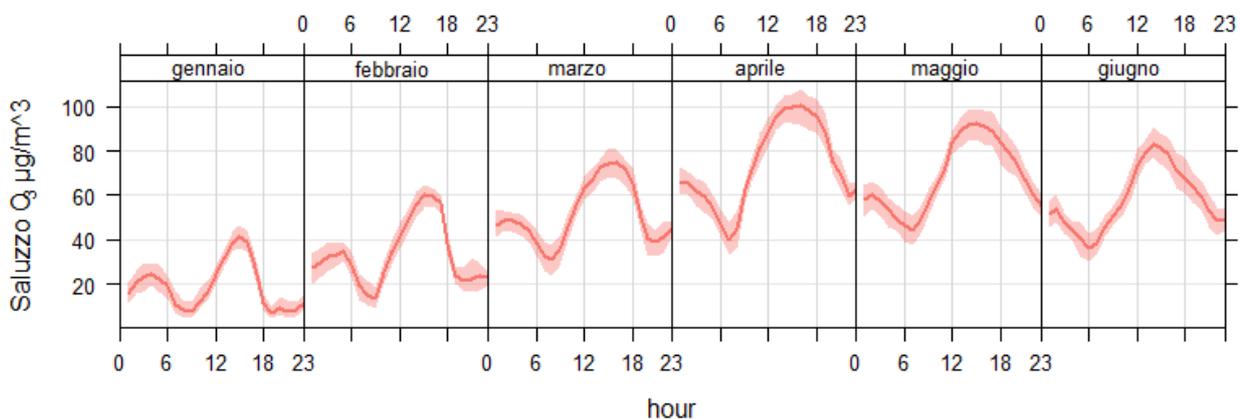


Figura 23) O₃: giorno medio di Saluzzo nei diversi mesi di misura.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 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.

Nel periodo del monitoraggio, a Saluzzo, come negli altri siti monitorati con le stazioni fisse, non si sono verificati superamenti delle soglie di allarme e di informazione. I superamenti del valore obiettivo riscontrati sono indicati nella tabella, insieme alle massime concentrazioni orarie e medie su 8 ore, registrati a Saluzzo e presso le stazioni di fondo della provincia dove l'ozono viene misurato.

O ₃ 9 gennaio ÷ 18 giugno '20	Saluzzo	Alba (FU)	Cuneo (FU)	Staffarda (FR)	Saliceto (FR)
Massima media oraria (µg/m ³)	132	139	145	132	128
Massima media 8h (µg/m ³)	125	129	138	125	120
Superamenti obiettivo a lungo termine (max media 8h >120 µg/m ³)	2	8	20	2	0

Tabella 10) O₃: confronto tra massime medie orarie, massime medie su 8 ore e numero superamenti di 120 µg/m³ come media su 8 ore, rilevati a Saluzzo e presso le stazioni di fondo della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Il grafico di figura 24 rappresenta, per ciascun giorno di misura, le massime concentrazioni medie giornaliere calcolate su 8 ore, per il sito di Saluzzo e per le stazioni fisse della provincia di Cuneo, che vanno confrontate con il valore obiettivo di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della temperatura media giornaliera misurata dal laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra il suo andamento e quello dell'inquinante. Nel sito di Saluzzo, come si può vedere anche dal grafico, i superamenti si sono verificati il 24 aprile ed il 28 maggio 2020, nel corso di giornate in cui campi di alta pressione determinavano condizioni di tempo stabile e soleggiato.

