ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Regione Lombardia
50 Un'altra storia.

Analisi preliminare della qualità dell'aria in Lombardia durante l'emergenza COVID-19

La relazione è stata predisposta da Regione Lombardia e dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia.

Autori:

Regione Lombardia
DG Ambiente
Elisabetta Buganza
Mauro Donzelli
Gian Luca Gurrieri
Matteo Lazzarini
Elisabetta Scotto Di Marco

ARPA Lombardia
Settore Monitoraggi Ambientali – U.O. Qualità dell'Aria
Elena Bravetti
Umberto Dal Santo
Anna Di Leo
Guido Lanzani

ARPA Lombardia
Settore Rischi Naturali, Clima e Usi Sostenibili delle Acque – U.O. Servizio Idro- Nivo-Meteo e Clima
Orietta Cazzuli
Gian Paolo Minardi

PREMESSA

La diffusione della COVID-19 in Lombardia ed in Italia ha comportato l'adozione progressiva di una serie di misure di contenimento del contagio che hanno determinato una variazione delle attività antropiche repentina e ben superiore, per alcuni settori, a quanto attuabile in condizioni ordinarie. Questa situazione rappresenta quindi un laboratorio, auspicabilmente unico, per comprendere e prevedere quali possono essere - a campo - le conseguenze di tali azioni anche sulla qualità dell'aria.

Il limite principale di questa - sicuramente non desiderata - sperimentazione è rappresentato dal periodo dell'anno in cui sta avvenendo, in quanto quello tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera non è generalmente il più critico per l'inquinamento atmosferico. Come anche i dati presentati evidenziano, in generale in questo periodo dell'anno le situazioni sfavorevoli alla dispersione sono meno frequenti rispetto al "pieno" inverno, l'aumento della temperatura porta alla progressiva riduzione del riscaldamento degli ambienti e la formazione di ozono non ha ancora raggiunto i suoi massimi, tipici invece della stagione estiva. Va inoltre rilevato che anche la variazione dei fattori di pressione è risultata progressiva, a causa delle azioni di contenimento via via più rigide.

Si ritiene utile ricapitolare di seguito l'escalation dei principali provvedimenti nazionali e regionali per fronteggiare la diffusione del virus:

- 23 febbraio 2020: Decreto-Legge n. 6 del 23 febbraio 2020, che ha disposto misure di contenimento nelle aree in cui è stato riscontrato almeno un caso positivo
- 23 febbraio 2020: Ordinanza del Ministero della Salute di concerto con la Regione Lombardia, che ha disposto, tra l'altro, la chiusura delle scuole di ogni ordine e grado
- 1° marzo 2020: Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, che ha disposto misure di contenimento restrittive in 10 Comuni del lodigiano, epicentro del contagio, tra cui il divieto di spostamento e ulteriori misure di contenimento, come la sospensione di attività e manifestazioni, in Lombardia
- 8 marzo 2020: Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, che ha disposto misure di contenimento restrittive, tra cui il divieto di spostamento, in tutta la Lombardia
- 9 marzo 2020: Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, che ha esteso i provvedimenti di cui al DPCM 8 marzo 2020 all'intero territorio nazionale

Si possono pertanto individuare due periodi: il primo compreso tra il 23 febbraio e l'8 marzo 2020, caratterizzato dalle prime misure di contenimento su aree limitate e il secondo, a partire dal 9 marzo, caratterizzato da misure più drastiche su tutto il territorio regionale.

Il presente aggiornamento analizza i dati disponibili fino alla data del 29 marzo 2020, così come rilevati dalle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Lombardia e i dati disponibili da documenti e database di proprietà di Regione Lombardia o pubblici, precisati di volta in volta.

Una valutazione più completa potrà essere condotta in un secondo momento, quando saranno disponibili con maggior completezza i dati relativi alla variazione dei fattori di pressione e si potranno concludere tutte le analisi di laboratorio sul materiale particolato raccolto in questi giorni.

Ciò nonostante, si ritiene utile presentare i dati sin qui raccolti, per contribuire alla puntuale conoscenza e all'approfondimento del tema in fase di sviluppo anche presso diversi organismi tecnici nazionali o internazionali, nonché per l'interesse che in ogni caso l'opinione pubblica ed i mass media esprimono in questo momento al riguardo.

STIMA VARIAZIONE FATTORI DI PRESSIONE

-TRAFFICO

Per stimare le variazioni dei flussi di traffico che determinano le conseguenti variazioni in termini di emissioni di inquinanti, sono stati analizzati i dati estratti dal database Move-In di Regione Lombardia. Si tratta del progetto avviato dalla Regione stessa per promuovere, nel quadro della disciplina regionale per il miglioramento della qualità dell'aria, modalità innovative per il controllo delle emissioni degli autoveicoli attraverso il monitoraggio reale delle percorrenze.

In forma aggregata sono stati analizzati i dati riferiti a circa 10500 veicoli aderenti al progetto. Tali veicoli non costituiscono un campione necessariamente rappresentativo dei veicoli circolanti, ma possono comunque fornire interessanti informazioni relativamente ai flussi di traffico reali.

Dei veicoli considerati, circa 8000 sono autovetture (88% Euro 3 diesel, 9% Euro 2 diesel), mentre 2500 sono veicoli commerciali leggeri (61% Euro 3 diesel, 25% Euro 2 diesel). I dati raccolti nelle settimane 2-8 marzo, 9-15 marzo, 16-22 marzo e 23-29 marzo sono messi a confronto con il periodo di riferimento compreso tra il 20 gennaio e il 23 febbraio (figure 1.1 e 1.2), precedente all'adozione dei provvedimenti di contrasto alla trasmissione del contagio. L'indicatore individuato, correlato alle emissioni di inquinanti, è il numero di chilometri percorsi mediamente da ciascun veicolo.

Nella settimana 2-8 marzo si osservano variazioni minime delle percorrenze chilometriche rispetto al periodo di riferimento, più percettibile nel caso delle autovetture rispetto ai mezzi commerciali leggeri.

A seguito dell'adozione del DPCM dell'8 marzo 2020, che ha introdotto misure di limitazione degli spostamenti, si osserva una progressiva e significativa riduzione delle percorrenze di tutti i veicoli. In particolare, nei giorni feriali della settimana 23-29 marzo, si stima una riduzione di circa il 75%. Durante il weekend le percorrenze subiscono riduzioni ancora maggiori, arrivando fino a circa il 90% nella giornata di domenica.

Sono stati inoltre acquisiti i dati di percorrenza relativi ad alcune autostrade (BreBeMi, TEM, Pedemontana), che sono riportati nelle figure 1.3 e 1.4. In questo caso sono state analizzate le percorrenze chilometriche nella settimana 16-22 marzo, mettendole a confronto con il periodo 3-23 febbraio. Per quanto riguarda le autovetture si osserva una riduzione di circa il 90%, mentre per i veicoli pesanti la riduzione è di circa il 50%. I dati appaiono coerenti con quanto registrato dai dati del progetto Move-In nella stessa settimana: per i veicoli commerciali infatti le riduzioni sono simili, per quanto riguarda le autovetture le riduzioni sono superiori perché gli spostamenti registrati dal progetto Move-In avvengono principalmente su tratti stradali diversi da quelli autostradali.

