

Analisi sul territorio piemontese degli effetti sulla qualità dell'aria e sulle emissioni in atmosfera dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19

Arpa Piemonte

Torino, giugno 2020

a cura del Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Struttura Semplice Meteorologia, Clima e Qualità dell'Aria

*Stefano Bande, Francesca Bissardella, Monica Clemente, Francesco Lollobrigida*



ARPA PIEMONTE

Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Via Pio VII, 9 - 10135 Torino

Tel. 011 19681350 – fax 011 19681341

Sito web: [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

E-mail: [dip.rischi.naturali.ambientali@arpa.piemonte.it](mailto:dip.rischi.naturali.ambientali@arpa.piemonte.it)

P.E.C.: [rischi.naturali@pec.arpa.piemonte.it](mailto:rischi.naturali@pec.arpa.piemonte.it)

## INDICE

1 PREMESSA.....	4
2. Analisi degli effetti sulle emissioni in atmosfera .....	5
Dati emissivi.....	5
Determinanti .....	5
Variazione delle emissioni di particolato primario PM10 .....	6
Variazione delle emissioni di ossidi di azoto .....	7
3 Analisi dei dati di qualità dell'aria .....	9
Introduzione .....	9
POLVERI SOTTILI .....	10
Biossido di azoto.....	14
Benzene .....	18
4 Conclusioni .....	20

# 1 PREMESSA

A partire dal mese di marzo si è assistito anche in Piemonte a una complessiva diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente, in particolare di quelli che presentano la maggiore criticità nei mesi invernali in tutto il bacino padano, vale a dire PM10 e biossido di azoto. Poiché nello stesso periodo sono entrati in vigore, a seguito dell'emergenza COVID-19, i provvedimenti di limitazione degli spostamenti e delle attività produttive - e che agiscono quindi indirettamente sulle emissioni, principalmente quelle legate al comparto trasporti e al comparto industriale - risulta importante indagare se e in quale misura esista un legame diretto tra i due fenomeni.

Occorre innanzitutto sottolineare che in termini generali non si ha un collegamento diretto tra emissioni di inquinanti e le loro concentrazioni in aria ambiente, in quanto nel processo intervengono anche le caratteristiche stagionali dell'atmosfera, le forzanti meteorologiche a grande scala e a scala locale, nonché le proprietà ed i processi di trasformazione chimico-fisica degli inquinanti stessi.

In particolare la diminuzione delle concentrazioni di PM10 e di biossido di azoto a partire dal mese di marzo è un fenomeno a cui si assiste ogni anno nelle regioni del bacino padano grazie al mutamento delle condizioni meteorologiche, che con l'avvicinarsi della primavera, diventano man mano sempre più favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Il presente rapporto tecnico prende in esame l'insieme dei dati disponibili (variazioni delle pressioni emmissive, meteorologia e stato della qualità dell'aria) con lo scopo di verificare se è possibile evidenziare un effetto aggiuntivo dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19 sulla diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici rispetto a quanto avviene in di norma nella stagione primaverile.

Nell'analisi dei dati sullo stato della qualità dell'aria sono stati presi in considerazione innanzitutto il PM10 e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), in quanto, come già ricordato, presentano la maggiore criticità in termini di superamento dei valori limite di legge, in particolare nel semestre freddo dell'anno; per entrambi, inoltre, sono in corso due procedure di infrazione delle Direttive dell'Unione Europea in materia di qualità dell'aria ambiente, a carico dell'Italia ma riguardanti anche il territorio piemontese.

E' importante sottolineare che i due inquinanti atmosferici in questione hanno origini e caratteristiche diverse: per il biossido di azoto, che risponde più rapidamente alle variazioni delle emissioni, il traffico veicolare è di gran lunga la fonte prevalente, mentre per il PM10 il quadro emissivo è più complesso: una parte significativa è di origine primaria, emessa principalmente dal settore del riscaldamento civile (in particolare dalla combustione della biomassa legnosa), un'altra altrettanto significativa è invece di natura secondaria, in larga parte prodotta dalla trasformazione in particelle di altre sostanze - quali l'ammoniaca, gli ossidi di azoto, i composti organici volatili - emesse originariamente in forma gassosa da molteplici fonti.

Per completezza di analisi sono stati inoltre esaminati il benzene e il monossido di azoto (NO). Il primo di questi due inquinanti rispetta ampiamente e da molti anni il valore limite in tutto il Piemonte, ma risulta di interesse in quanto tipico tracciante del traffico autoveicolare, in particolare quello legato ai mezzi alimentati a benzina. Per il monossido di azoto (NO) non sono previsti valori limite per la protezione della salute umana, ma anche questo inquinante risulta di interesse in quanto tipico tracciante del traffico autoveicolare, in particolare quello legato ai mezzi con alimentazione diesel.

*Analisi sul territorio piemontese degli effetti sulla qualità dell'aria e sulle emissioni in atmosfera dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19*

## 2. Analisi degli effetti sulle emissioni in atmosfera

L'analisi degli effetti sulle emissioni in atmosfera è stata condotta stimando per i vari comparti emissivi le variazioni settimanali dei determinanti nel periodo di *lockdown*, rispetto allo stesso periodo dell'anno in condizioni di normalità (in assenza quindi di provvedimenti di limitazione).

La metodologia di stima è stata messa a punto, concordata ed applicata su tutto il Bacino Padano dalle Regioni e dalle Arpa coinvolte nel progetto LIFE Integrato PREPAIR (<https://www.lifepreparepair.eu/>).

Per il Piemonte sono stati considerati i seguenti comparti emissivi: produzione di energia, riscaldamento (terziario e domestico), industria, trasporti (urbani, extraurbani e autostrade), trasporti aeroportuali e ferroviari (linee non elettrificate), trasporti "off-road", distribuzione combustibili, agricoltura.

Le emissioni di ciascun comparto sono determinate dai fattori di pressione che le diverse sorgenti emissive esercitano sul territorio (determinanti); i principali determinanti analizzati sono stati:

- flussi di traffico su rete urbana, extraurbana, autostrade;
- volumi di traffico ferroviario e aereo;
- consumi di energia per domestico, terziario, industria;
- produzione di energia termoelettrica;
- attività agricole e spandimenti di effluenti zootecnici (calendario dei periodi autorizzati).

### ***Dati emissivi***

I dati emissivi si basano sull'Inventario Regionale delle Emissioni, ripartito in 208 attività emissive, con dettaglio comunale: per gli inquinanti particolato primario PM10 e ossidi di azoto (NO<sub>x</sub> espressi come NO<sub>2</sub>) il totale emesso annualmente (dato di Inventario) è stato prima di tutto aggregato su base regionale a livello di attività SNAP<sup>1</sup>.

Per ricostruire le emissioni settimanali del periodo di studio sono stati utilizzati i profili di modulazione temporale in uso nel sistema modellistico di Arpa Piemonte, specifici fino al livello di attività SNAP: le emissioni totali annuali relative a ciascuna categoria SNAP sono state quindi moltiplicate per i propri coefficienti mensili (relativi ai mesi di febbraio, marzo, aprile e maggio) in modo da ottenere le sommatorie mensili per attività emissiva. Con lo stesso livello di dettaglio sono stati poi ottenuti i giorni-tipo mensili, indispensabili per ricostruire lo step temporale settimanale.

### ***Determinanti***

Al dato settimanale è stato applicato un coefficiente di riduzione delle emissioni (*proxy*), individuato integrando i dati provenienti da più fonti informative, con diverso dettaglio temporale (mensile, settimanale o addirittura giornaliero).

Sono state analizzate diverse fonti dati (regionali e nazionali) per individuare le *proxy* di riduzione delle emissioni più rappresentative per ciascuna delle 208 attività emissive.