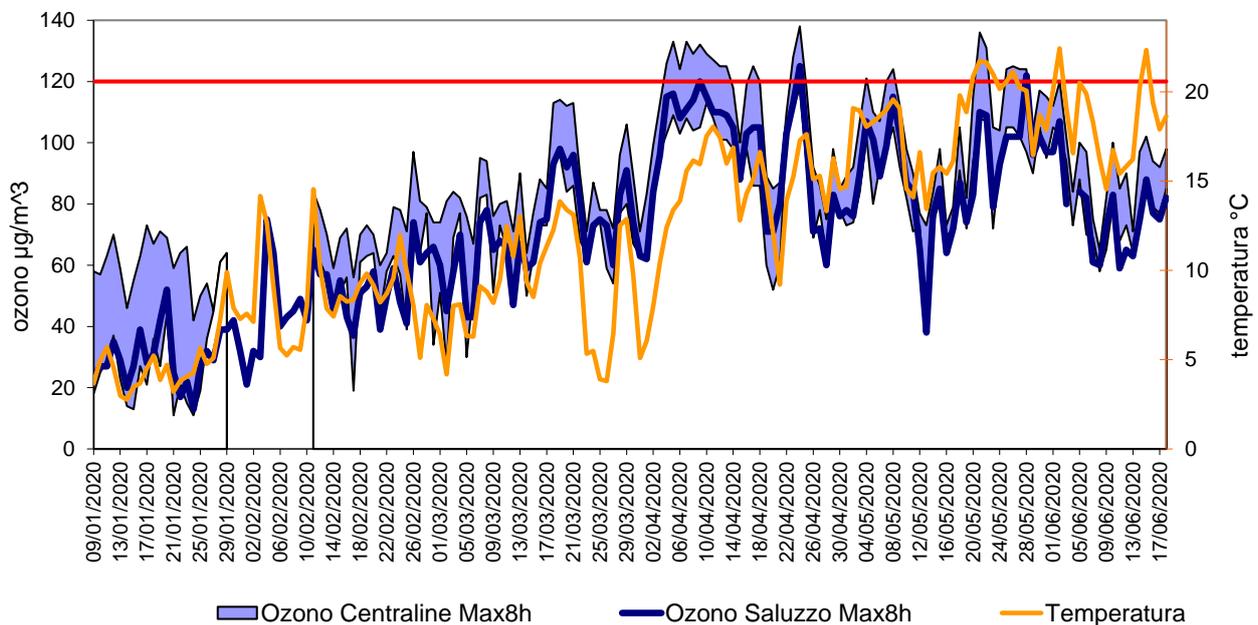


Figura 24) O_3 : massime medie giornaliere calcolate su 8 ore per il sito di Saluzzo e per le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Temperatura media giornaliera misurata dal laboratorio mobile a Saluzzo.

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 piazza Garibaldi a Saluzzo, hanno evidenziato livelli del tutto analoghi a quelli rilevati nel medesimo periodo presso la stazione della qualità dell'aria di Cuneo, con una concentrazione media oraria di 5 µg/m³ ed un valore massimo orario di 26 µg/m³. Si tratta pertanto di valori molto inferiori ai limiti normativi ed ormai prossimi ai limiti di rilevabilità strumentali.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/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 Saluzzo 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 1.9 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 in piazza Garibaldi a Saluzzo non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta nel periodo di misura è pari a 1.5 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 nel lungo periodo di monitoraggio della qualità dell'aria a Saluzzo.

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

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

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

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

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

In Piemonte la temperatura media dell'aprile 2020 è stata di circa 10°C, con un'anomalia termica positiva di 2.5°C rispetto alla media del periodo 1971-2000, e si pone al 6° posto tra i mesi di aprile più caldi degli ultimi 63 anni. Il 1° ed il 2 aprile sono stati i giorni più freddi del mese, l'11 il più caldo. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state inferiori alla norma degli anni 1971-2000, con 75.1 mm medi ed un deficit di 42.5 mm (pari al 36%). Il 20 aprile è stato il giorno più piovoso del mese. I picchi di precipitazione più elevati sono stati registrati a Barge (CN) tra la serata del 20 e l'alba del 21 Aprile 2020 con 163 mm in 24 ore. Le precipitazioni hanno determinato l'incremento dei livelli idrometrici del reticolo idrografico secondario e il Ghiandone a Staffarda (CN) ha registrato valori prossimi ai livelli di guardia