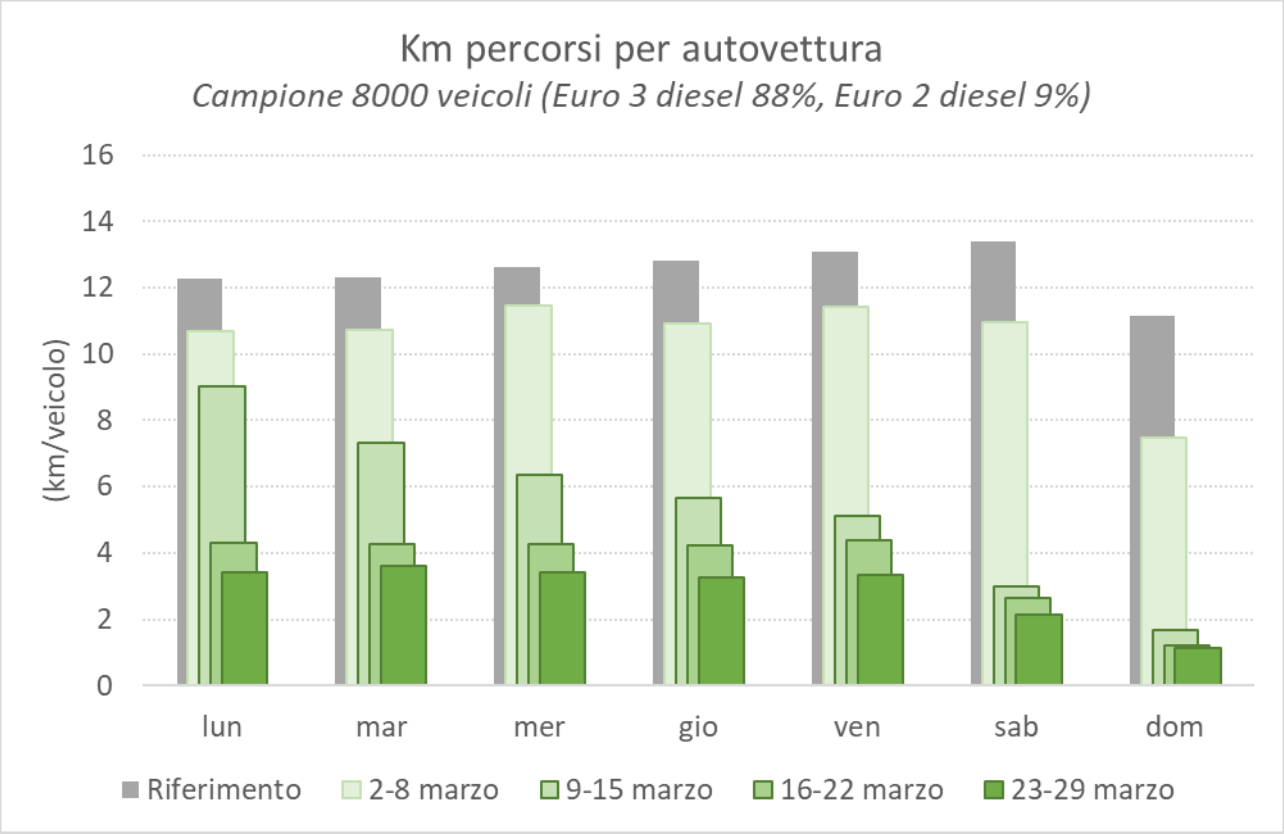


Figura 1.1

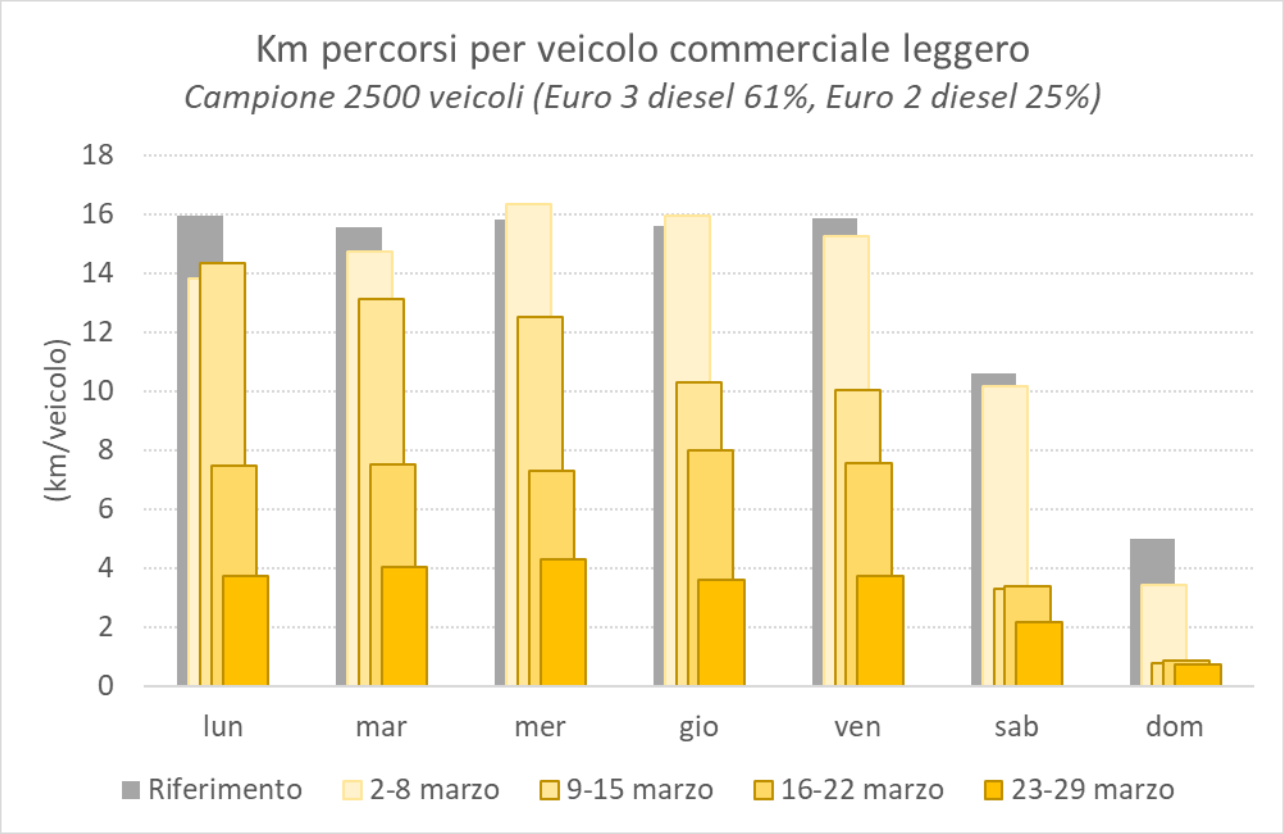


Figura 1.2

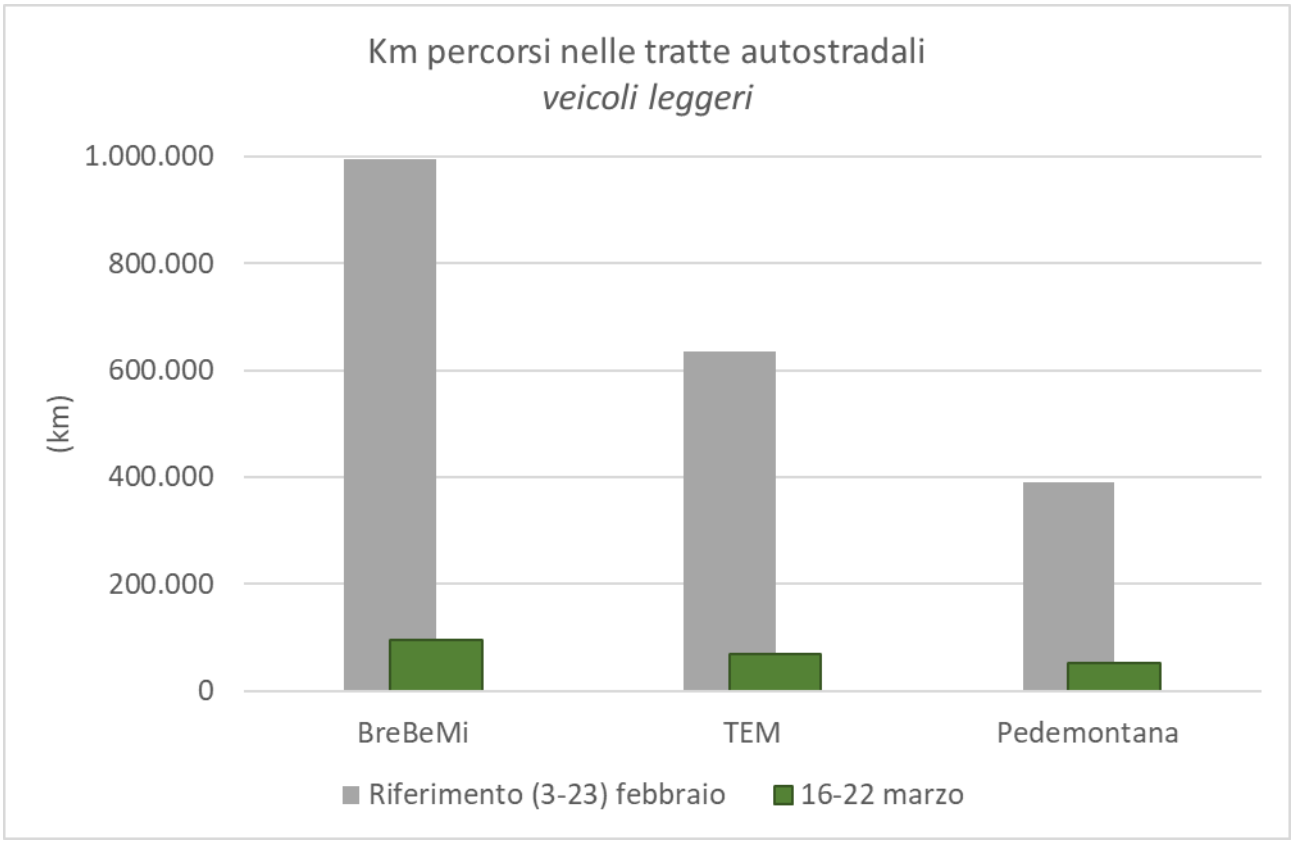


Figura 1.3

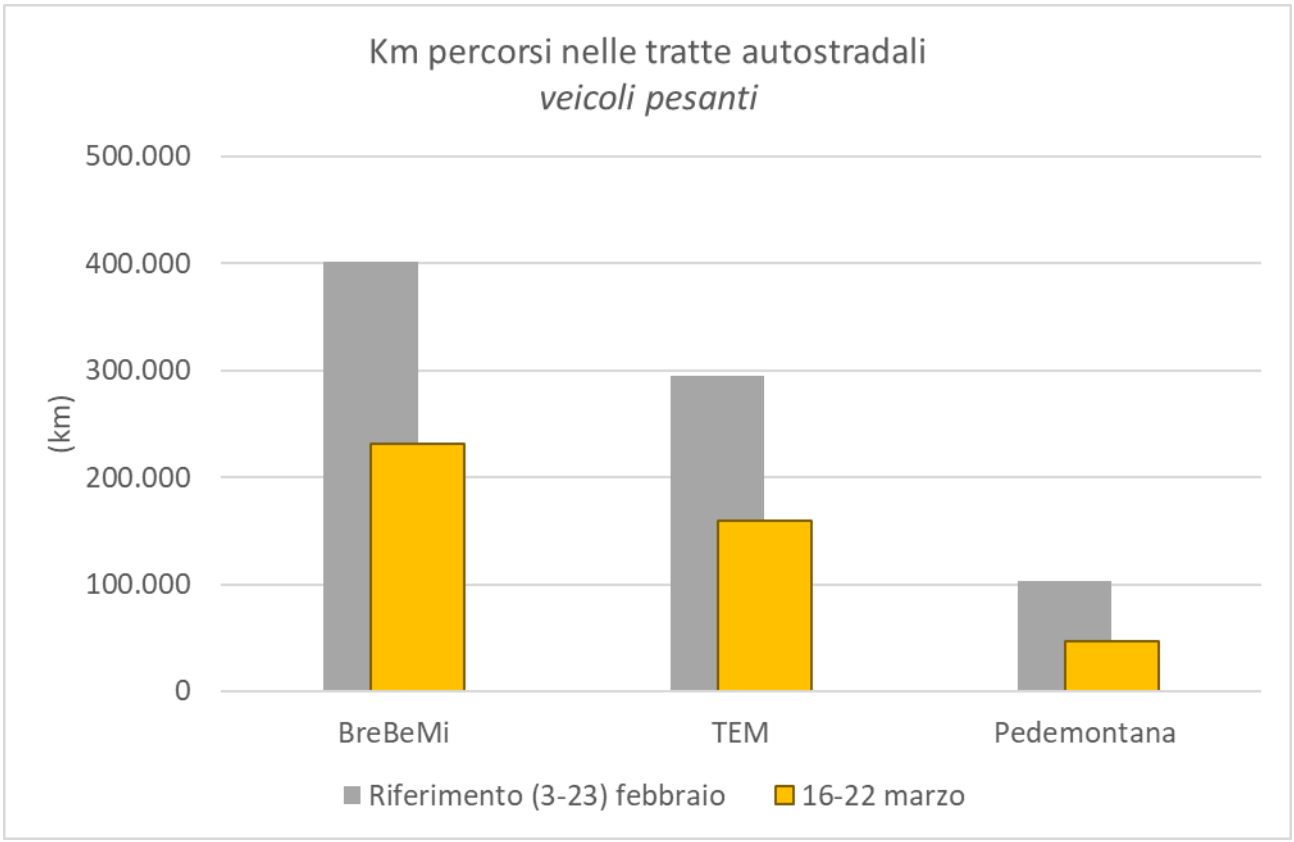


Figura 1.4

-ENERGIA

Le misure messe in atto dal Governo e dalle ordinanze regionali per far fronte all'emergenza Coronavirus hanno comportato modifiche alle modalità di vita delle persone e alle attività produttive e commerciali che si riflettono sulla produzione e sui consumi del sistema energetico nazionale e, in modo particolare, sulle regioni settentrionali d'Italia.

Utilizzando i dati ufficiali del Gestore della rete elettrica nazionale Terna e osservando i dati nel periodo che va dalle prime disposizioni di contenimento adottate il 24 febbraio 2020 nelle aree in cui è stato riscontrato almeno un caso positivo al coronavirus nonché la chiusura delle scuole di ogni ordine e grado, fino al 27 marzo, si osserva una progressiva riduzione della generazione elettrica totale (*actual generation*), comprensiva dell'autoconsumo.

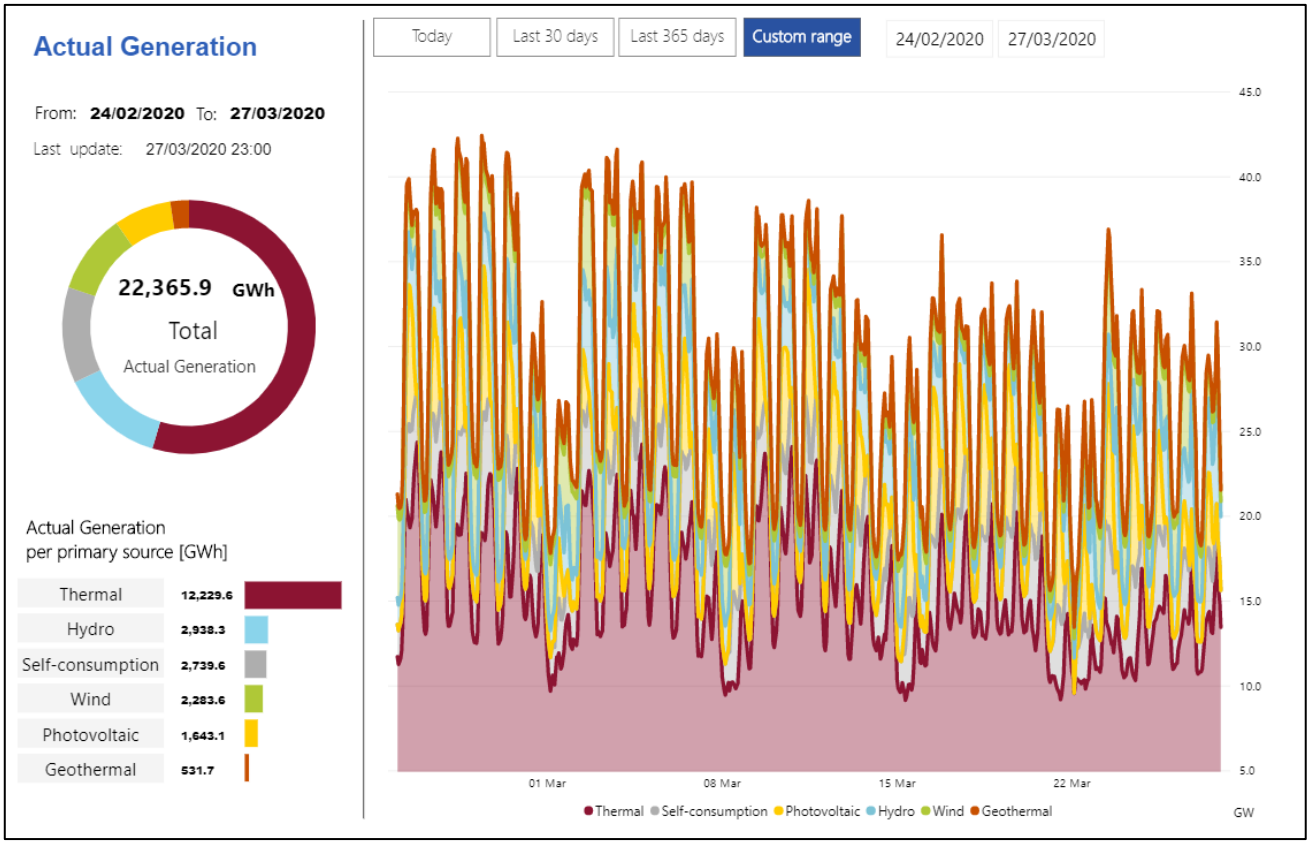


Figura 1.5 Generazione elettrica (GWh) in Italia 24/2/2020-27/3/2020 (fonte dati: Transparency report Terna)

Come si osserva dalla figura 1.6 la riduzione è a scapito principalmente della generazione termica.

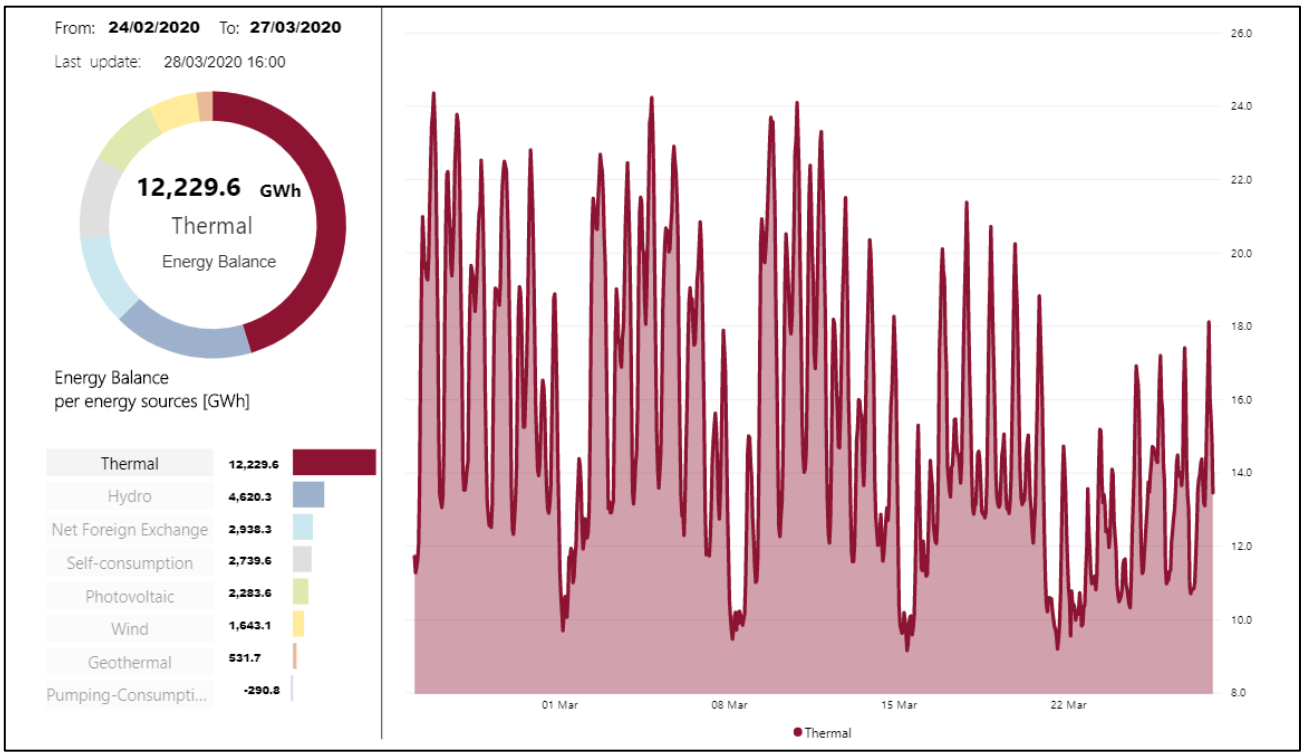
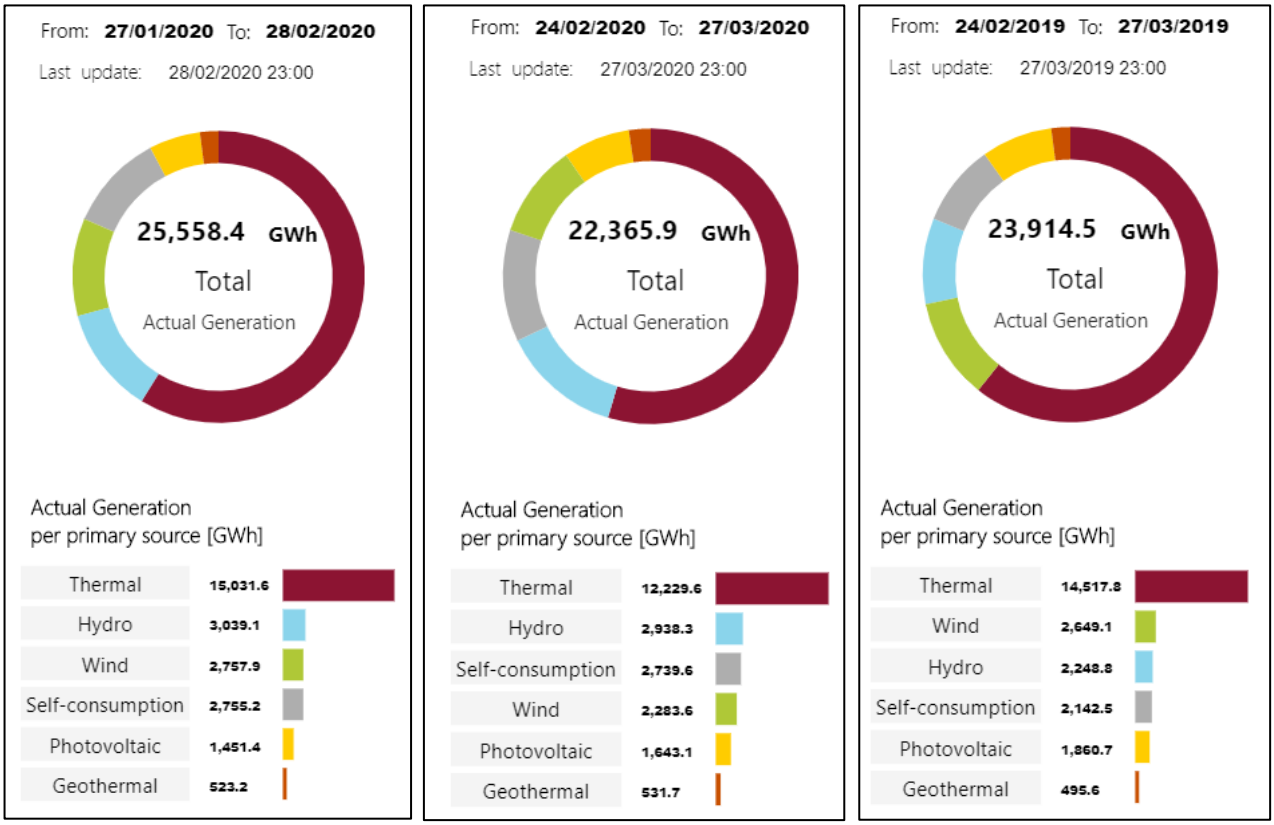


Figura 1.6 Generazione da fonte termica (GWh) in Italia 24/2/2020-27/3/2020 (fonte dati: Transparency report Terna)

Tali andamenti sono confermati se il periodo di analisi 24/2-27/3 lo si confronta con

- ➔ analogo periodo precedente considerando 5 settimane e 4 fine settimana, ovvero 27/1-29/2;
- ➔ stesso periodo riferito all'anno precedente 2019;

Nel primo confronto la generazione totale nel periodo di applicazione delle restrizioni per il contenimento della diffusione del COVID-19 si è ridotta di circa 3,2 GWh, mentre la riduzione è stata di 2,8 GWh per la generazione da fonte termica; nel confronto con lo stesso periodo riferito all'anno precedente la riduzione della generazione da fonte termica è stata di circa 2,3 GWh, mentre la generazione totale si è ridotta di circa 1,6 GWh perché compensata in parte dall'aumento della parte idroelettrica e di auto-consumo.