---

<sup>1</sup> *Selected Nomenclature for Air Pollution (EMEP/EEA)*

Alle categorie emissive modificate dal *lockdown*, sono state quindi applicate le *proxy* individuate (a livello di attività SNAP, per quanto possibile), mentre le altre sono state lasciate invariate. In particolare sono state utilizzate le seguenti fonti:

COMPARTO EMISSIVO	FONTE
produzione di energia	SNAM e TERNA
riscaldamento terziario	SNAM
riscaldamento domestico	SNAM, ISPRA, Università di Padova
industria	SNAM e TERNA
distribuzione di energia	SNAM
trasporti stradali	5T, Infoblu
trasporti ferroviari	Regione Piemonte
trasporti aeroportuali	Eurocontrol

Le riduzioni emissive sono state calcolate in modo differenziato a seconda della categoria emissiva: in alcuni casi rispetto al giorno-tipo dell'anno precedente, in altri rispetto al giorno-tipo o mese-tipo del periodo pre-Covid19.

### **Variazione delle emissioni di particolato primario PM10**

Per quanto riguarda il particolato primario PM10, il periodo di *lockdown* ha avuto da una parte un effetto di riduzione sulle emissioni da trasporto stradale e sulle emissioni industriali, dall'altra un effetto di aumento complessivo delle emissioni da riscaldamento (circa il 14%) – aumento legato ad un maggiore fabbisogno energetico in ambito domestico, motivato dalla maggiore permanenza in casa a causa delle misure di distanziamento sociale - parzialmente bilanciato dalla diminuzione del fabbisogno energetico del settore terziario e commerciale (Figura 1).

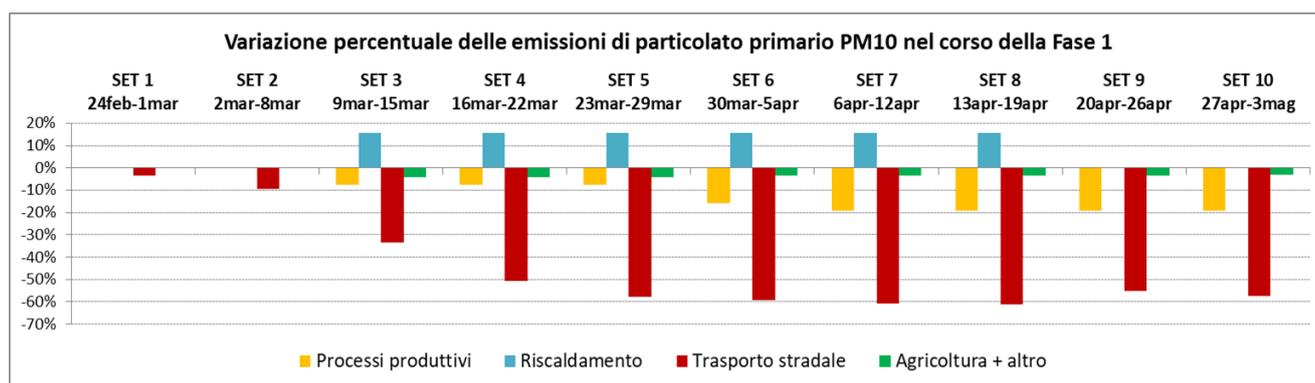


Figura 1 – Emissioni di particolato primario PM10: variazione percentuale settimanale nel corso della Fase 1

Il fatto che il riscaldamento (in particolare a biomassa) nei mesi in esame rappresenti il contributo principale alle emissioni di particolato primario PM10 (oltretutto leggermente aumentato dalla maggiore permanenza in casa), ha determinato una situazione praticamente invariata dal punto di vista emissivo fino alla prima metà di aprile; a partire dalla seconda metà di aprile, mancando il contributo del riscaldamento, sono risultate evidenti le riduzioni emissive (-35-40%) legate principalmente ai trasporti stradali (Figura 2).

*Analisi sul territorio piemontese degli effetti sulla qualità dell'aria e sulle emissioni in atmosfera dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19*

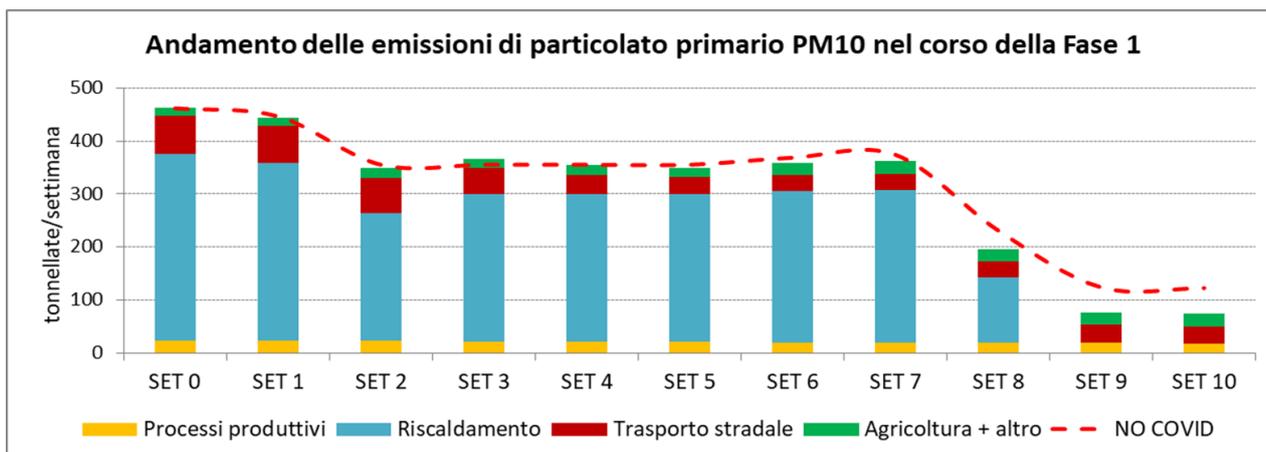


Figura 2 – Emissioni di particolato primario PM10: contributo emissivo settimanale nel corso della Fase 1

### Variazione delle emissioni di ossidi di azoto

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, il periodo di *lockdown* ha avuto un effetto di riduzione soprattutto sulle emissioni da trasporto stradale e, in misura minore, sulle emissioni industriali. Non ha avuto effetti significativi sul comparto agricolo: le riduzioni nel grafico associate al comparto “Agricoltura + altro” sono riferite alle emissioni degli aeroporti e delle ferrovie non elettrificate, in quanto classificate come altre tipologie di trasporti. Le misure di distanziamento sociale hanno avuto un effetto di aumento complessivo delle emissioni da riscaldamento, a causa dell’aumentato fabbisogno energetico in ambito domestico, anche se parzialmente bilanciato dalla diminuzione del fabbisogno legato al settore terziario e commerciale.

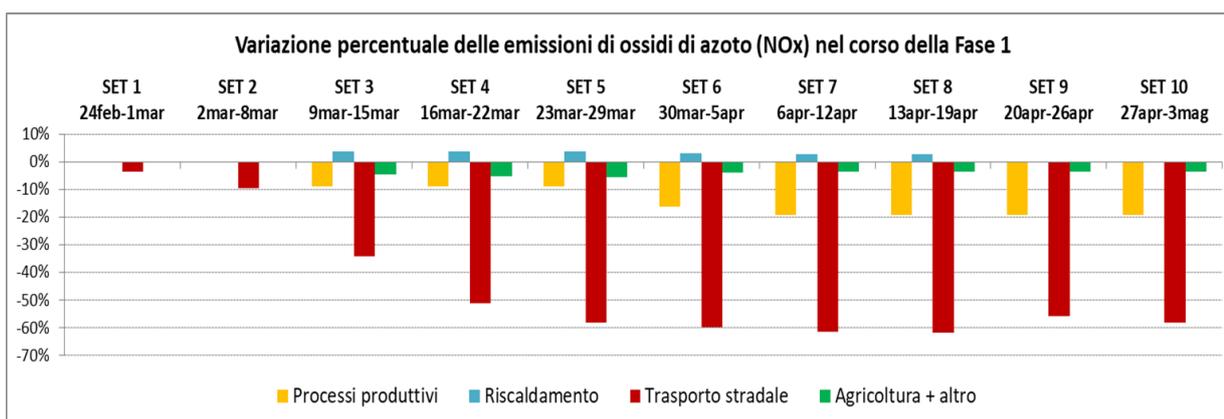


Figura 3 – Emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>): variazione percentuale settimanale nel corso della Fase 1

Rispetto all’andamento delle emissioni di ossidi di azoto in una situazione normale (Figura 4, linea tratteggiata in rosso), il contributo emissivo degli ossidi di azoto nella Fase 1 ha visto una evidente riduzione a partire dal 9 marzo, soprattutto grazie alla netta diminuzione dei trasporti stradali: l’effetto finale, pur tenendo conto dell’aumento fisiologico delle emissioni legate al comparto

agricolo nel periodo primaverile, ha raggiunto a inizio maggio una riduzione di oltre il 30% del contributo emissivo.