Maggio 2020 ha avuto in Piemonte una temperatura media di circa 13.9°C, con un'anomalia termica positiva di 1.8°C rispetto alla media del periodo 1971-2000, e si pone al 12° posto tra i mesi di maggio più caldi degli ultimi 63 anni. Dal punto di vista pluviometrico le

precipitazioni sono state leggermente superiori alla norma degli anni 1971-2000, con 143.2 mm medi ed un surplus di 12.2 mm (pari al 9%).

In Piemonte la temperatura media complessiva del giugno 2020 è stata di circa 16.1°C, con una lieve anomalia termica positiva di 0.4°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. È risultato comunque il mese di giugno più fresco del nuovo millennio e le prime due decadi sono state caratterizzate da un'anomalia termica negativa. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state leggermente superiori alla norma degli anni 1971-2000, con 130.9 mm medi ed un surplus di 34.8 mm (pari al 36%); giugno 2020 si pone all'8° posto tra i corrispondenti mesi più piovosi a partire dal 1958.⁶

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Saluzzo si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 29.8°C, raggiunta il 20 maggio, la media di 12.2 °C e la minima di 0.3 °C, registrata il 15 gennaio.

Nel grafico della figura 25 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 Costigliole Saluzzo (non è stato possibile utilizzare il dato misurato dal laboratorio mobile in quanto la misura è stata alterata dalla presenza della chioma degli alberi).