L'andamento del fabbisogno totale del sistema elettrico italiano (*total load*) nello stesso periodo di vigenza delle restrizioni mostra un'evidente riduzione, accentuata maggiormente a partire dall'avvio delle restrizioni sul territorio nazionale, ovvero il 9 marzo (figura 1.7). La riduzione del carico richiesto appare analogamente marcata se si guarda all'area nord del Paese (figura 1.8).

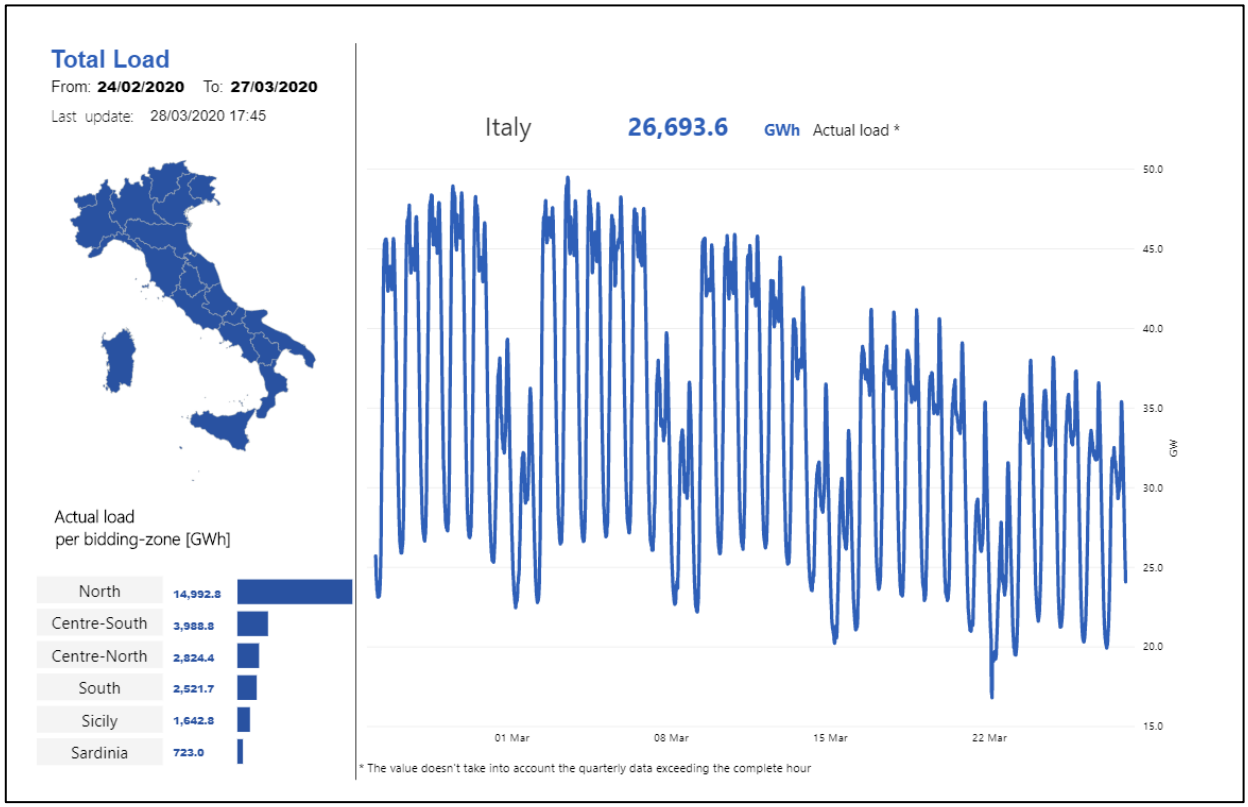


Figura 1.7 Fabbisogno totale Italia (GWh) in Italia 24/2/2020-27/3/2020 (fonte dati: Transparency report Terna)

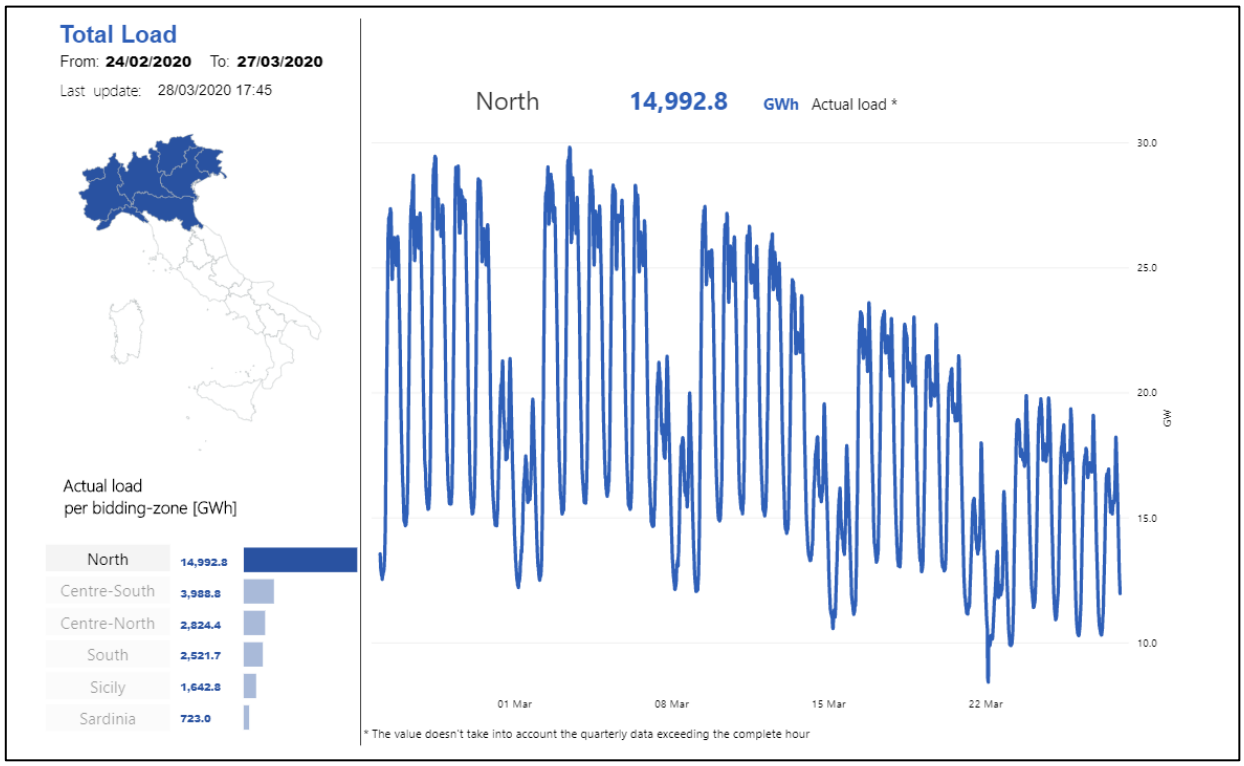


Figura 1.8 Fabbisogno totale Nord Italia (GWh) in Italia 24/2/2020-27/3/2020 (fonte dati: Transparency report Terna)

-RISCALDAMENTO

Il primo trimestre del 2020 ha fatto registrare temperature medie giornaliere generalmente superiori alle medie del periodo (su base ventennale), mentre il mese di marzo, seppur con una certa variabilità, ha avuto un andamento più in linea con i dati storici.

Questo andamento può essere indice di un utilizzo degli impianti di riscaldamento in generale inferiore alla media del periodo, tuttavia i provvedimenti di limitazione della mobilità fanno presupporre un maggior numero di ore di funzionamento degli impianti a causa della maggiore permanenza presso le proprie abitazioni. Inoltre, nell'ultima settimana considerata, più fredda rispetto alle altre, è probabile una ripresa dell'utilizzo degli apparecchi e degli impianti termici.

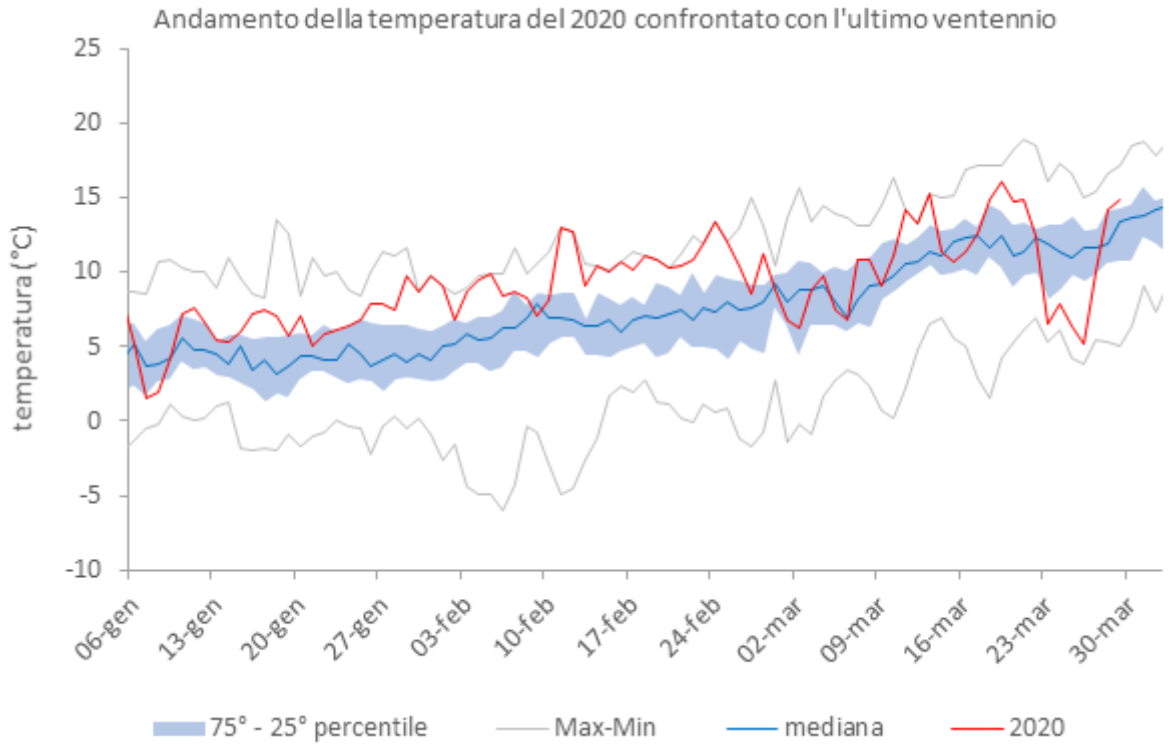


Figura 1.7 Stazione di Milano-Juvara

-AGRICOLTURA

Le attività agricole non rientrano tra le attività produttive sospese dai Decreti adottati per il contenimento e la gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Non sono stati inoltre adottati provvedimenti di limitazione della attività di spandimento dei liquami zootecnici a partire dal 24 febbraio.

Si stimano, pertanto, emissioni in linea con quelle tipiche del periodo, che comprendono anche le attività di preparazione dei letti di semina per le colture primaverili estive (come del resto riportato dal Bollettino agrometeorologico della Lombardia).

DATI QUALITÀ DELL'ARIA – PM10

Nelle figure 2.1 sono presentati i dati di PM10 registrati nel primo trimestre 2020 messi a confronto con quelli rilevati nel decennio appena trascorso nelle città di Milano, Bergamo, Brescia, Pavia e Lodi, scelte a riferimento in questa analisi. Per l'anno 2020 è presentata anche la media mobile settimanale. Per la città di Milano i dati considerati sono la media giorno per giorno tra le concentrazioni rilevate dalle stazioni installate (Pascal Città Studi, Marche, Verziere e Senato) mentre per Bergamo, Brescia, Pavia e Lodi si è scelta una singola stazione (quella caratterizzata nella quasi totalità dei casi dalla media annua più elevata).

Nelle figure 2.2 viene presentato per le medesime città un focus sul periodo interessato dall'emergenza COVID-19 a confronto con gli stessi giorni del 2019.

In entrambe le figure 2.1 e 2.2 sono presentati inoltre giorno per giorno il valore massimo ed il minimo registrati nel periodo 2011-2019.

Lo sfondo verde è associato alla prima fase dell'emergenza e lo sfondo rosso al periodo in cui sono state imposte misure più restrittive (DPCM 8 marzo 2020).

I grafici della figura 2.3 mostrano l'andamento annuale di PM10 a Milano prendendo a riferimento il quinquennio 2015-2019, a cui viene sovrapposto l'andamento di questi primi tre mesi dell'anno in corso (nel caso di marzo fino al giorno 29) e i primi tre mesi del 2019.

Infine, in figura 2.4 è mostrato il grafico dell'andamento delle concentrazioni di PM10 correlato con alcuni parametri meteorologici, in particolare con l'andamento dell'altezza dello strato di rimescolamento alle ore 12 (PBL, Primary Boundary Layer, elaborazioni ARPA Lombardia dai radiosondaggi di Milano-Linate), che fornisce un'indicazione della massa d'aria che gli inquinanti hanno a disposizione per diluirsi, e la velocità del vento al suolo.

È opportuno ricordare che il particolato atmosferico è un inquinante che ha sia una componente primaria, ovvero emessa direttamente in atmosfera da sorgenti sia naturali che antropiche, sia una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di reazioni chimico-fisiche a partire da precursori (come ad esempio ossidi di azoto e ammoniaca che possono portare alla formazione di nitrato di ammonio). In generale la componente primaria e la componente secondaria del particolato variano in funzione delle emissioni e delle condizioni meteoclimatiche, che tra l'altro influiscono anche sui meccanismi di formazione del particolato secondario.