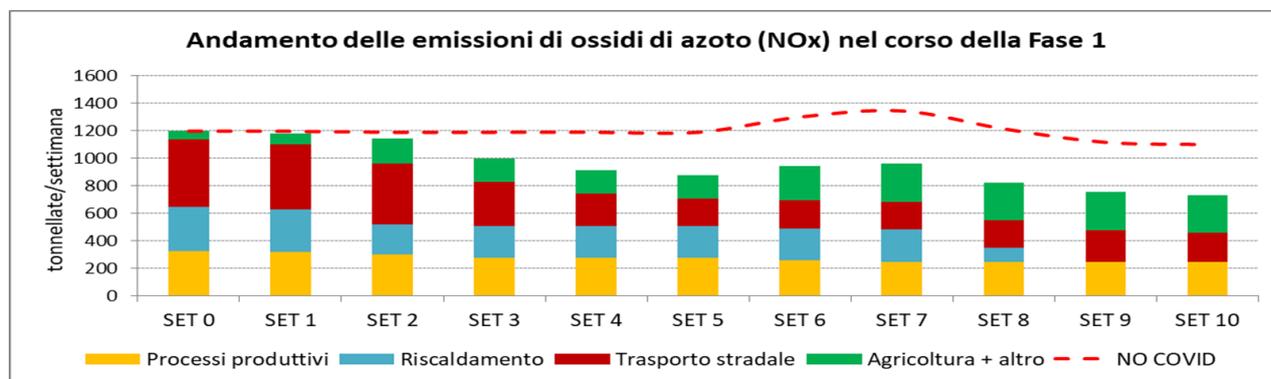
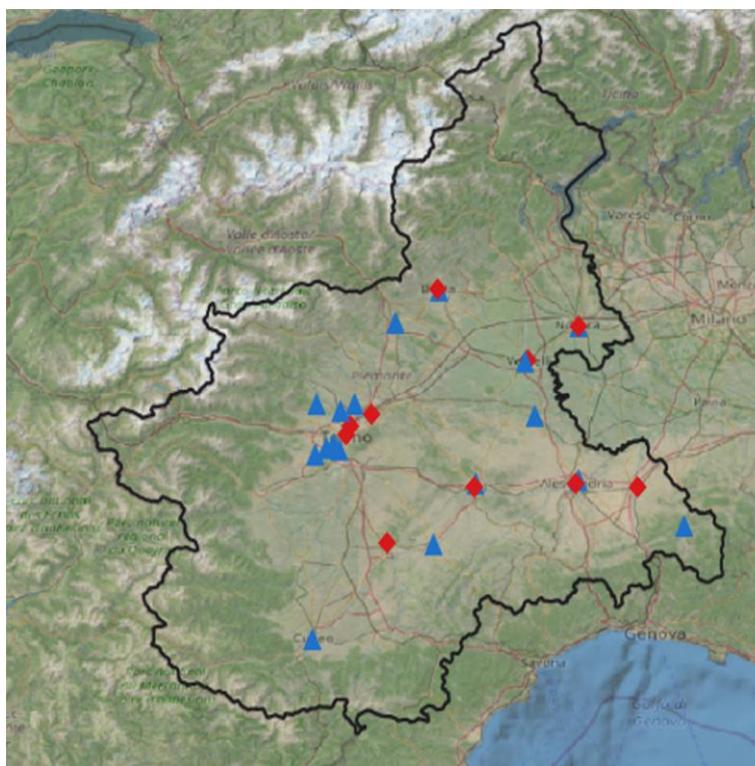


Figura 4 – Emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>): contributo emissivo settimanale nel corso della Fase 1

### 3 Analisi dei dati di qualità dell'aria

#### **Introduzione**

L'analisi dei dati di qualità dell'aria è stata condotta su biossido ( $\text{NO}_2$ ), monossido di azoto (NO), PM10 e benzene misurati dalle stazioni del sistema di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Piemonte (SRRQA) nel periodo 01 gennaio 30 aprile 2020, quindi sia prima che durante il periodo di efficacia dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19 (nel seguito periodo di *lockdown*). Tra tutte le stazioni disponibili, visualizzabile sull'apposito servizio del Geoportale di ARPA<sup>2</sup>, sono state selezionate le stazioni rappresentate in Figura 5 rappresentative delle maggiori aree urbane (agglomerato urbano torinese, capoluoghi di provincia e maggiori città piemontesi).



*Figura 5 - Localizzazione delle stazioni utilizzate, in blu le stazioni di fondo, in rosso quelle di traffico.*

La serie temporale delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera è di per sé caratterizzata da un andamento stagionale, con livelli più alti in inverno, più bassi in estate ed intermedi nelle stagioni primaverili ed autunnali. Pertanto, per valutare (qualitativamente) gli effetti delle misure di *lockdown* sulla qualità dell'aria, le concentrazioni dei primi quattro mesi del 2020 sono state analizzate confrontandole rispetto a quelle misurate nello stesso periodo dalle stazioni del SRRQA per gli anni che vanno dal 2012 al 2019.

<sup>2</sup> [https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/?config=other-configs/SRRQA\\_config.json](https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/?config=other-configs/SRRQA_config.json)

Per tutti gli inquinanti i dati sono stati aggregati a livelli giornaliero e per ciascuno sono state calcolate ed analizzate:

- la distribuzione dei valori medi giornalieri su base mensile del 2020 e del periodo di confronto tramite boxplot<sup>3</sup>, considerando l'insieme di tutte le stazioni utilizzate;
- gli andamenti giornalieri dell'anno in corso rispetto ai valori giornalieri massimi, minimi e medi del periodo di confronto, sulle singole stazioni utilizzate.

## **POLVERI SOTTILI**

Nel grafico a boxplot di Figura 6 è mostrato il confronto tra le distribuzioni dei valori medi giornalieri di PM10 per i mesi di gennaio, febbraio, marzo ed aprile del 2020 (box in rosso) e del periodo di riferimento (box in blu). Dall'analisi del grafico innanzitutto è evidente la diminuzione dei livelli di concentrazione da gennaio ad aprile: questo comportamento è da attribuire innanzitutto al mutamento delle condizioni meteorologiche che, con l'avvicinarsi della primavera, diventano man mano sempre più favorevoli alla dispersione degli inquinanti. I valori mediani mensili del 2020 non hanno, né nel periodo pre *lockdown*, né in quello di *lockdown*, variazioni marcate rispetto al periodo di riferimento, con livelli leggermente superiori a gennaio, e leggermente inferiori a marzo.