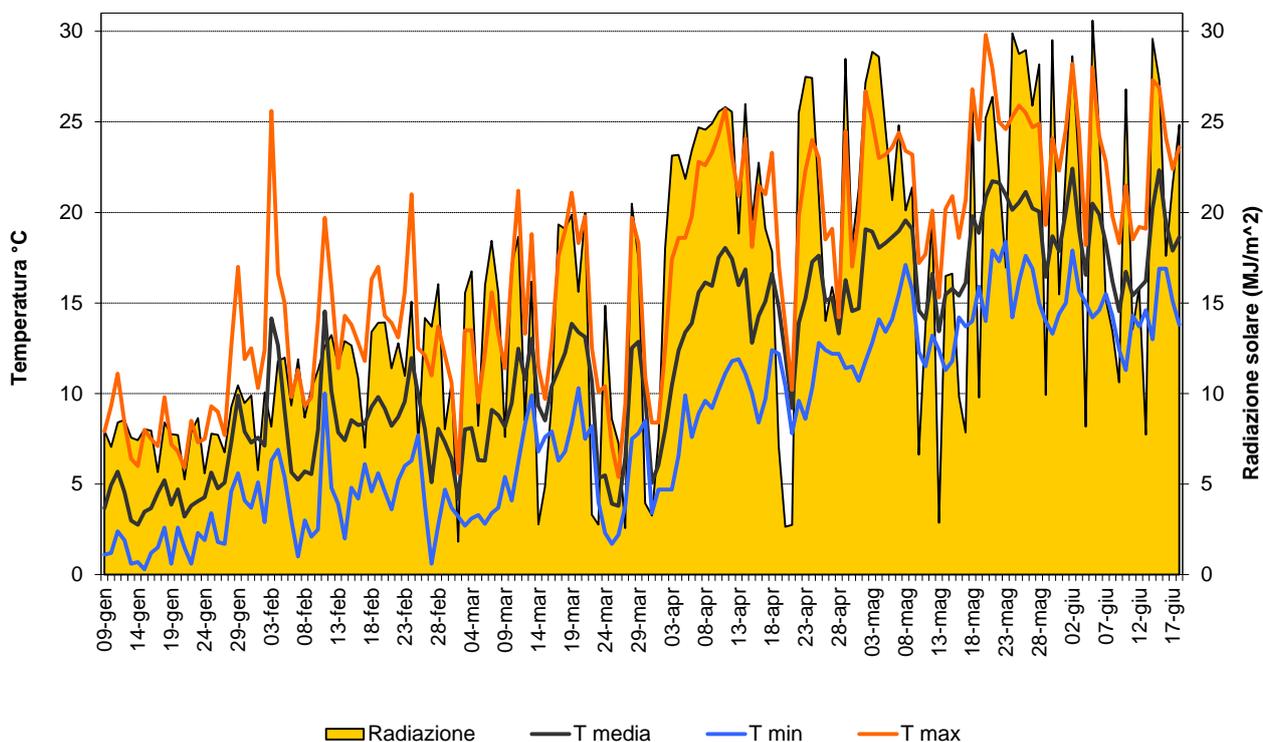


Figura 25) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Saluzzo; totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

Nella figura 26 sono riportate, per ciascun giorno, il valore medio, minimo e massimo dell'umidità relativa dell'aria misurate dal laboratorio mobile, insieme alla precipitazione giornaliera cumulata registrata dalla stazione meteorologica di Saluzzo e agli episodi di Foehn sul territorio regionale. I dati delle precipitazioni registrate a Saluzzo evidenziano un periodo molto siccitoso nei primi due mesi in analisi, con un unico evento il 17 gennaio

⁶ Il Clima in Piemonte. Gennaio – Febbraio - Marzo – Aprile – Maggio – Giugno 2020 - Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

caratterizzato da quantitativi di pioggia molto limitati, e precipitazioni frequenti e abbondanti a partire dal 20 aprile e per i successivi due mesi.