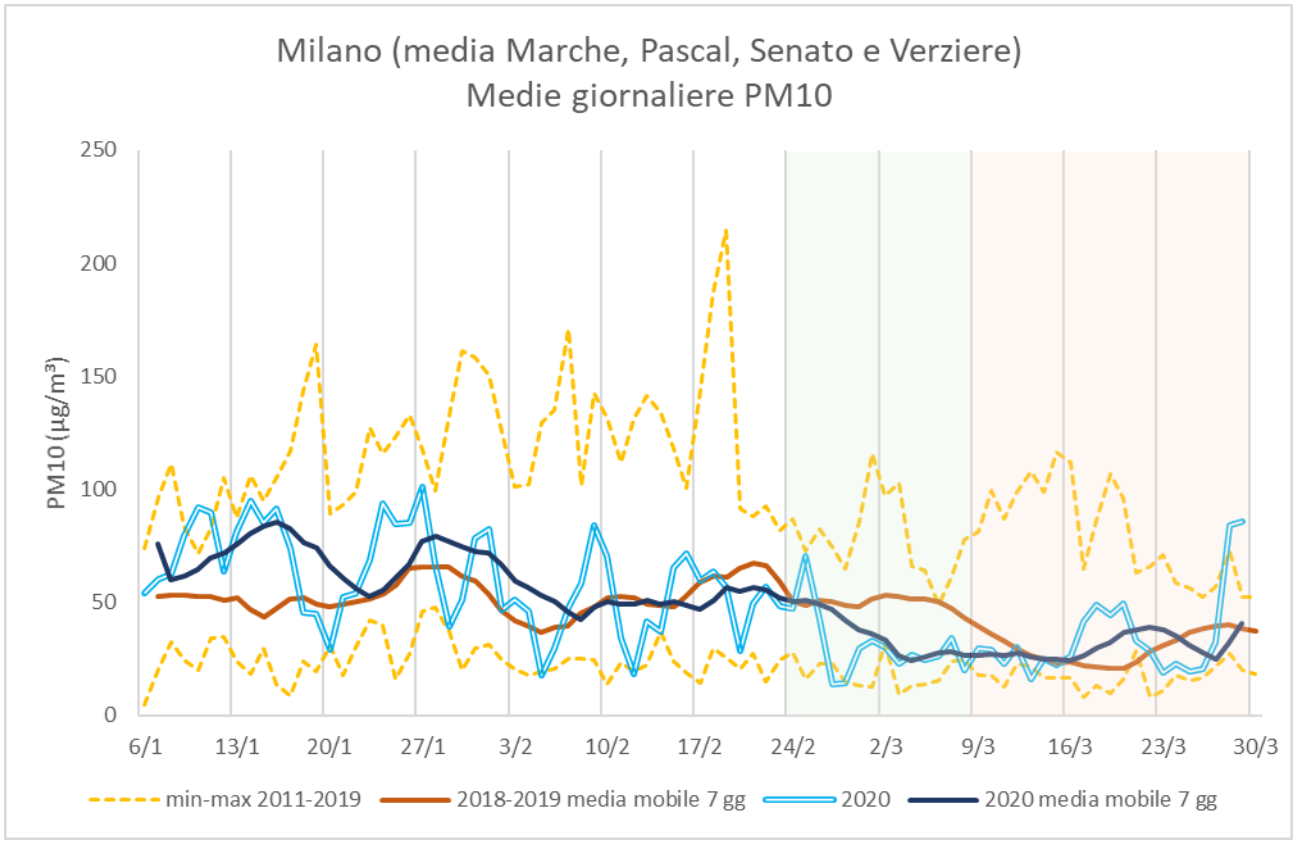


Figura 2.1.a Milano

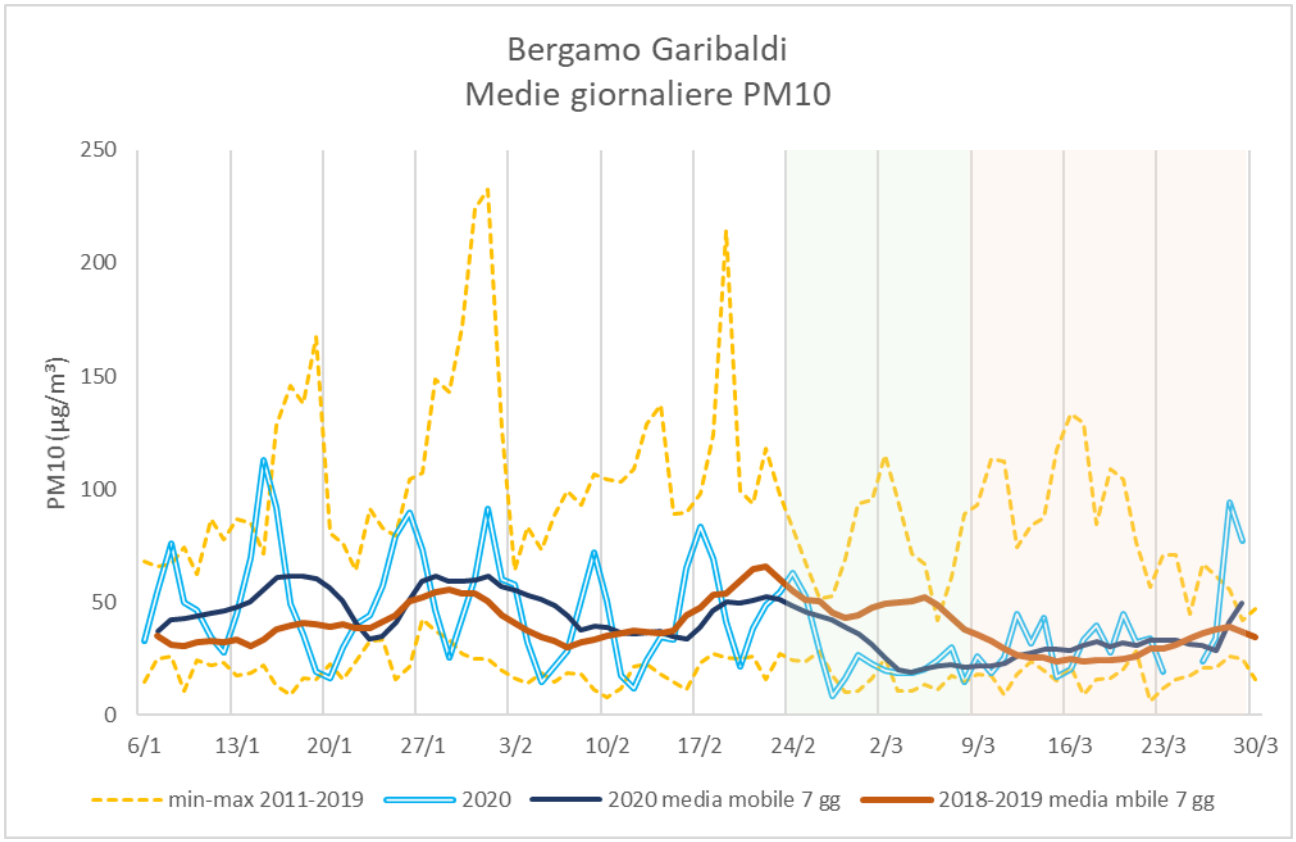


Figura 2.1.b Bergamo

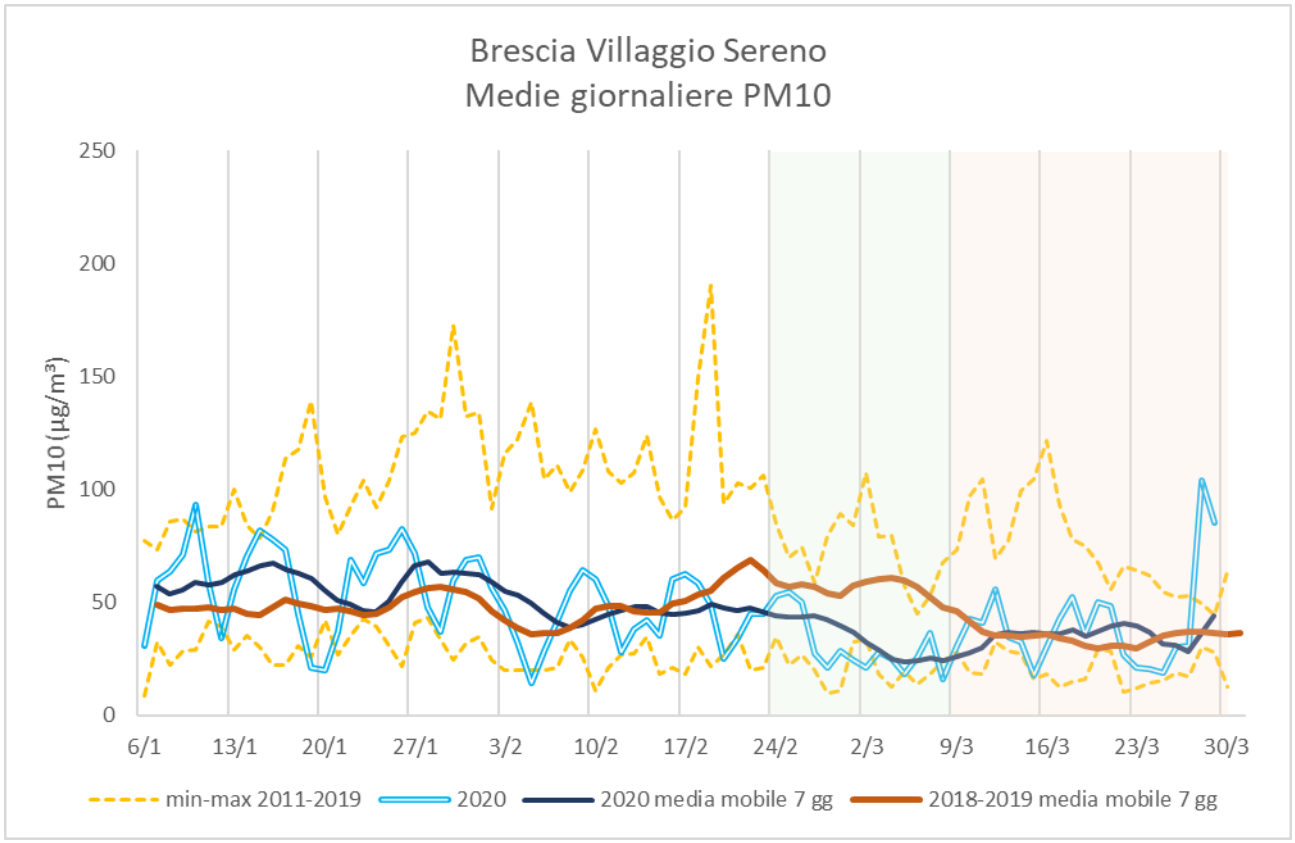


Figura 2.1.c Brescia

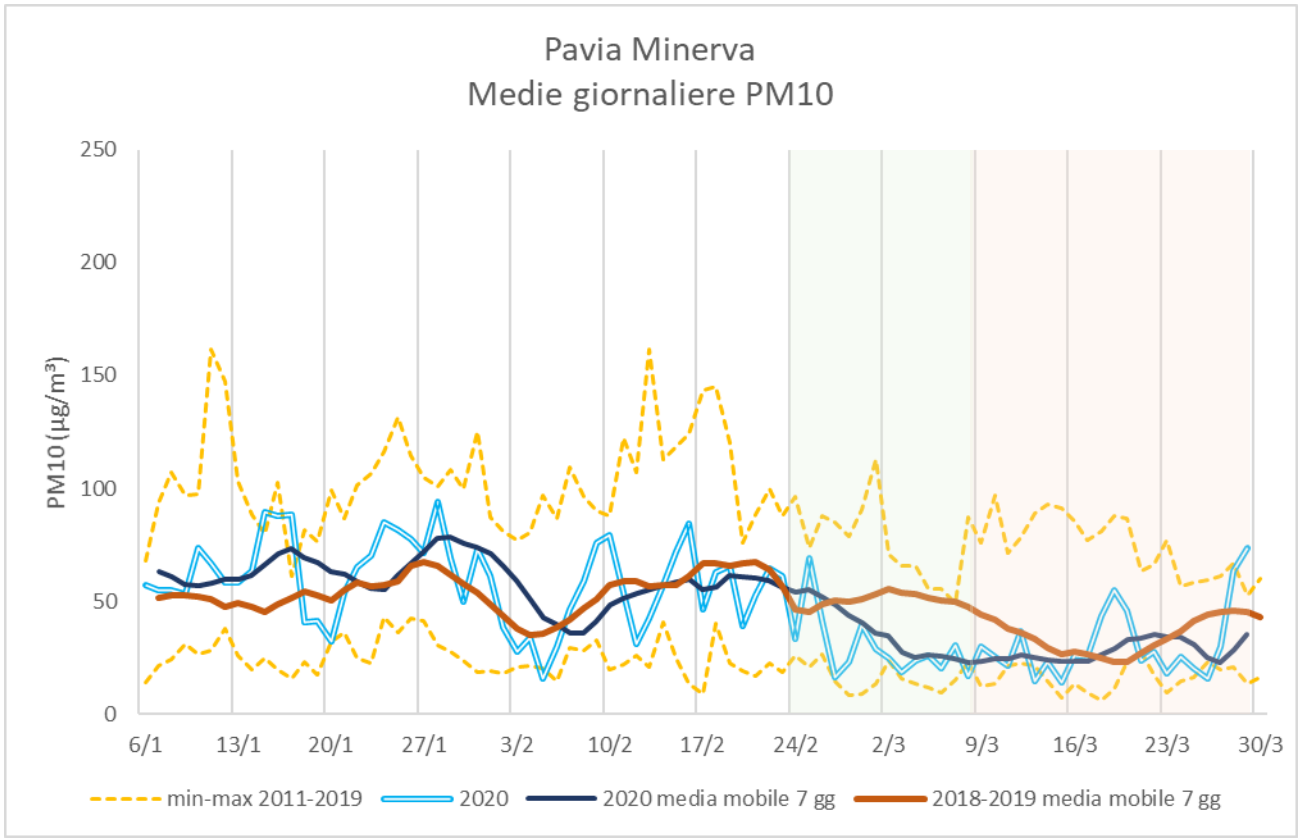


Figura 2.1.d Pavia

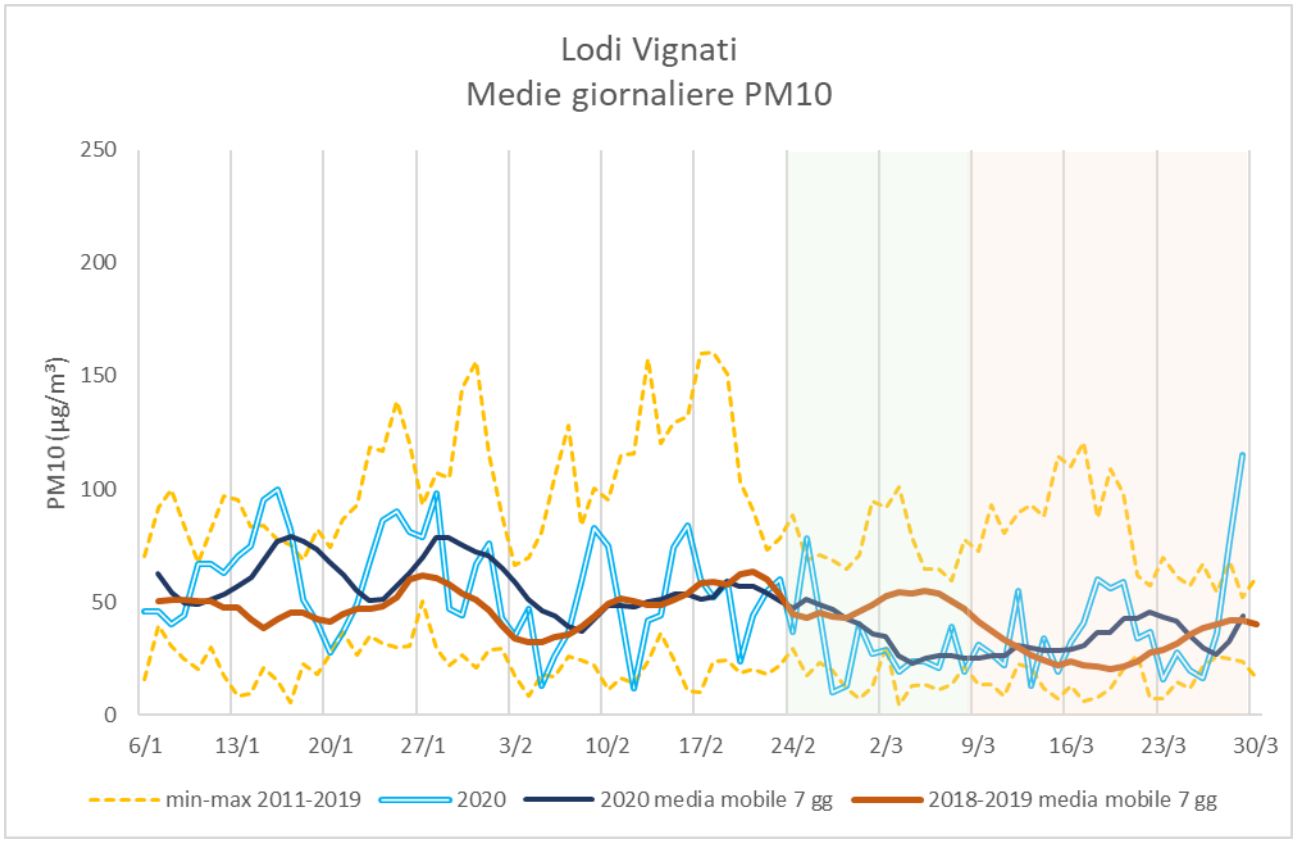


Figura 2.1.e Lodi

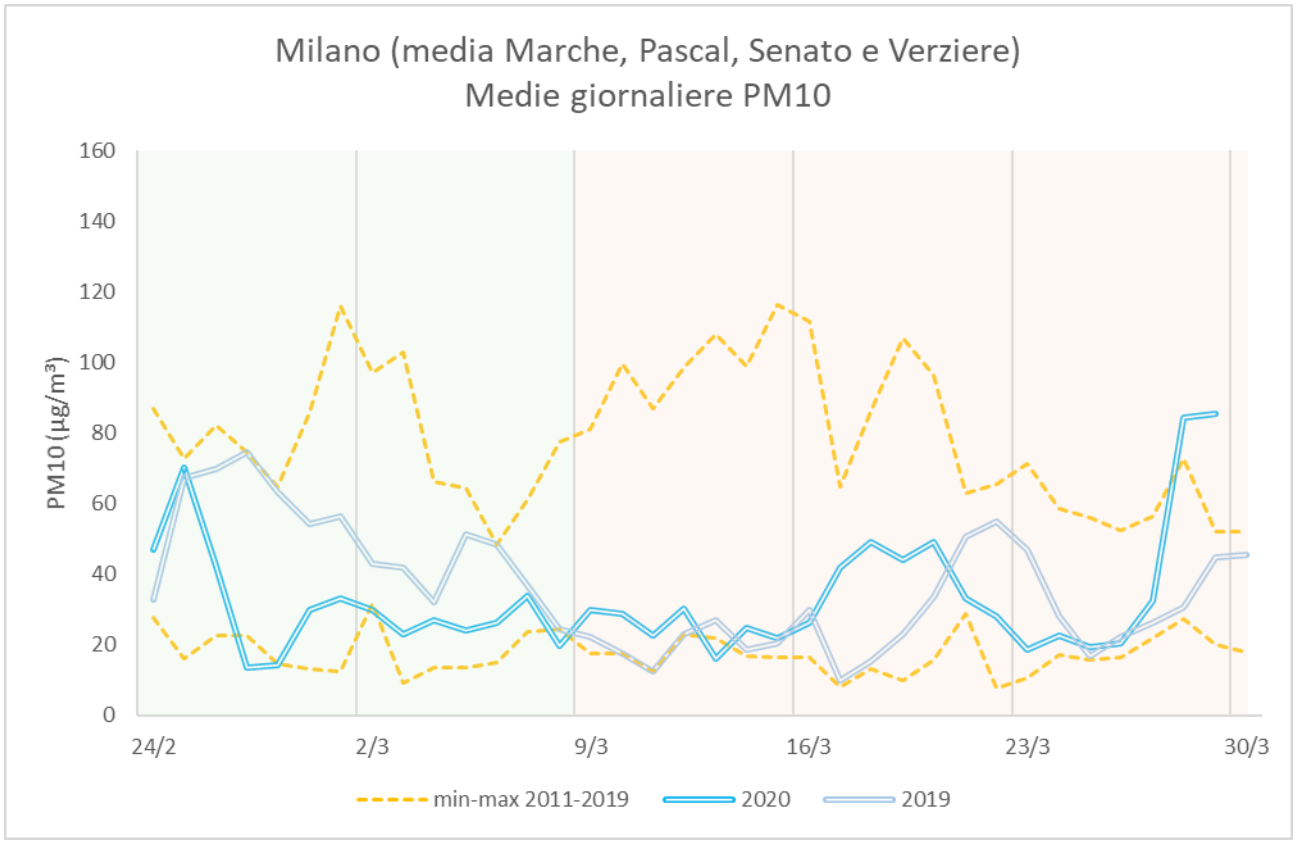


Figura 2.2.a Focus periodo emergenza COVID-19 Milano

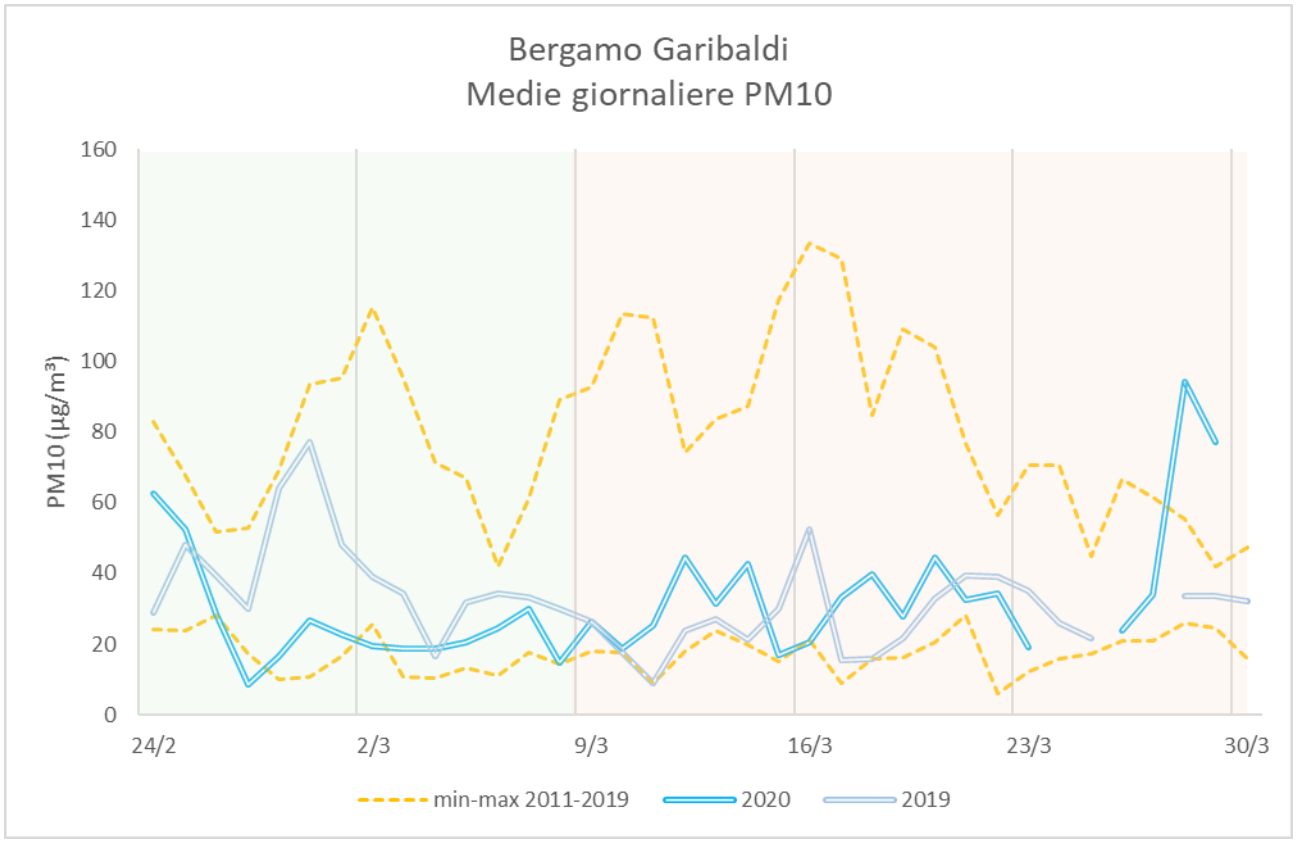


Figura 2.2.b Focus periodo emergenza COVID-19 Bergamo

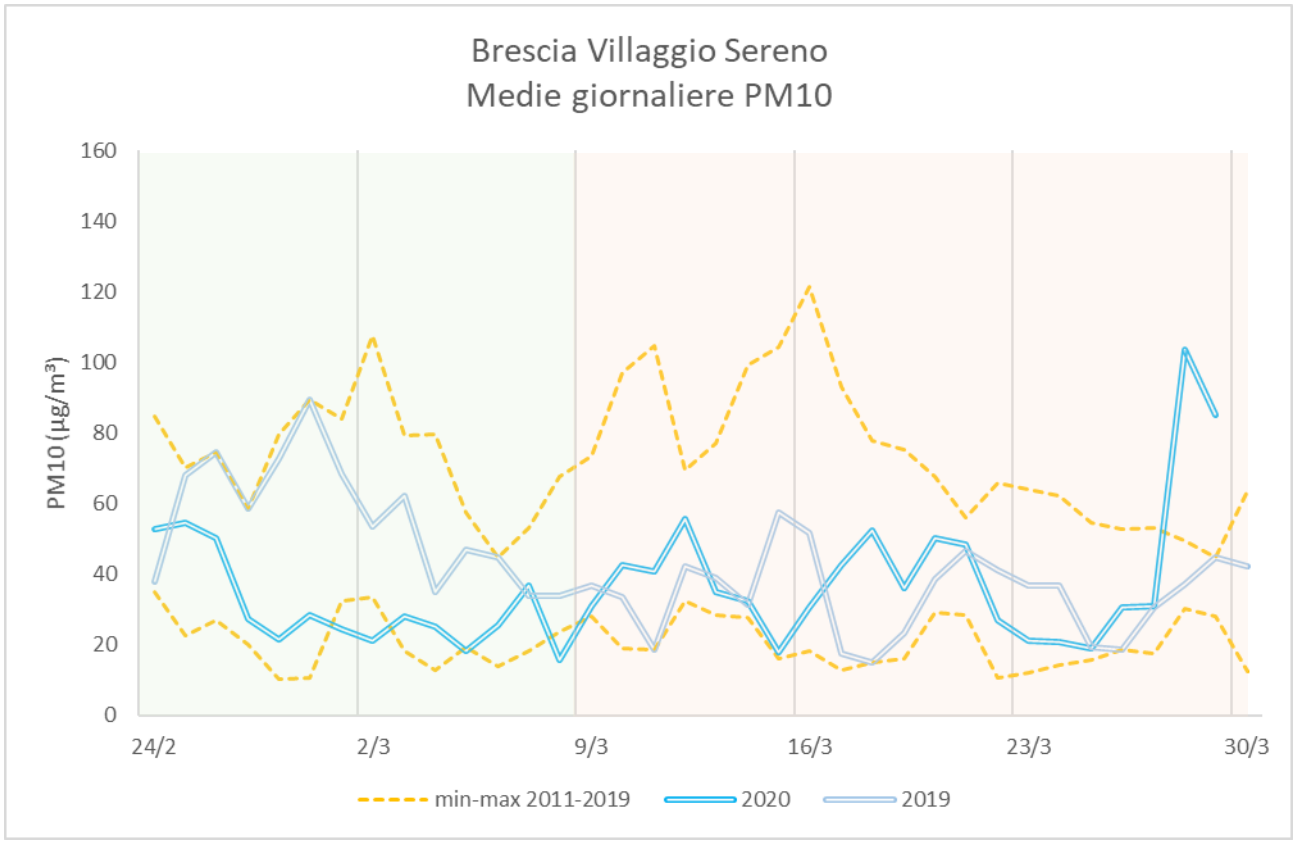


Figura 2.2.c Focus periodo emergenza COVID-19 Brescia

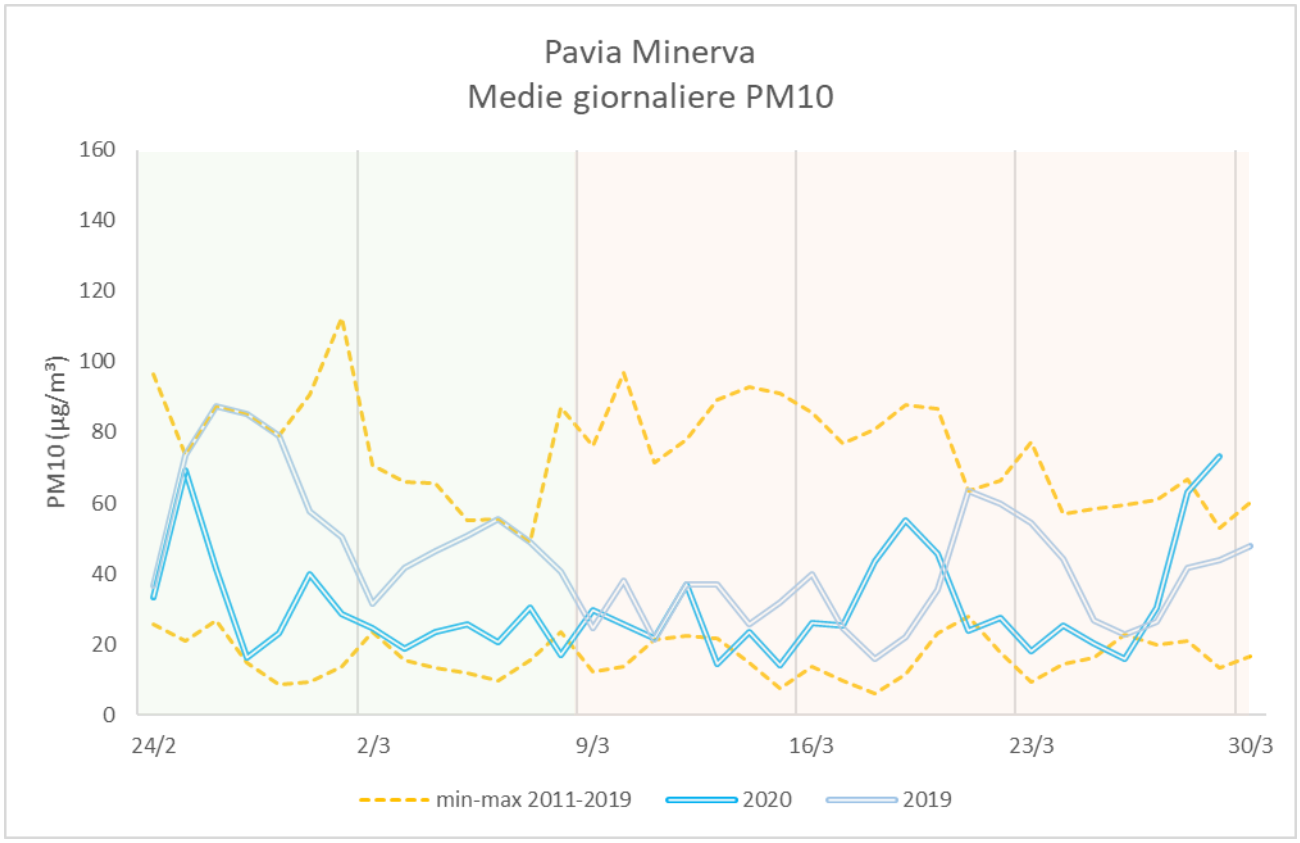


Figura 2.2d Focus periodo emergenza COVID-19 Pavia

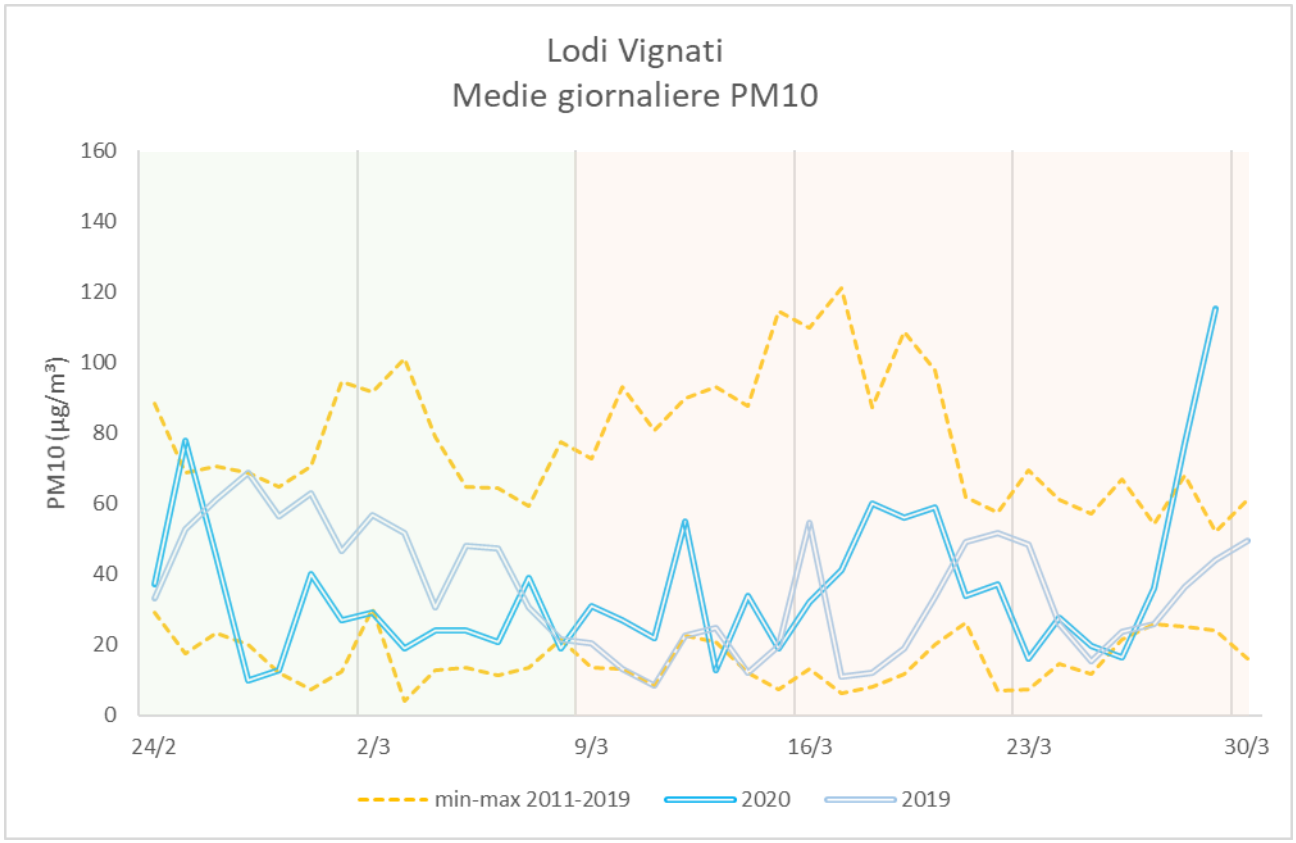


Figura 2.2e Focus periodo emergenza COVID-19 Lodi

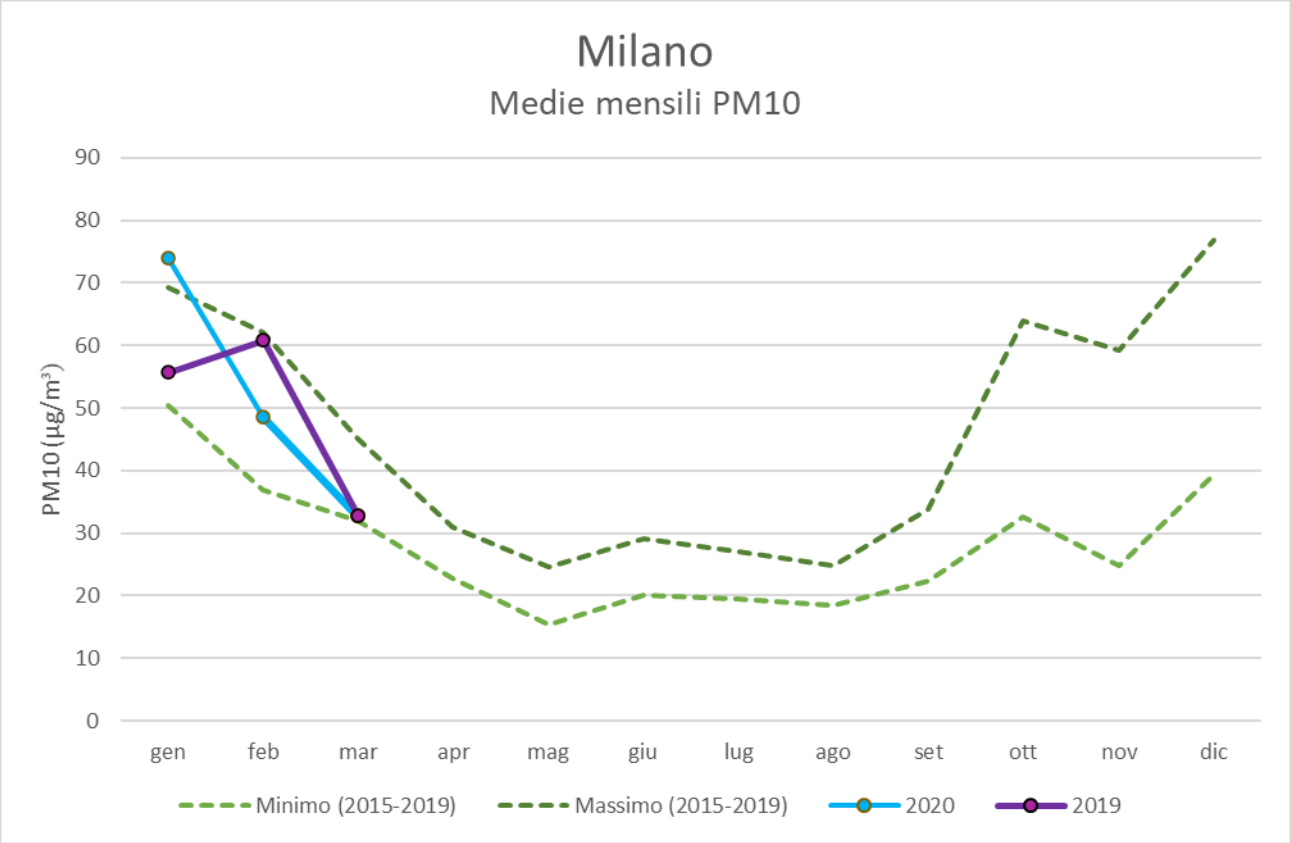


Figura 2.3 Milano medie mensili

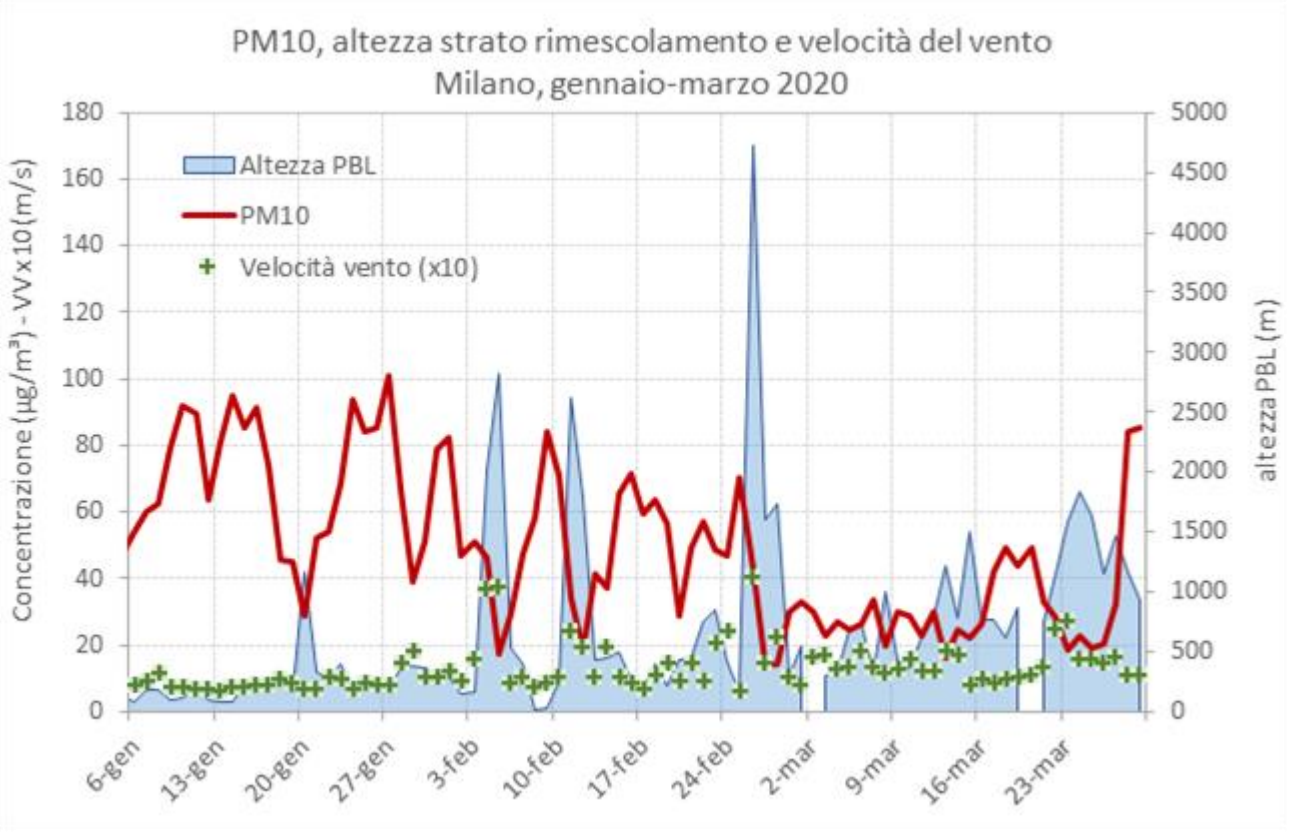


Figura 2.4

Le figure presentate mostrano in primo luogo in maniera evidente la stagionalità di questo inquinante che registra i valori più elevati nei mesi più freddi: questo è spiegato normalmente dalle variazioni delle fonti emissive (in particolare gli impianti di riscaldamento a biomassa e gli spandimenti di liquami zootecnici nel settore agricolo), ma soprattutto in ragione delle variazioni delle condizioni meteoclimatiche che sono molto più favorevoli all'accumulo degli inquinanti nel semestre invernale e che possono influire diversamente per la formazione di particolato secondario. Marzo è normalmente il mese invernale con concentrazioni di PM10 più basse.

L'analisi dei dati 2020 del mese di marzo evidenzia un alternarsi di giornate con concentrazioni più alte ed altre con valori inferiori, che tuttavia si collocano nella fascia bassa della variabilità in riferimento al periodo 2011-2019, Un andamento simile, seppure in giornate di calendario diverse, si registra sia per il 2019 che per il 2018, ad esempio della variabilità tipica di questo inquinante.

La fig. 2.4 mostra come il primo fattore di modulazione dell'andamento del PM10 è rappresentato dall'altezza dello strato di rimescolamento (altezza PBL), che rappresenta in prima approssimazione il volume in cui le sostanze emesse al suolo si rimescolano e interagiscono tra loro.