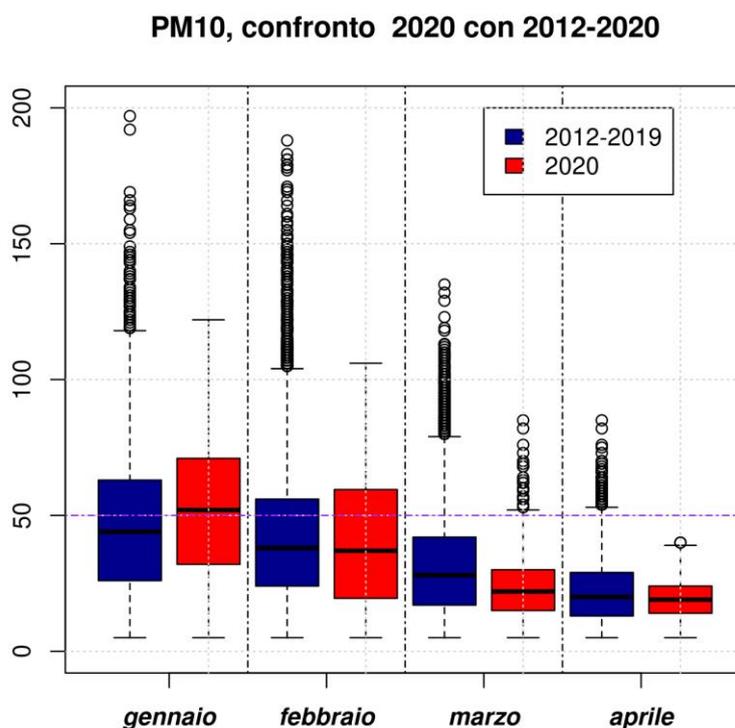


Figura 6 - Boxplot delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di PM10 su base mensile per il 2020 (rosso) e per il periodo di riferimento (in blu) sull'insieme delle stazioni analizzate

<sup>3</sup> Il boxplot è una rappresentazione sintetica dei valori di una distribuzione. Ciascun box è delimitato in alto ed in basso dal primo e terzo quartile (25° e 75° percentile), la barra orizzontale al centro rappresenta la mediana (50° percentile), mentre le barre orizzontali fuori dal box sono dei valori soglia calcolati sulla base della differenza tra il primo ed il terzo quartile, che servono ad identificare gli outlier, vale a dire "valori anomali", particolarmente alti o bassi che sono indicati come pallini.

Tuttavia nel periodo di lockdown si nota, rispetto al riferimento, un calo dei valori con concentrazioni più elevate; i box diventano più stretti, con una sensibile diminuzione del valore del 75° percentile della distribuzione sia nel mese di marzo che nel mese di aprile (si vedano i valori in Tabella 1).

I grafici da Figura 7 a Figura 10 mostrano gli andamenti giornalieri dell'anno in corso (linea rossa) rispetto ai valori giornalieri massimi, minimi (banda azzurra nel grafico) e medi (linea blu) del periodo di confronto per alcune delle stazioni considerate nell'analisi: Torino Lingotto (fondo), Torino Rebaudengo (traffico), Alessandria Volta (fondo) e Novara Arpa (fondo).

	25° percentile		mediana		75° percentile	
	2012-2019	2020	2012-2019	2020	2012-2019	2020
<b>gennaio</b>	26	32	44	52	63	71
<b>febbraio</b>	24	19,5	38	37	56	59,5
<b>marzo</b>	17	15	28	22	42	30
<b>aprile</b>	13	14	20	19	29	24

*Tabella 1 - Confronto tra i valori (espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) assunti dalle statistiche riassuntive delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di PM10 su base mensile nel 2020 e nel periodo di riferimento 2012-2019.*

Gli andamenti mostrano chiaramente la variabilità stagionale e la variabilità dovuta alle differenti condizioni meteorologiche nei differenti anni. In tutte le stazioni nei mesi di gennaio e febbraio le concentrazioni di PM10 si mantengono su valori leggermente superiori alla media del periodo, attestandosi in alcuni periodi (metà gennaio e metà febbraio) sui valori massimi del periodo, in concomitanza con perduranti condizioni di alta pressione sul Piemonte.

Nel mese di marzo e nel mese di aprile le concentrazioni giornaliere si mantengono generalmente all'interno della variabilità del periodo di riferimento, pur osservando una lieve tendenza alla diminuzione dei valori rispetto alla media del periodo di riferimento.

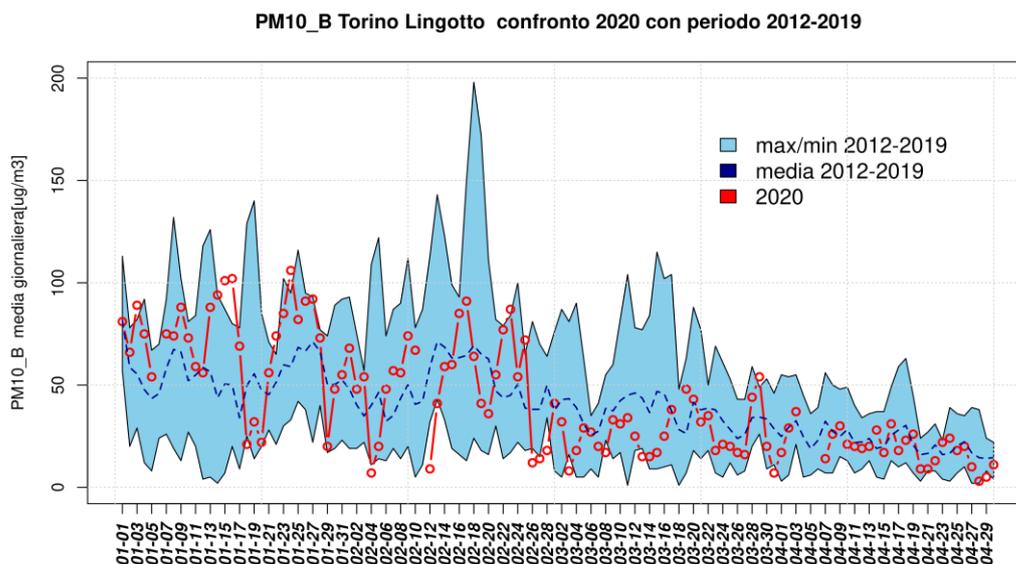


Figura 7 - Andamento della serie temporale di PM10 nella stazione di Torino Lingotto (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

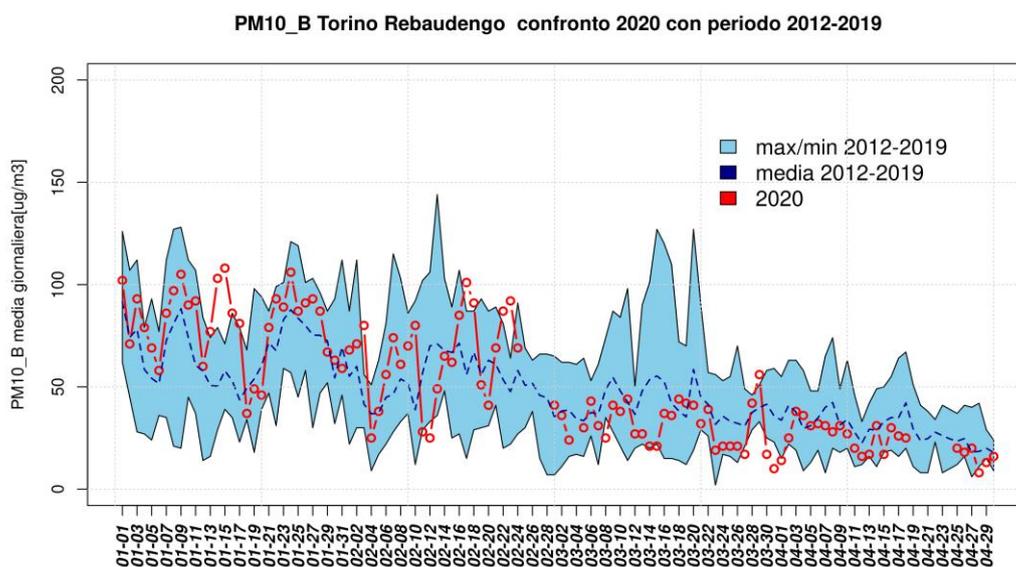


Figura 8 - Andamento della serie temporale di PM10 nella stazione di Torino Rebaudengo (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