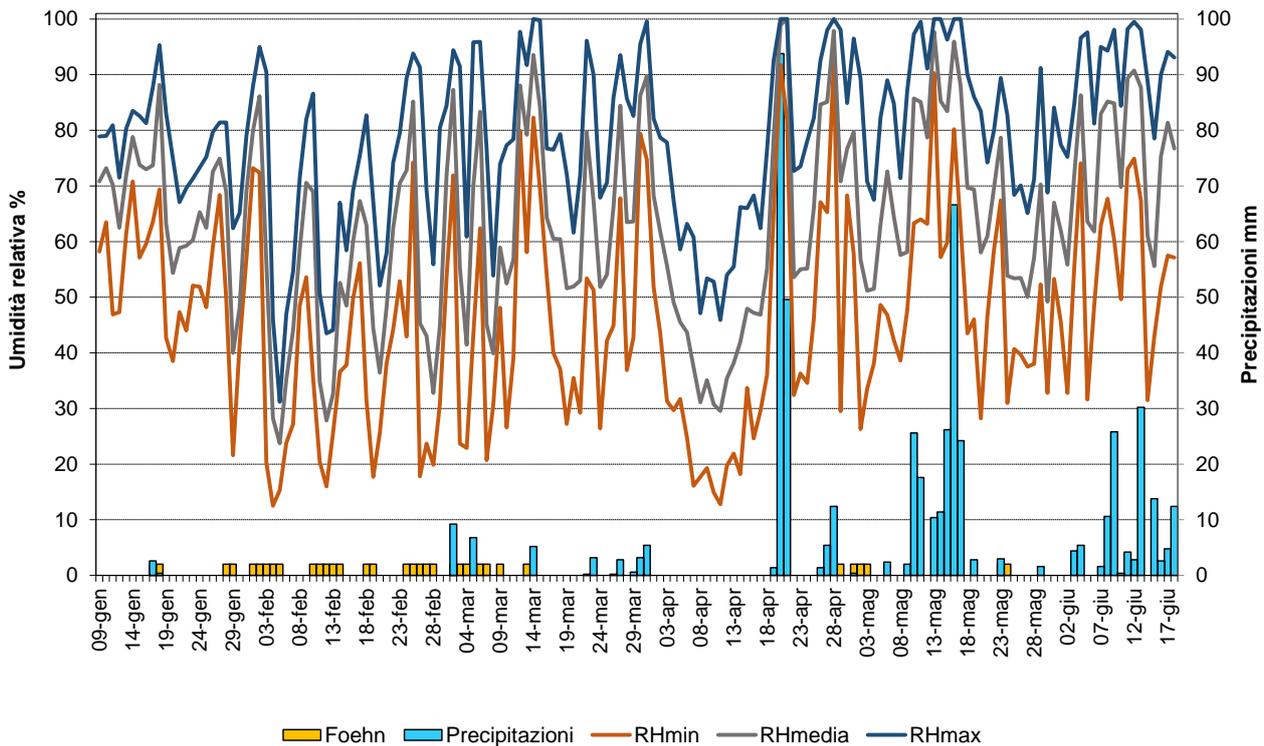


Figura 26) Umidità relativa dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Saluzzo; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione meteo di Saluzzo.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di piazza Garibaldi a Saluzzo sono rappresentate nella figura 27. 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 di circa il 50%.

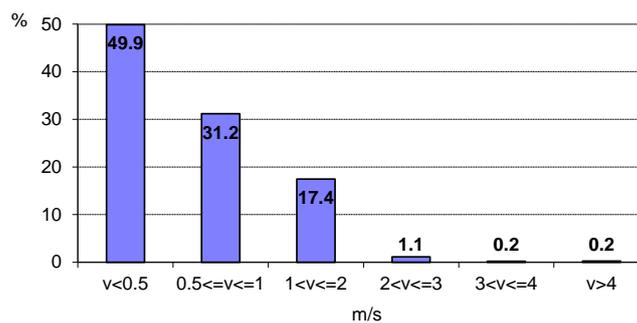


Figura 27) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento in piazza Garibaldi a Saluzzo (periodo: 8 gennaio ÷ 19 giugno '20).

Nella figura seguente sono rappresentate le frequenze dei settori di provenienza dei venti calcolate per i dati registrati dal laboratorio mobile. Esse evidenziano venti provenienti prevalentemente dal quadrante NordOvest sia nelle ore notturne che diurne, con occorrenze meno frequenti di venti da Est nelle ore diurne.

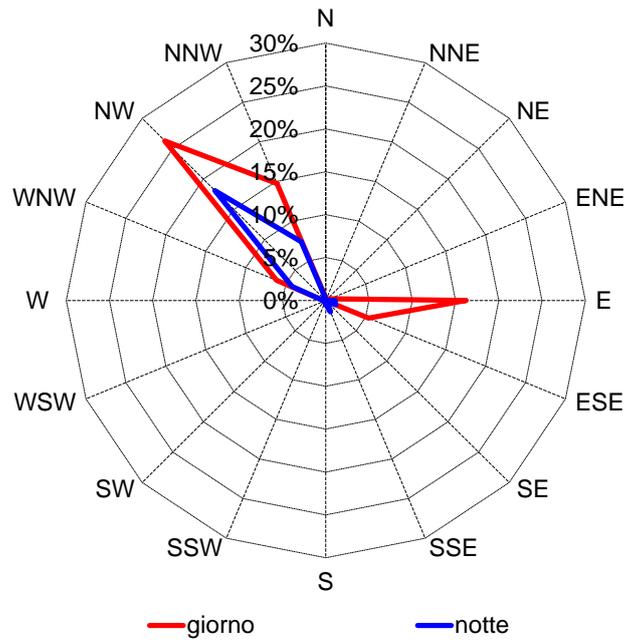


Figura 28) Rosa dei venti in piazza Garibaldi a Saluzzo (periodo: 8 gennaio ÷ 19 giugno '20).