Vengono di seguito analizzati alcuni episodi di elevate concentrazioni di PM10, verificatisi nel periodo di interesse. Tali episodi vanno valutati considerando per ciascuno di essi il complesso dei fattori che concorrono alla formazione e all'accumulo del particolato, ovvero il contributo delle diverse sorgenti di emissioni, le condizioni meteorologiche specifiche e le reazioni chimico-fisiche che avvengono in atmosfera. L'analisi chimica dei campioni di particolato raccolti in particolare durante questi episodi consentirà di studiare le cause di formazione e accumulo di PM10 e il diverso ruolo dei fattori sopra esposti.

-Episodio 25 febbraio 2020

Interessante la giornata del 25 febbraio in riferimento alle concentrazioni rilevate a Lodi e in provincia, con un massimo registrato a Codogno (82 µg/m^3), allora in piena zona rossa, con concentrazioni superiori a quelle delle stazioni circostanti, dove invece in quel momento non erano state ancora attuate limitazioni. Al di là del possibile contributo di altre sorgenti, quali ad esempio il riscaldamento, questo dato conferma anche l'importanza del trasporto (l'aria in poche ore può percorre decine di chilometri) ed il fatto che davvero per alcuni inquinanti, quali il particolato, le concentrazioni non sono solo influenzate dalle emissioni di prossimità, ma da tutte quelle del bacino, nel caso in analisi rappresentato dalla pianura padana.

Provincia	Pavia					Lodi					
PM10 (µg/m³)	Pavia-Folperti	Pavia-Minerva	Vigevano	Voghera	Casoni Borroni	Lodi-S.Alberto	Lodi-Vignati	Tavazzano	Bertonico	Codogno	San Rocco al Porto
dom 23/02	54	61	53	49	45	51	60	53	54	73	57
lun 24/02	42	33	36	30	37	42	37	38	42	41	40
mar 25/02	**78**	**69**	**75**	**78**	**64**	**73**	**78**	**78**	**64**	**82**	**65**

-Episodio 18-20 marzo 2020

Il periodo dal 18 al 20 marzo è stato interessato da un incremento significativo del PM10 che in alcune stazioni della rete di rilevamento, nonostante la riduzione dei flussi di traffico e di parte delle attività industriali, ha superato il valore limite di 50 µg/m^3 ed è comunque cresciuto in gran parte della regione. Tale dato può essere spiegato molto probabilmente con un contributo significativo della componente secondaria e certamente con una situazione meteorologica più favorevole all'accumulo rispetto ai giorni precedenti.