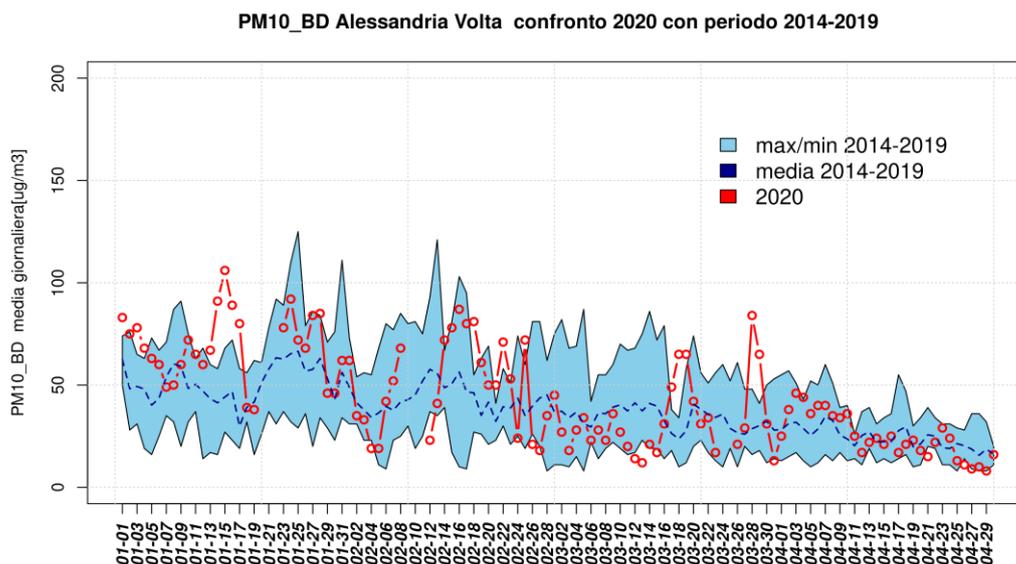


Figura 9 - Andamento della serie temporale di PM10 nella stazione di Alessandria Volta (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

Nella prima parte del periodo di *lockdown* (mese di marzo), le concentrazioni di PM10 mostrano un andamento che necessita di un approfondimento alla luce delle condizioni meteorologiche occorse nel mese. Dalla fine del mese di febbraio e nei primi giorni di marzo un aumento generale della ventilazione nei bassi strati ha provocato una consistente diminuzione dei livelli di PM10; successivamente le concentrazioni si mantengono generalmente al di sotto della media del periodo con oscillazioni dovute all'alternanza di periodi con alta pressione e periodi di variabilità atmosferica.

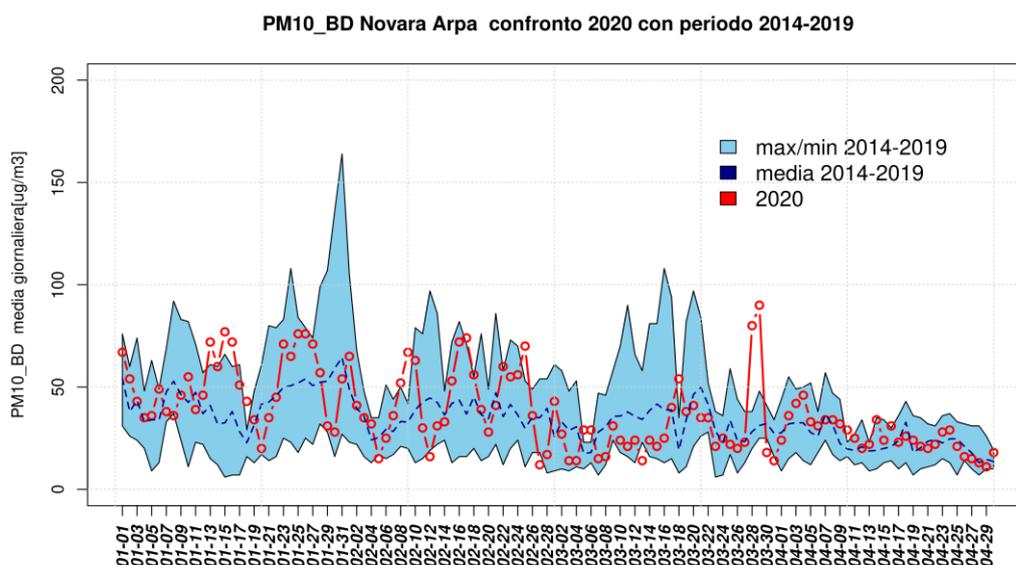


Figura 10 - Andamento della serie temporale di PM10 nella stazione di Novara Arpa (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

Analisi sul territorio piemontese degli effetti sulla qualità dell'aria e sulle emissioni in atmosfera dei provvedimenti legati all'emergenza COVID-19

Nella terza settimana del mese, da lunedì 16 a mercoledì 19, si registra su tutta la regione un marcato aumento delle concentrazioni, che si portano su valori superiori non solo alla media del periodo, ma, in alcuni casi, anche ai massimi, oltrepassando anche il limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ad Alessandria il 18 ed il 19 ed a Novara il 18. Tale fenomeno è attribuibile ad una iniziale maggiore attività fotochimica, che ha portato alla formazione di particolato secondario, combinata con una maggiore stabilità atmosferica, associata ad un'espansione anticiclonica sull'Europa centrale, con ventilazione bassa o assente, che ha favorito l'accumulo di particolato in atmosfera fino al 19 marzo. Dalla giornata successiva il progressivo avvicinarsi di una perturbazione all'arco alpino ha riportato le concentrazioni al di sotto della media del periodo.

Alla fine del mese (28 e 29 marzo) l'anomalo rialzo dei valori di PM10 su tutto il territorio regionale è stato originato dal trasporto a grande scala di polveri proveniente dall'Est Europa (zona del Mar Caspio e del Lago d'Aral), che sono dapprima giunte nella giornata di sabato nelle zone orientali del Piemonte per poi distribuirsi su tutta la regione nella giornata di domenica. Poiché le polveri desertiche sono particolarmente ricche della frazione "coarse" del particolato (quella compresa tra PM2.5 e PM10) il fenomeno ha originato una netta diminuzione del rapporto PM2.5/PM10 in tutto il territorio regionale nelle giornate del 28 e 29 marzo (Figura 11).

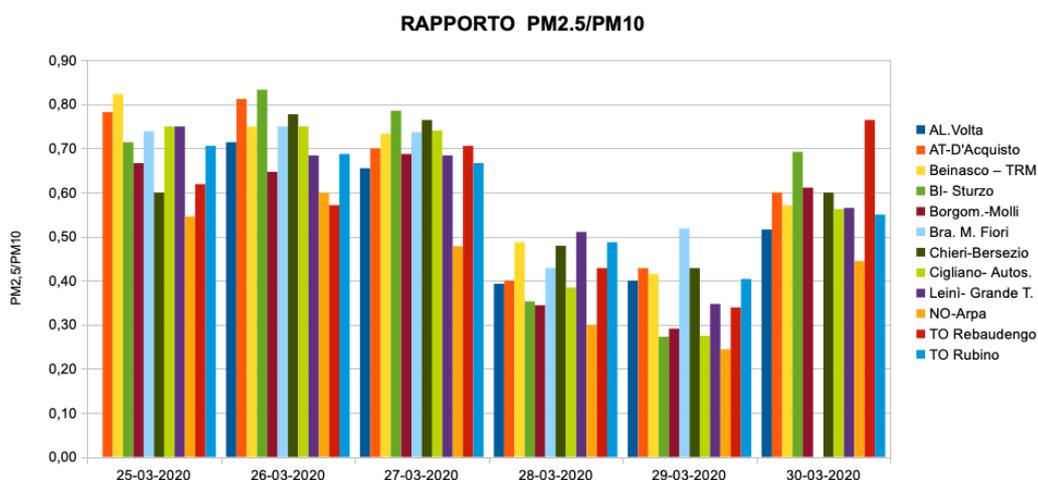


Figura 11 - Rapporto tra le concentrazioni di PM2.5 e PM10 misurate dalle stazioni del SRRQA.