CONCLUSIONI

L'8 gennaio 2020 ha avuto inizio una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria a Saluzzo, nella postazione di piazza Garibaldi dove era stata già eseguita una precedente campagna di misura nel 2013. Il laboratorio mobile avrebbe dovuto misurare le concentrazioni dei principali inquinanti fino al mese di marzo, ma le difficoltà di spostamento subentrato con le restrizioni introdotte per contenere l'emergenza Coronavirus, hanno determinato il prolungamento della campagna fino al 19 giugno. Si è ottenuta così una campagna di misura che, in via del tutto eccezionale, ha interessato tutto il primo semestre 2020.

Il laboratorio mobile della qualità dell'aria è dotato della strumentazione per la misura dei principali inquinanti per i quali la normativa stabilisce dei limiti (polveri sottili, ossidi di azoto, ozono, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene...).

Generalmente le condizioni meteorologiche hanno una forte influenza sui livelli di inquinamento, pertanto, per poter valutare correttamente la qualità dell'aria in un sito, è necessario analizzare i dati in riferimento a quanto rilevato in altre postazioni del territorio, in particolare presso le stazioni fisse delle reti di monitoraggio. Il confronto permette inoltre di trarre considerazioni sul rispetto dei limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale.

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, in piazza Garibaldi a Saluzzo il laboratorio mobile non ha evidenziato criticità per il monossido di carbonio, il benzene ed il biossido di zolfo. Le concentrazioni di questi inquinanti si sono notevolmente ridotte negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative dei combustibili.

I livelli dell'ozono, inquinante tipicamente estivo la cui formazione è favorita da intensa radiazione solare ed elevate temperature, in accordo con i dati misurati dalla rete sono andati crescendo dai mesi invernali a quelli primaverili. A giugno tuttavia le temperature fresche che si sono verificate nelle prime due decadi del mese, insieme alla copertura nuvolosa, hanno fatto sì che i livelli di ozono non abbiano raggiunto i livelli critici che si verificano nelle ondate di calore estive. A Saluzzo, come presso la vicina stazione di misura di Revello-Staffarda, gli unici due superamenti del valore obiettivo sono stati riscontrati nei mesi di aprile e maggio nel corso di giornate caratterizzate da condizioni anticicloniche di tempo stabile e soleggiato.

I dati ottenuti per il biossido di azoto nel sito di piazza Garibaldi a Saluzzo evidenziano livelli di concentrazione analoghi a quelli registrati dalle stazioni collocate nei centri urbani e superiori a quelli delle stazioni di fondo rurale della provincia. In particolare, i test statistici eseguiti sui dati confermano una situazione che, in media, è equivalente a quella registrata dalla stazione da traffico di Bra. La confrontabilità con le stazioni della provincia, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008, garantisce, anche per il sito di Saluzzo, il rispetto dei limiti normativi annuali dell'NO₂.

Per questo inquinante fortemente legato alle emissioni locali, il confronto con i dati della stazione di misura di Bra ha inoltre permesso di verificare come le restrizioni dovute all'emergenza Coronavirus abbiano determinato anche a Saluzzo una diminuzione delle concentrazioni al di sotto dei livelli minimi "attesi" nel periodo compreso tra la metà di marzo '20 ed il 4 maggio '20, quando i dati della mobilità forniti da *Enel X* e *HERE Global BV³* attestano riduzioni del traffico superiori al 50% rispetto al periodo precedente al lockdown.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili, l'analisi dei dati ottenuti a Saluzzo conferma quanto registrato presso le altre stazioni della provincia e in tutto il bacino padano, ovvero come, per tale tipologia di inquinante, le variazioni delle concentrazioni siano fortemente influenzate dalle condizioni meteorologiche.