Le giornate dal 18 al 20 marzo sono infatti state caratterizzate, a scala sinottica, da scarsa circolazione atmosferica per la presenza di un campo di pressione alta e livellata. In particolare, in Lombardia questo ha comportato vento molto debole (intensità del vento generalmente inferiore ai 2 m/s) a regime di brezza (direzione variabile a cicli regolari) e temperature con tipico andamento regolare "a ciclo diurno" e in leggero aumento da un giorno all'altro fino a valori massimi sensibilmente superiori alla norma del periodo. Il profilo termico verticale rilevato a Linate

mostra nelle ore notturne la formazione di inversione termica al suolo, indice di stabilità atmosferica e scarse capacità di rimescolamento.

In tale situazione meteorologica si sono mantenute su livelli consueti per il periodo le emissioni del comparto agricolo (come dimostrano le concentrazioni di ammoniaca, discusse in seguito) e del riscaldamento (probabilmente meno importante in quelle giornate date le temperature superiori alla media). Ridotte, ma non annullate, sono inoltre le emissioni derivanti in particolare dal trasporto merci (ancora attivo a circa il 50%) e dalle attività industriali, come anche il grafico della richiesta energetica dimostra. Un'analisi più completa al riguardo potrà però essere condotta solo successivamente, quando saranno disponibili tutti i dati relativi alla composizione chimica del particolato e ai traccianti delle diverse sorgenti, tuttavia si potrebbe ipotizzare un contributo significativo di formazione di particolato secondario (nitrato d'ammonio).

Quanto sopra conferma la complessità della situazione del bacino padano, dove anche a fronte di una riduzione comunque importante delle emissioni di alcuni comparti, non sempre vi è una risposta immediata delle concentrazioni, perché i fenomeni in gioco sono in ogni caso molteplici.

-Episodio 28-29 marzo 2020

Nelle giornate del 28 e del 29 marzo in tutta la pianura padana, in particolare nella porzione orientale, sono state osservate concentrazioni di PM10 molto elevate, a partire dalle prime ore del pomeriggio di sabato 28 (figura 2.6). L'aumento delle concentrazioni di PM2.5 è risultato invece inferiore, tanto da determinare una variazione significativa del rapporto PM2.5/PM10 (figura 2.7) a indicare la presenza preponderante di particolato della cosiddetta frazione *coarse* del particolato atmosferico, cioè le particelle di maggiori dimensioni generalmente prodotte per azione meccanica e non per combustione.