## Biossido di azoto

Il confronto, mostrato nel boxplot di Figura 12, tra le distribuzioni dei valori medi giornalieri di biossido di azoto per i mesi di gennaio, febbraio, marzo ed aprile del 2020 (box in rosso) e del periodo di riferimento (box in blu), evidenzia un netto calo dei livelli di concentrazione nel mese di marzo ed aprile rispetto ai primi due mesi dell'anno, un comportamento tipico nel passaggio dall'inverno alla primavera. Tuttavia il calo è molto più marcato nel 2020 rispetto a quanto si può osservare nel periodo di riferimento: la mediana ed il terzo quartile della distribuzione dei due mesi di lockdown sono circa dimezzati rispetto a quelle 2012-2019 (si veda la Tabella 2 per i dettagli).

### NO<sub>2</sub>, confronto 2020 con 2012-2019

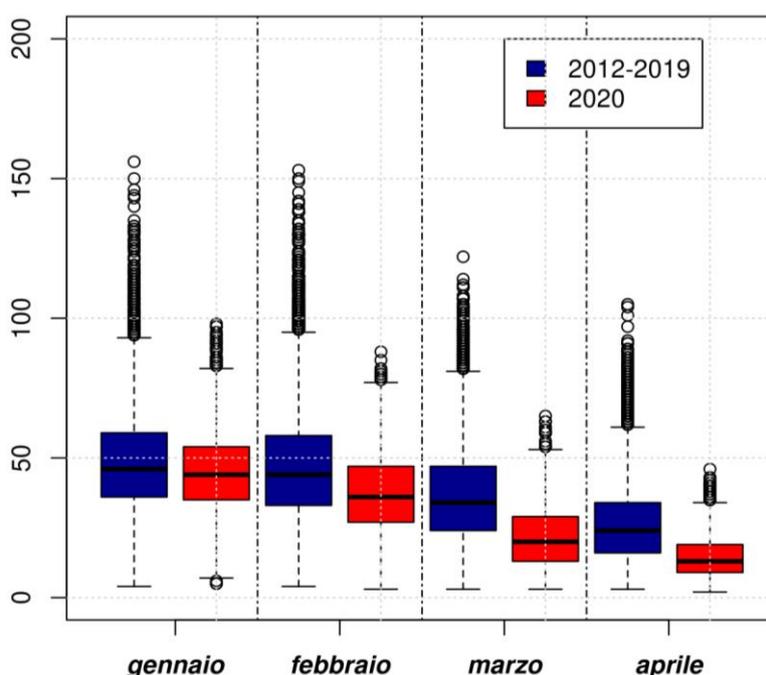


Figura 12 - Boxplot delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di biossido di azoto su base mensile per il 2020 (rosso) e per il periodo di riferimento (in blu) sull'insieme delle stazioni analizzate

	25° percentile		mediana		75° percentile	
	2012-2019	2020	2012-2019	2020	2012-2019	2020
<b>gennaio</b>	36	35	46	44	59	54
<b>febbraio</b>	33	27	44	36	58	47
<b>marzo</b>	24	13	34	20	47	29
<b>aprile</b>	16	9	24	13	34	19

Tabella 2 - Confronto tra i valori (espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) assunti dalle statistiche riassuntive delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di NO<sub>2</sub> su base mensile nel 2020 e nel periodo di riferimento 2012-2019.

Gli andamenti giornalieri dell'anno in corso (linea rossa) rispetto ai valori giornalieri massimi, minimi (banda azzurra nel grafico) e medi (linea blu) del periodo di confronto (nelle Figura 13-16 sono riportati quelli per Torino Consolata (stazione urbana da traffico), Torino Rubino (stazione urbana di fondo), Alessandria D'Annunzio (stazione urbana da traffico) e Novara Roma (stazione urbana da traffico) confermano quanto mostrato nel grafico precedente: le concentrazioni medie si mantengono, dal mese di marzo e fino a fine periodo, sempre al di sotto dei valori medi del periodo, portandosi spesso su livelli inferiori anche ai minimi di riferimento.

Anche l'effetto dell'aumento delle condizioni di stabilità atmosferica nei giorni dal 16 al 20 è molto meno evidente di quanto osservato per il PM10: in generale le concentrazioni giornaliere di biossido di azoto aumentano rispetto ai giorni precedenti e successivi, ma, tranne che nella stazione di Alessandria D'Annunzio, si mantengono comunque al di sotto dei valori medi del periodo 2012-2019 e prossime ai minimi stagionali.

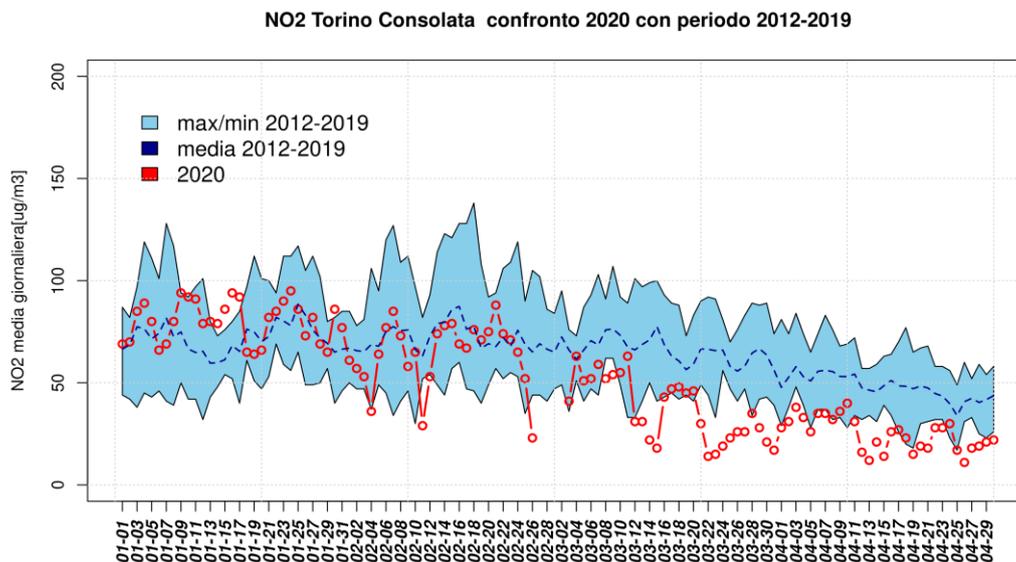


Figura 13 - Andamento della serie temporale di NO<sub>2</sub> nella stazione di Torino Consolata (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