Nel primo semestre 2020 i livelli del PM₁₀ sono stati critici in tutto il Piemonte per i primi due mesi, quando la meteorologia è stata poco favorevole alla dispersione degli inquinanti. Le precipitazioni sono state infatti praticamente assenti e, le stesse condizioni che in quei due mesi hanno favorito la formazione delle nebbie in pianura hanno determinato, in tutta la regione, anche l'accumulo delle polveri sottili con numerosi superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³. Solamente nei primi giorni di marzo le precipitazioni e la ventilazione che si sono verificate sono riuscite ad abbattere con efficacia le polveri che, in seguito, si sono mantenute a livelli decisamente inferiori al limite normativo, grazie anche all'incremento della capacità dispersiva dell'atmosfera che si verifica all'aumentare dell'insolazione.

Per il sito di Saluzzo i dati di PM₁₀ misurati con il laboratorio mobile evidenziano una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso del bacino padano rispetto alla zona sud della provincia di Cuneo, con livelli di polveri sottili equivalenti in media a quelli misurati ad Alba e Bra e superiori a quelli, più contenuti, registrati dalle stazioni della zona sud.

Nel confronto con la norma, si evidenziano criticità per il rispetto del limite normativo giornaliero, sono stati infatti misurati 20 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ (tutti concentrati nei mesi di gennaio e febbraio '20) e sono stati stimati, con riferimento all'intero anno 2020, 36 superamenti contro i 35 consentiti per anno civile.

La criticità riscontrata a Saluzzo 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, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura e di collina della provincia costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e, pertanto, risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è tuttavia caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti⁷. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, avvenuto in tutti gli anni di misura fino al 2017 e nuovamente nel 2020, conferma una situazione di criticità per il PM₁₀.

Non sono invece state riscontrate criticità per le concentrazioni di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) presenti nelle polveri campionate a Saluzzo dal 9 gennaio al 23 marzo '20. In particolare il benzo(a)pirene, che per la sua cancerogenicità è usato come indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA, ha evidenziato per il sito di Saluzzo un ampio rispetto del valore obiettivo stabilito dalla normativa. Dei quattro metalli per cui esistono limiti di legge, solamente Nichel e Piombo sono stati rilevati in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione analitica, ma si tratta di valori molto inferiori agli indicatori normativi vigenti.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa per la protezione della salute umana, e ad un rispetto duraturo ovvero non troppo in balia delle avversità atmosferiche che di anno in anno si possono presentare, è necessario continuare a perseguire la riduzione delle emissioni in atmosfera, promuovendo provvedimenti strutturali in modo

⁷ *Relazione della qualità dell'aria 2019 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

sempre più omogeneo e congiunto in tutto il bacino padano. Gli interventi devono riguardare tutte le attività che concorrono alla produzione di precursori (principalmente agricoltura e combustioni, quali traffico, biomassa e comparto industriale e dei servizi) agendo in maniera incisiva sulle emissioni.⁸

⁸ Report 3 COVID-19. Studio degli effetti delle misure Covid-19 sulla composizione chimica del particolato nel bacino padano. Progetto LIFE prepAIR <https://www.lifepreparepair.eu/index.php/news/>

ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

Saluzzo, piazza Garibaldi	
9/01/2020 ÷ 18/06/2020	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	26
Percentuale ore valide	91%
<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	1.5
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	4.4
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.9
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	4.3
Media dei valori orari	1.5
Massima media oraria	9.3
Percentuale ore valide	90%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	50
Media dei valori orari	21
Massima media oraria	104
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	97
Media dei valori orari	51
Massima media oraria	132
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	51
Massimo medie 8 ore	125
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	6
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	2
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	88
Media delle medie giornaliere:	27
Numero giorni validi	162
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	20

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.