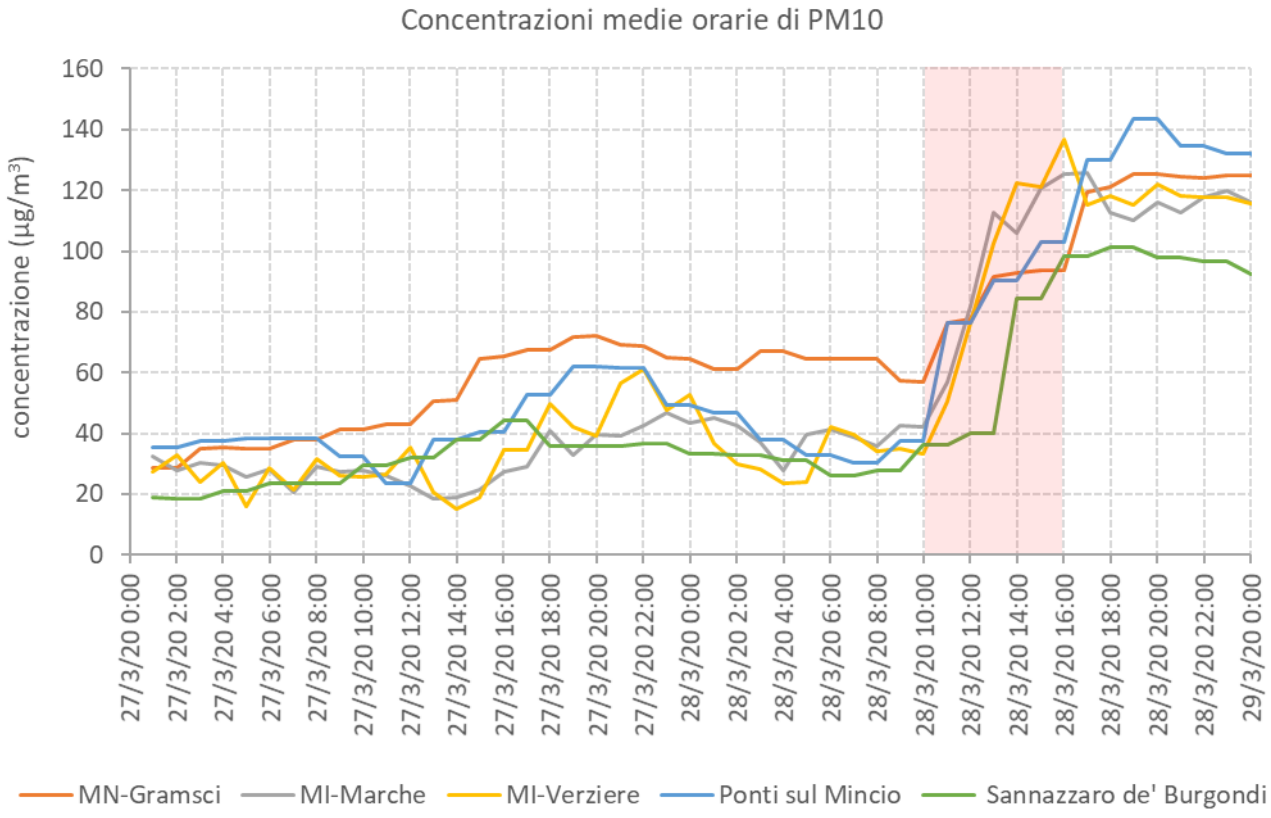


Figura 2.6

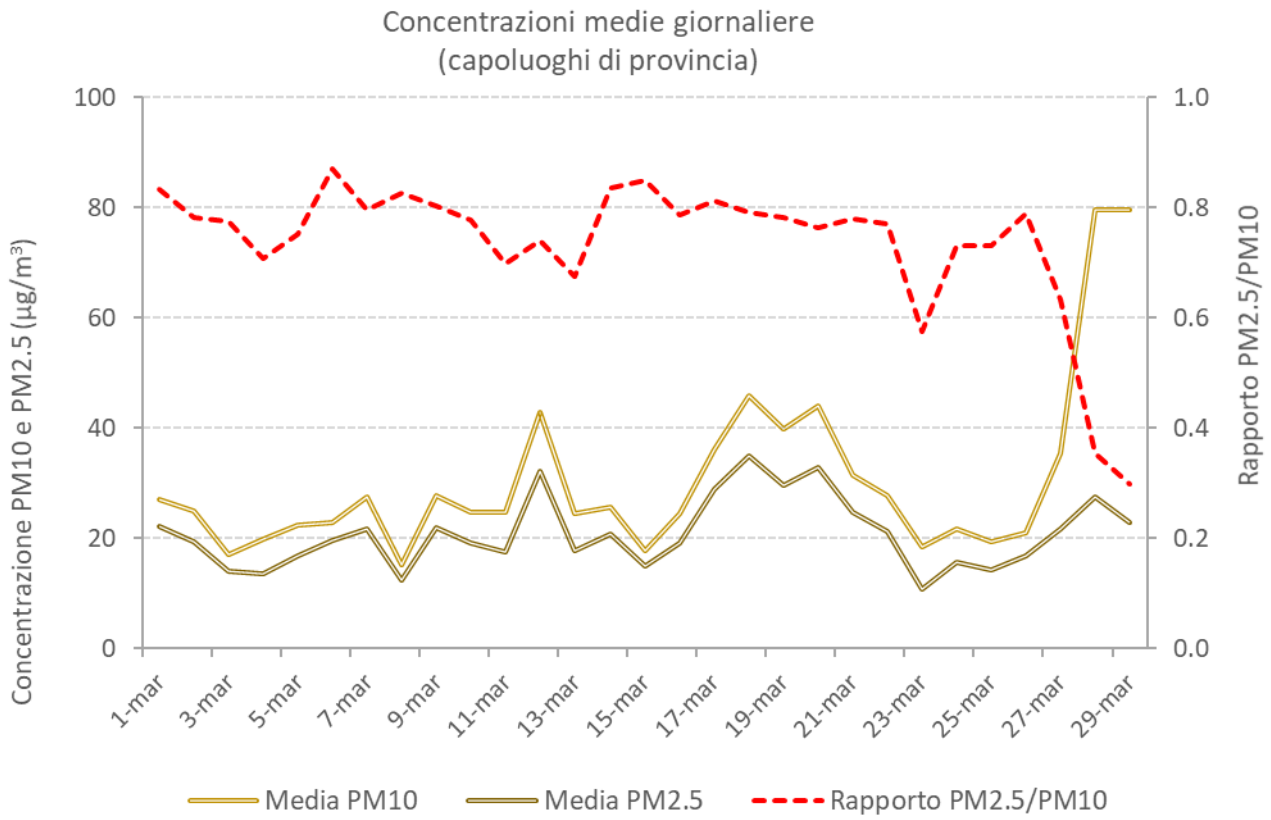


Figura 2.7

Basandosi sulla previsione globale "Copernicus Atmosphere Monitoring Service" di aerosol, il particolato che ha interessato la pianura padana sabato 28 e domenica 29 marzo sembra essere di origine desertica e sabbiosa. Osservando le figure 2.8 e 2.9 si nota infatti come da martedì 24 marzo (data a cui si riferisce la figura 2.8) a sabato 28, lungo la direttrice indicata dalla freccia si sono mantenute correnti orientali che hanno favorito il trasporto del particolato ("*dust*") dalle aree d'origine fino alla pianura padana.

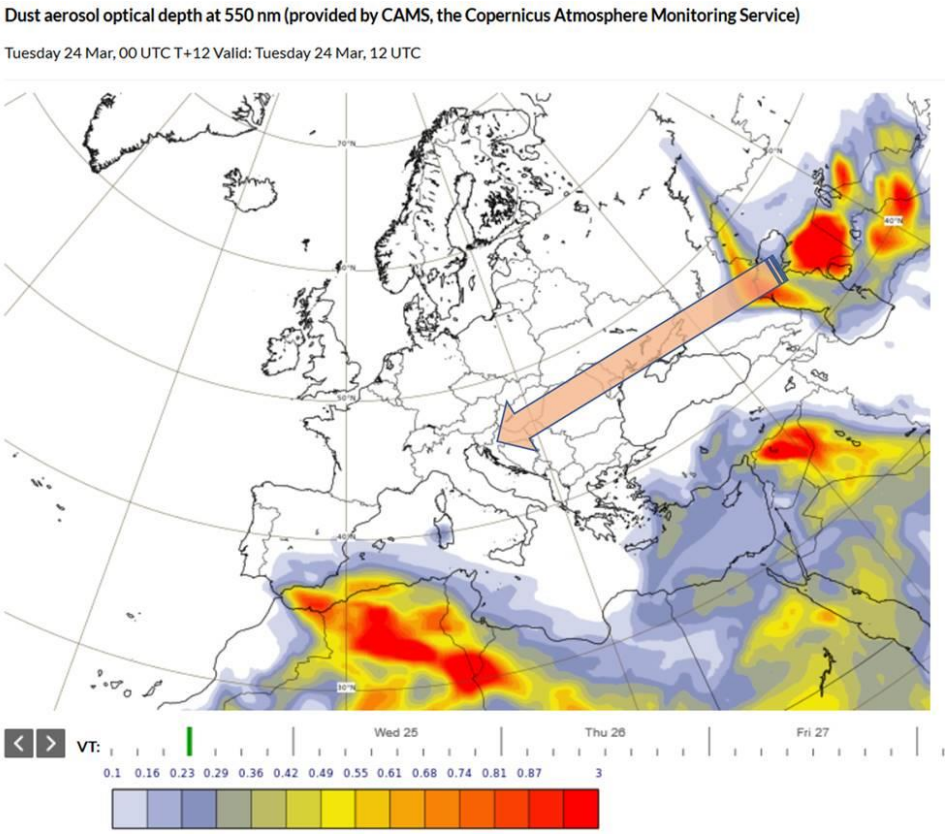


Figura 2.8

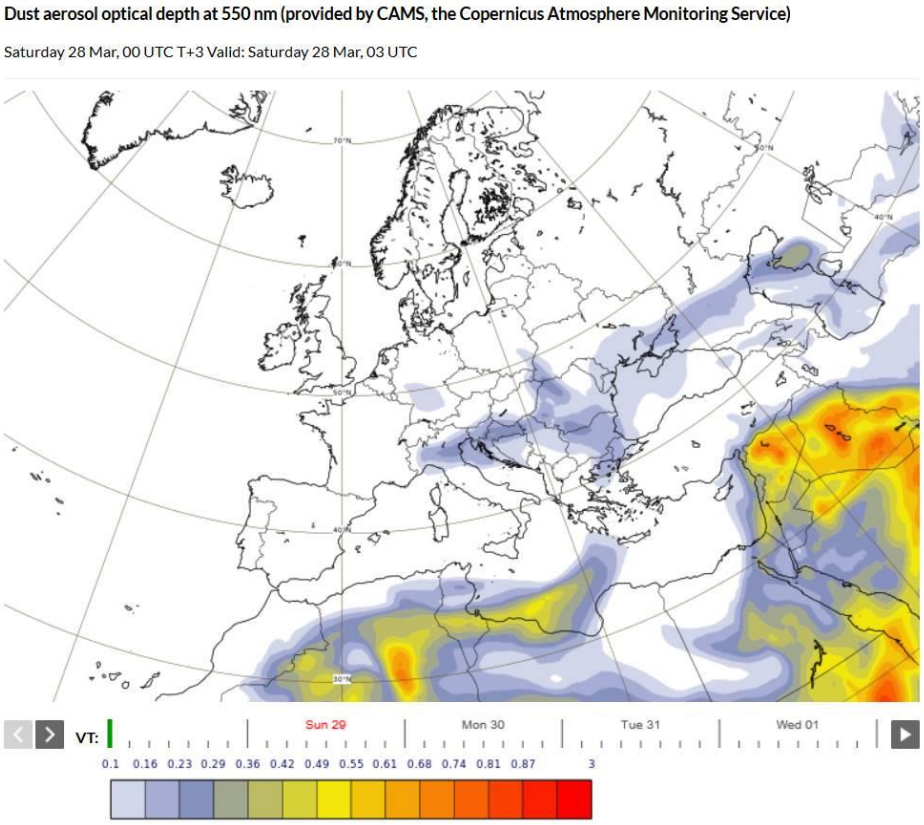


Figura 2.9

DATI QUALITÀ DELL'ARIA – PM2.5

In figura 3.1 sono presentati i dati di PM2.5 registrati nel primo trimestre 2020 messi a confronto con quelli rilevati nel decennio appena trascorso a Milano, Bergamo, Brescia, Pavia e Lodi. Per la città di Milano i dati considerati sono la media giorno per giorno tra le concentrazioni rilevate dalle stazioni installate (Pascal Città Studi e Senato), mentre per Bergamo e Brescia si è scelta una singola stazione (quella caratterizzata nella quasi totalità dei casi dalla media annua più elevata).

In figura 3.2 viene presentato per le medesime città un focus sul periodo interessato dall'emergenza COVID-19 a confronto con gli stessi giorni del 2019.

Analogamente a quanto osservato per il PM10, anche per il PM2.5 si osserva una riduzione delle concentrazioni nel periodo caratterizzato dall'emergenza COVID-19, seppure con una parziale crescita in alcune giornate, in particolare dal 18 al 20 marzo.

Anche in questo caso, però, l'andamento è confrontabile con quello del 2019 seppure su livelli tra i più bassi degli ultimi anni.

Sia per PM10 che per PM2.5 va rilevato comunque che qualora le emissioni fossero rimaste quelle usuali e con le stesse condizioni meteorologiche del periodo 18-20 marzo, le concentrazioni sarebbero verosimilmente risultate superiori. Anche in questo caso con tutti i dati a disposizione che continueranno ad essere raccolti, sarà possibile fare delle simulazioni specifiche, valutando uno scenario con emissioni tipiche del nostro territorio rispetto a quello con emissioni ridotte come successo in realtà.