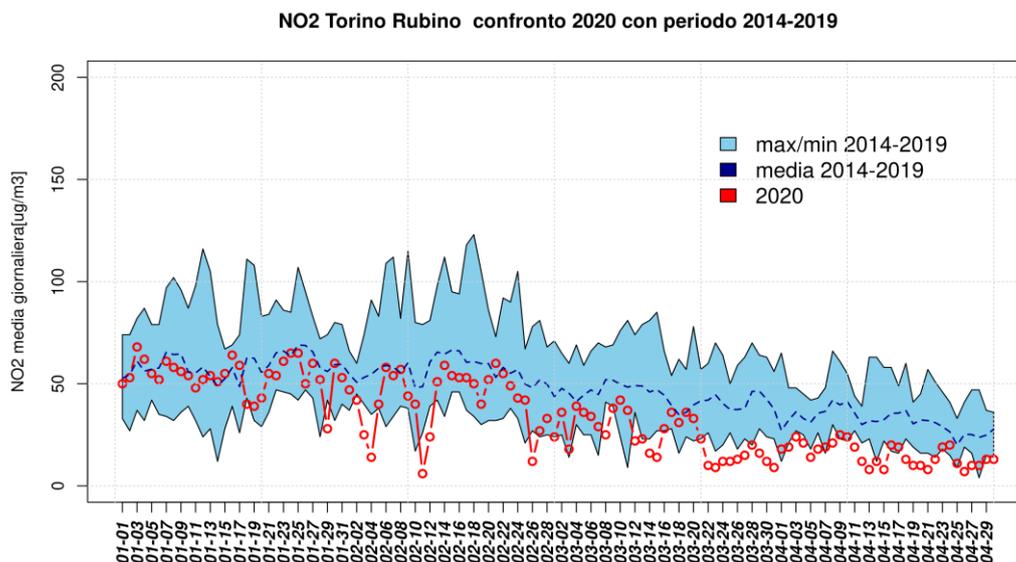


Figura 14 Andamento della serie temporale di NO<sub>2</sub> nella stazione di Torino Rubino (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

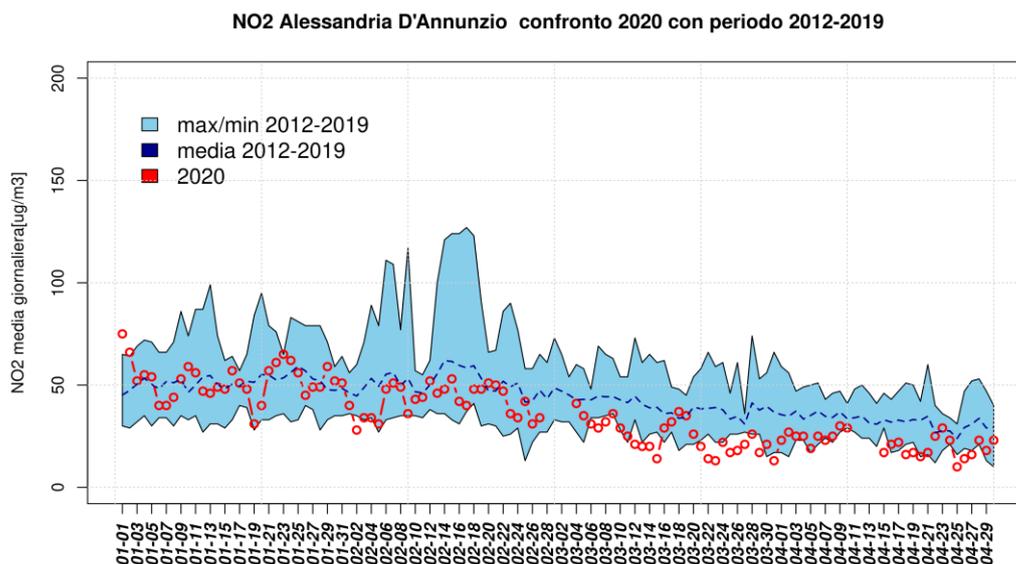


Figura 15 - Andamento della serie temporale di NO<sub>2</sub> nella stazione di Alessandria D'Annunzio (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

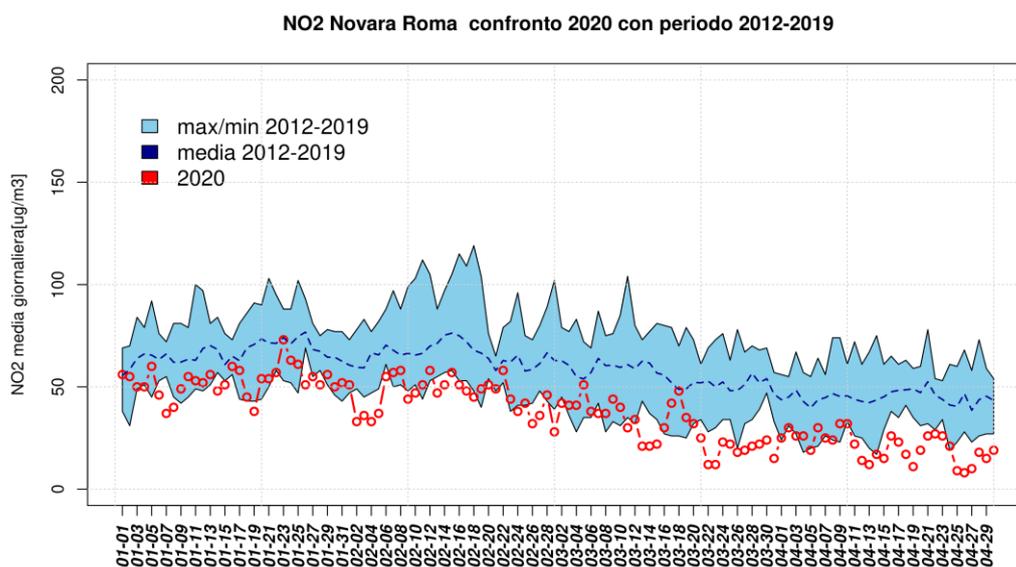


Figura 16 - Andamento della serie temporale di NO<sub>2</sub> nella stazione di Novara Roma (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

Il comportamento del biossido di azoto nei mesi di marzo ed aprile 2020 è da attribuire alla consistente riduzione delle emissioni conseguenti all'adozione dei provvedimenti di lockdown, come confermato dall'analisi delle concentrazioni del monossido di azoto, inquinante esclusivamente primario e tipico tracciante delle emissioni veicolari (in Figura 17 l'andamento temporale per Torino Consolata)

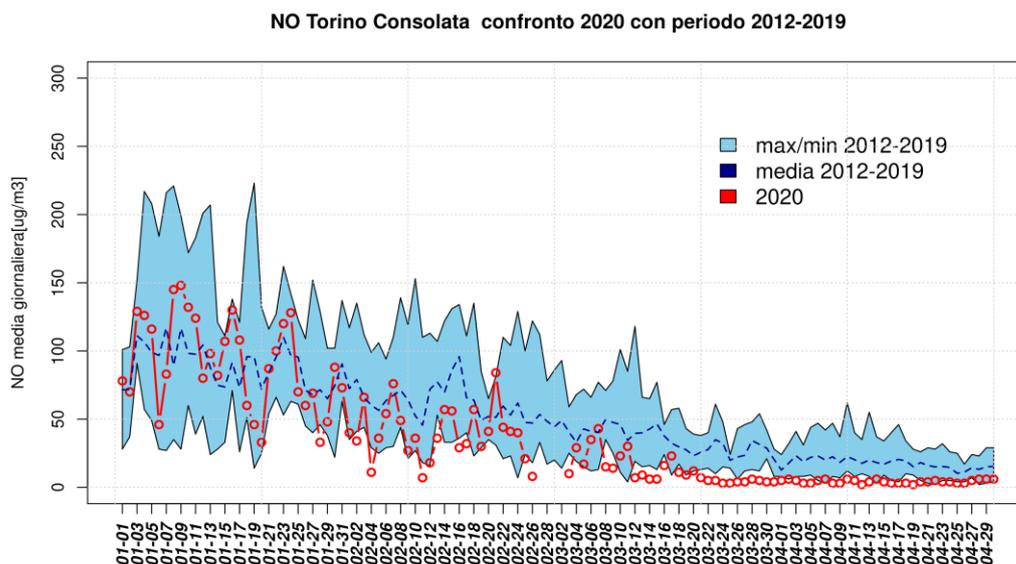


Figura 17 - Andamento della serie temporale di NO nella stazione di Torino Consolata (in rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

## Benzene

L'analisi dei dati di benzene (Figura 18 e Figura 19), inquinante esclusivamente primario e tracciante del traffico autoveicolare, evidenzia un marcato calo dei livelli di concentrazione nel passaggio dai mesi invernali a quelli primaverili. Come per gli ossidi di azoto (monossido e biossido) questo calo nel 2020 è molto più marcato rispetto a quello osservato nel periodo di riferimento e la differenza (ben evidente in Tabella 3) è conseguente all'adozione dei provvedimenti di lockdown.