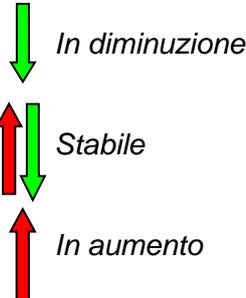
Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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 - PM_{2.5}

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 aerodinamico 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) , gli impianti di riscaldamento e la zootecnia rappresentano le fonti più significative.		
Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", impresso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃ .		
Permanenza spazio temporale	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.		
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Infatti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il PM₁₀, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali. - Il PM_{2.5}, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare. <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di malattie dell'apparato respiratorio, quali asma, bronchiti ed enfisemi e anche danni al sistema cardiocircolatorio. Il PM inoltre agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici. Nel 2013 il particolato atmosferico è stato classificato dallo IARC come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1).</p> <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione inibendo 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. 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 10 µm o 2.5 µm.		
Situazione  	La situazione nell'ultimo decennio è in miglioramento ma continua a rappresentare una delle criticità più significative a livello di bacino padano dove si verificano ancora numerosi superamenti soprattutto del limite giornaliero di 50 µg/m ³ .		
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	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO₂, N₂O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali: $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO₂ è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, perché, oltre ad essere tossici, svolgono un ruolo fondamentale nella formazione dello "smog fotochimico". Sono infatti importanti precursori dell'ozono in estate e del PM₁₀ in inverno.</p>		
Fonte naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'attività batterica sui composti dell'azoto, dall'attività vulcanica e dai fulmini: ciò produce un apporto minimo ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il traffico veicolare ne rappresentano la fonte più significativa.</p>		
Tipologia primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al massimo il 5% degli ossidi di azoto emessi direttamente dalle combustioni in aria. La maggior parte dell'NO₂ presente in atmosfera deriva invece dall'ossidazione del monossido di azoto, ed è quindi di natura secondaria.</p>		
Permanenza spazio temporale	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO₂ e quattro giorni per l'NO.</p>		
Effetti salute ambiente materiali	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO₂ sono dovuti alla sua azione irritante sugli occhi e sulle 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.</p>		
Misure chemiluminescenza	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il metodo a chemiluminescenza, che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m³).</p>		
Situazione  	<p>La situazione è in miglioramento ma continua a rappresentare una delle criticità più significative a livello di bacino padano, oltre che per i superamenti che ancora si verificano nei grossi centri abitati, anche per la sua natura di precursore dello smog fotochimico.</p>		

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi
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 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 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	

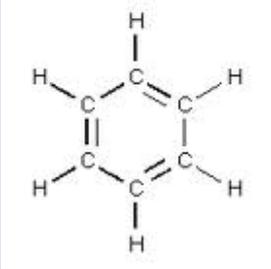
(**) Per AOT40 (espresso in µg/m³·h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)

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  	Il biossido di zolfo ha rappresentato per molti anni uno dei principali inquinanti dell'aria. Oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza in atmosfera.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi
Ossido di Zolfo	1 ora	350 µg/m 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, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. È utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p>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>Gasromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
<p>Situazione  </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	<p>Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico.</p> <p>Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.</p> <p>Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.</p>
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli incendi boschivi, le eruzioni dei vulcani, le emissioni da oceani e paludi.</p> <p>La fonte antropica più significativa è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo 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.</p>
Tipologia <i>primario</i>	<p>Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.</p>
Permanenza spazio temporale	<p>Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.</p>
Effetti <i>salute</i>	<p>Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, ad elevate concentrazioni, esiti letali. A basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza. Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate.</p> <p>Sull'ambiente ha effetti trascurabili.</p>
Misure <i>Assorbimento IR</i>	<p>Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m³).</p>
Situazione  	<p>Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha determinato, nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, una riduzione significativa della sua concentrazione.</p>

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

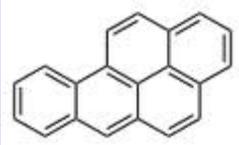
METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

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 (eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle combustioni , dai processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche) e dalle abrasioni dei materiali .
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: problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare .
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  	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
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m ³
	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)
Arsenico	Anno civile	6.0 ng/m ³
Cadmio	Anno civile	5.0 ng/m ³
Nichel	Anno civile	20.0 ng/m ³

(*) 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 naturale antropica</p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle 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 primario</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 salute</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 GC da filtro PM₁₀</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</p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni rurali rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

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

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