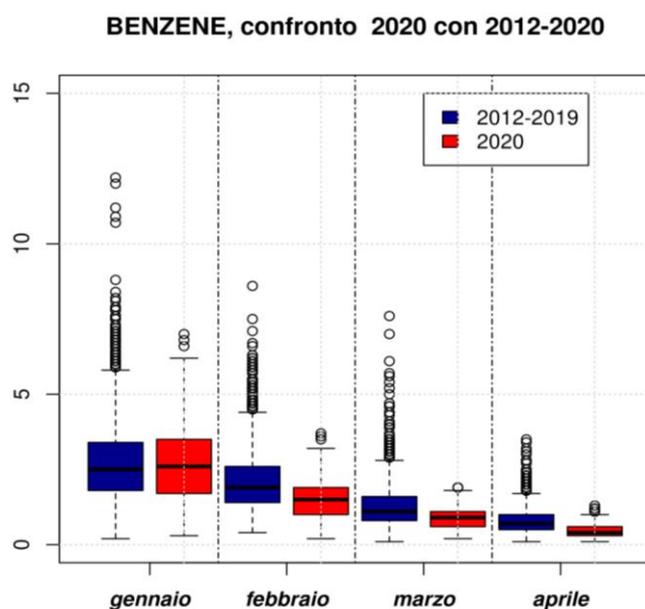


Figura 18 - Boxplot delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di benzene su base mensile per il 2020 (rosso) e per il periodo di riferimento (in blu) sull'insieme delle stazioni analizzate.

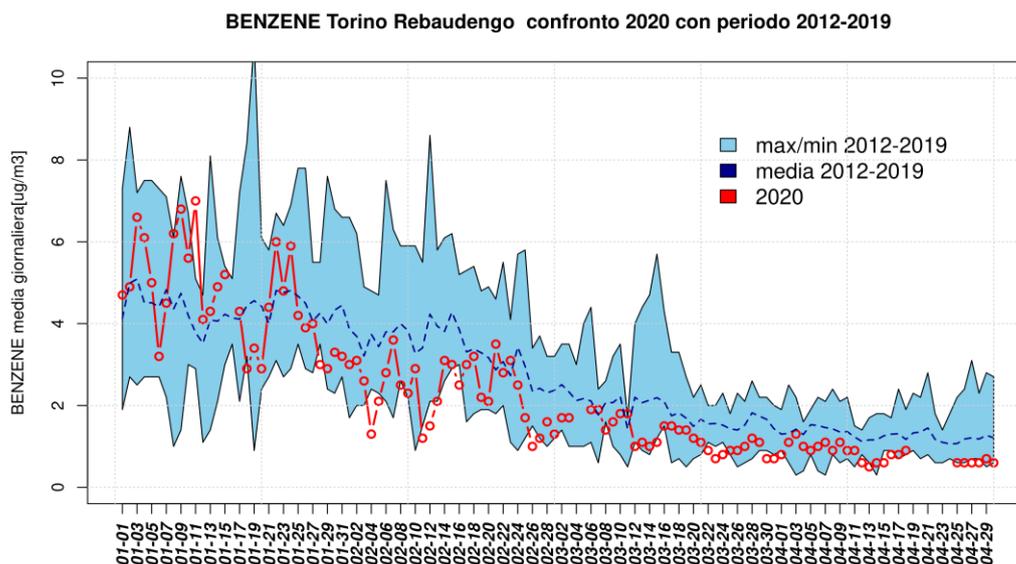


Figura 19 - Andamento della serie temporale di benzene nella stazione di Torino Rebaudengo (in

	25° percentile		mediana		75° percentile	
	2012-2019	2020	2012-2019	2020	2012-2019	2020
<b>gennaio</b>	1,8	1,7	2,5	2,6	3,4	3,5
<b>febbraio</b>	1,4	1	1,9	1,5	2,6	1,9
<b>marzo</b>	0,8	0,6	1,1	0,9	1,6	1,1
<b>aprile</b>	0,5	0,3	0,7	0,4	1	0,6

rosso) dal 01 gennaio al 30 aprile e confronto con i dati del periodo di riferimento.

Tabella 3 - Confronto tra i valori (espressi in ug/m3) assunti dalle statistiche riassuntive delle distribuzioni dei valori medi giornalieri di benzene su base mensile nel 2020 e nel periodo di riferimento 2012-2019.

## 4 Conclusioni

L'analisi dell'andamento temporale delle emissioni in atmosfera nel periodo marzo-aprile 2020 evidenzia una significativa differenza tra i dati emissivi degli inquinanti PM10 primario e ossidi di azoto.

Nel primo caso (PM10 primario) le quantità totali emesse fino alla prima metà di aprile sono rimaste sostanzialmente invariate rispetto a quelle che si sarebbero avute nello stesso periodo in assenza di *lockdown*, in quanto la riduzione del contributo da parte dell'industria e del trasporto stradale è stata compensata dall'aumento complessivo delle emissioni da riscaldamento domestico, che in Piemonte sono quelle percentualmente prevalenti per questo inquinante anche in condizioni standard; solo a partire dalla seconda metà di aprile, venendo a mancare il contributo del riscaldamento, si osserva una riduzione delle emissioni legata principalmente alla diminuzione del traffico stradale.

Nel caso degli ossidi di azoto, invece, si osserva una netta riduzione delle emissioni - che arriva sino al 30% - rispetto alla situazione di assenza di *lockdown*, in quanto per questa tipologia di inquinante il contributo di gran lunga prevalente è quello del traffico veicolare.

Tale situazione emissiva – unitamente alle diverse caratteristiche dei due inquinanti richiamate in premessa – si riflette sull'andamento delle concentrazioni in aria ambiente misurate dalle stazioni di monitoraggio della rete di qualità dell'aria.

In termini generali nel caso del PM10 le concentrazioni medie mostrano una lieve tendenza alla diminuzione rispetto a quelle rilevate nello stesso periodo degli anni dal 2012 al 2019; nell'ultima parte del mese di marzo agli effetti del *lockdown* si sono sovrapposti in alcune giornate fenomeni contingenti - dapprima di formazione secondaria di particolato e successivamente di trasporto a grande scala di polveri provenienti dall'Est Europa – che hanno provocato episodicamente un aumento delle concentrazioni.

Va però sottolineato che nel periodo di *lockdown* l'analisi evidenzia, rispetto al riferimento, un calo significativo delle concentrazioni più elevate di PM10, con una sensibile diminuzione del valore del 75° percentile della distribuzione dei dati sia nel mese di marzo che nel mese di aprile.

Il biossido di azoto – prevalentemente originato dal traffico autoveicolare – mostra invece nel periodo di *lockdown* una netta diminuzione rispetto al periodo di riferimento 2012-2019: le concentrazioni si mantengono nella quasi totalità dei casi al di sotto dei valori medi del periodo, portandosi spesso su livelli inferiori, anche ai minimi di riferimento. Il calo dei valori con concentrazioni più elevate è ancora più accentuato che per il PM10, in quanto il 75° percentile della distribuzione dei due mesi di *lockdown* è quasi dimezzato rispetto al periodo di riferimento 2012-2019.

Considerazioni analoghe valgono anche per benzene e monossido di azoto, anch'essi originati prevalentemente dal traffico autoveicolare.