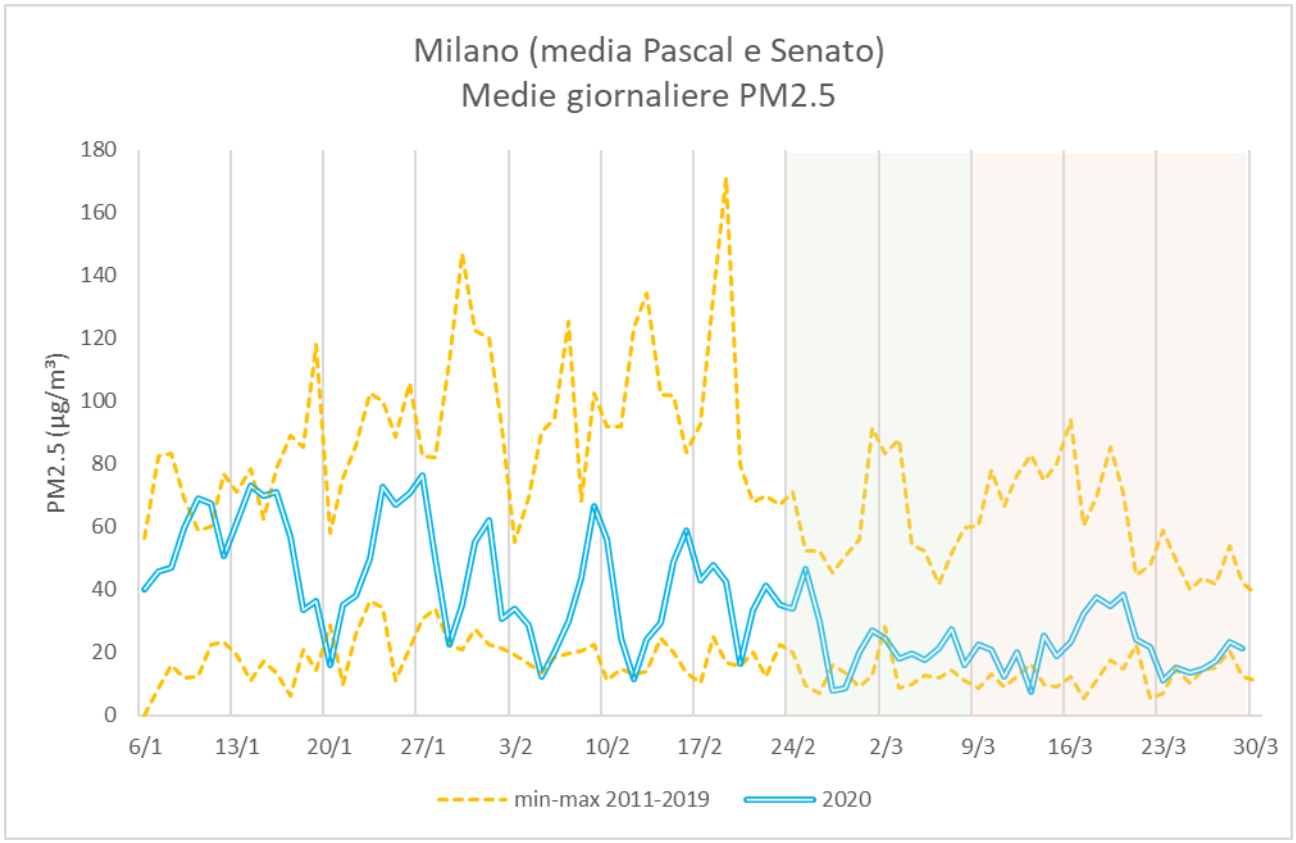


Figura 3.1a Milano

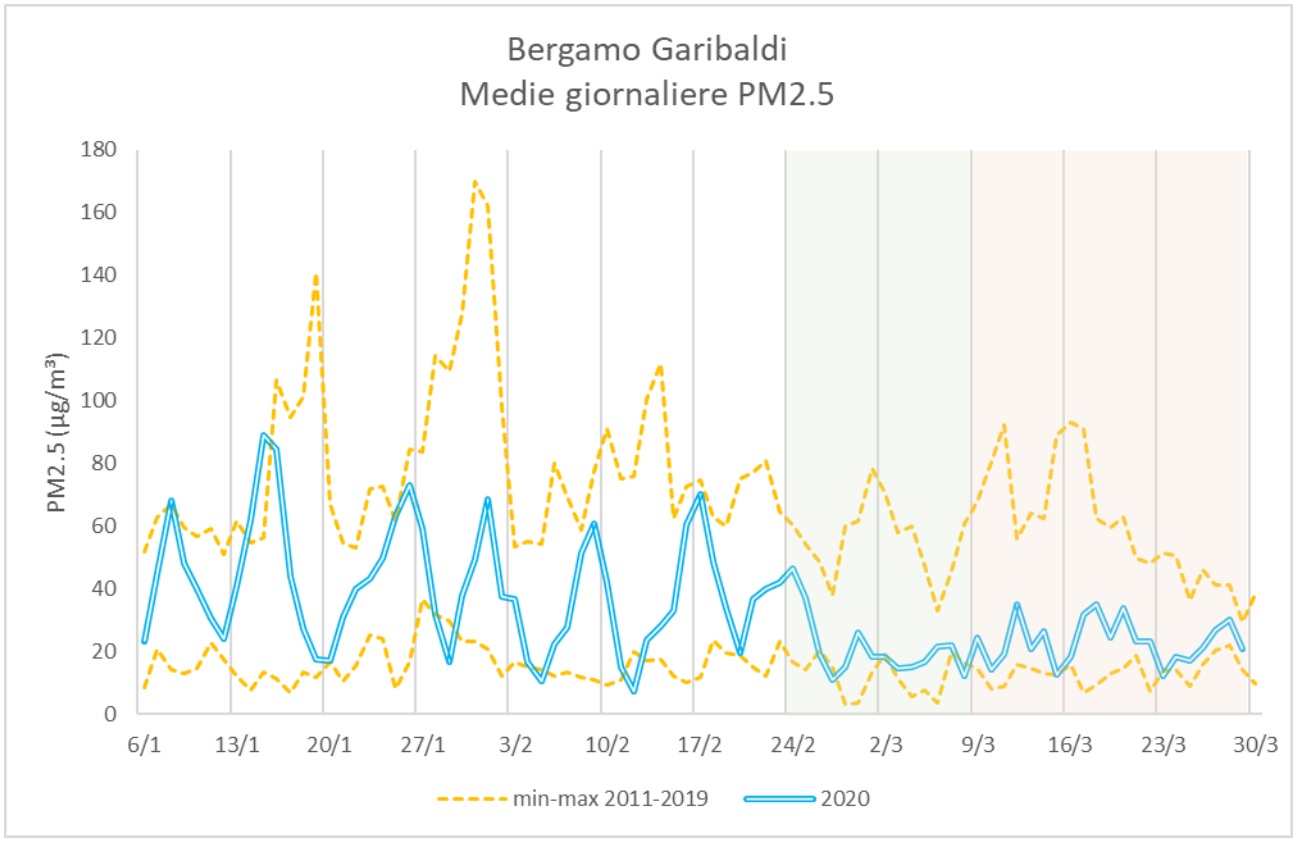


Figura 3.1b Bergamo

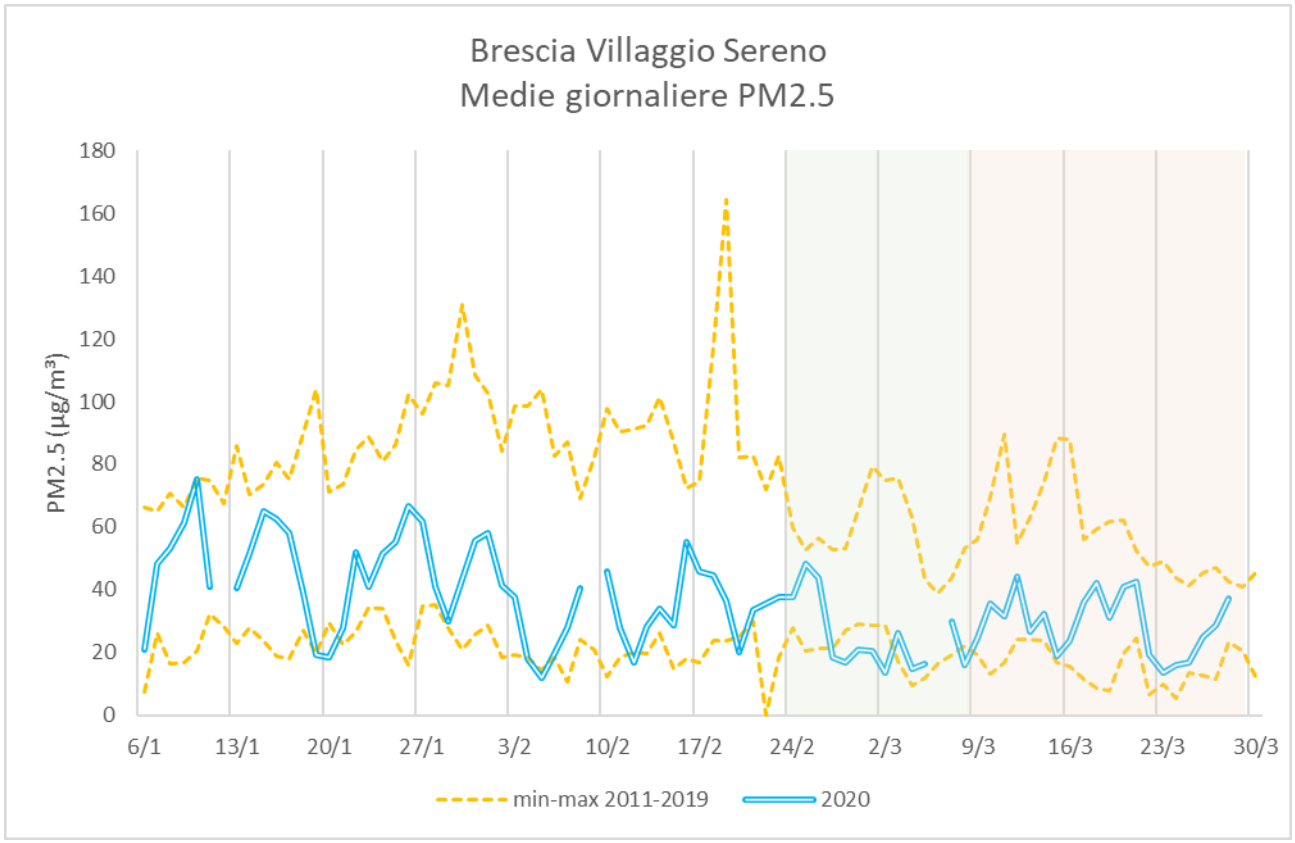


Figura 3.1c Brescia

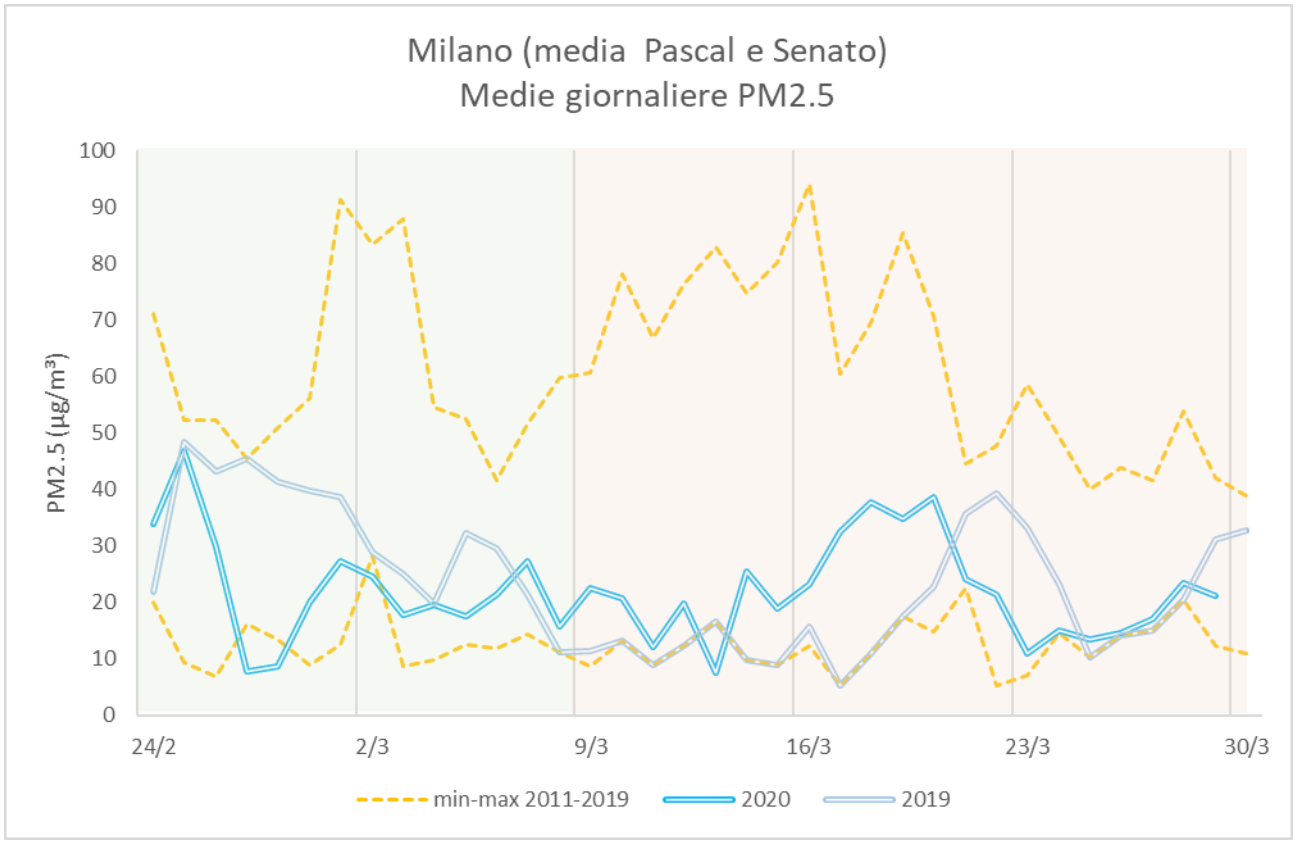


Figura 3.2a Focus periodo emergenza COVID-19 Milano

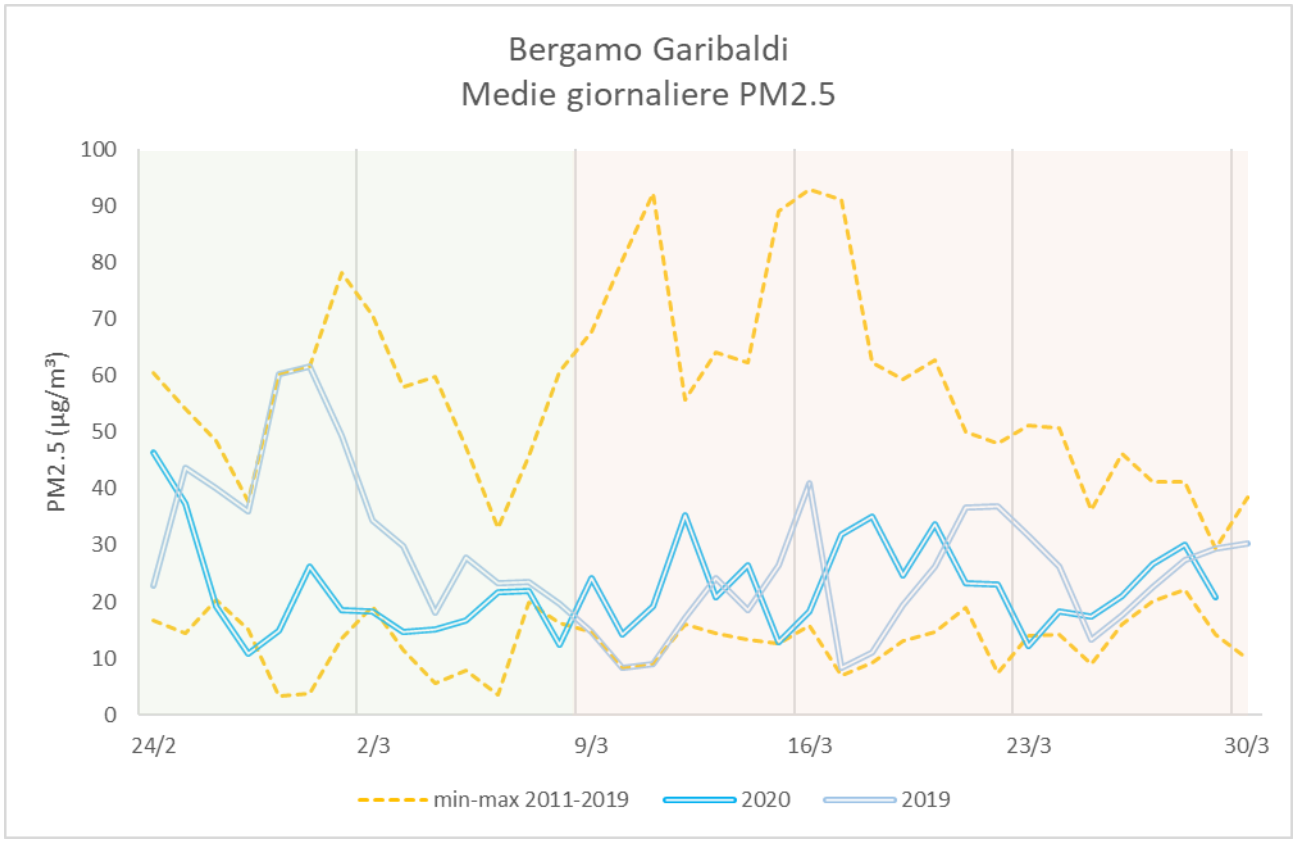


Figura 3.1b Focus periodo emergenza COVID-19 Bergamo

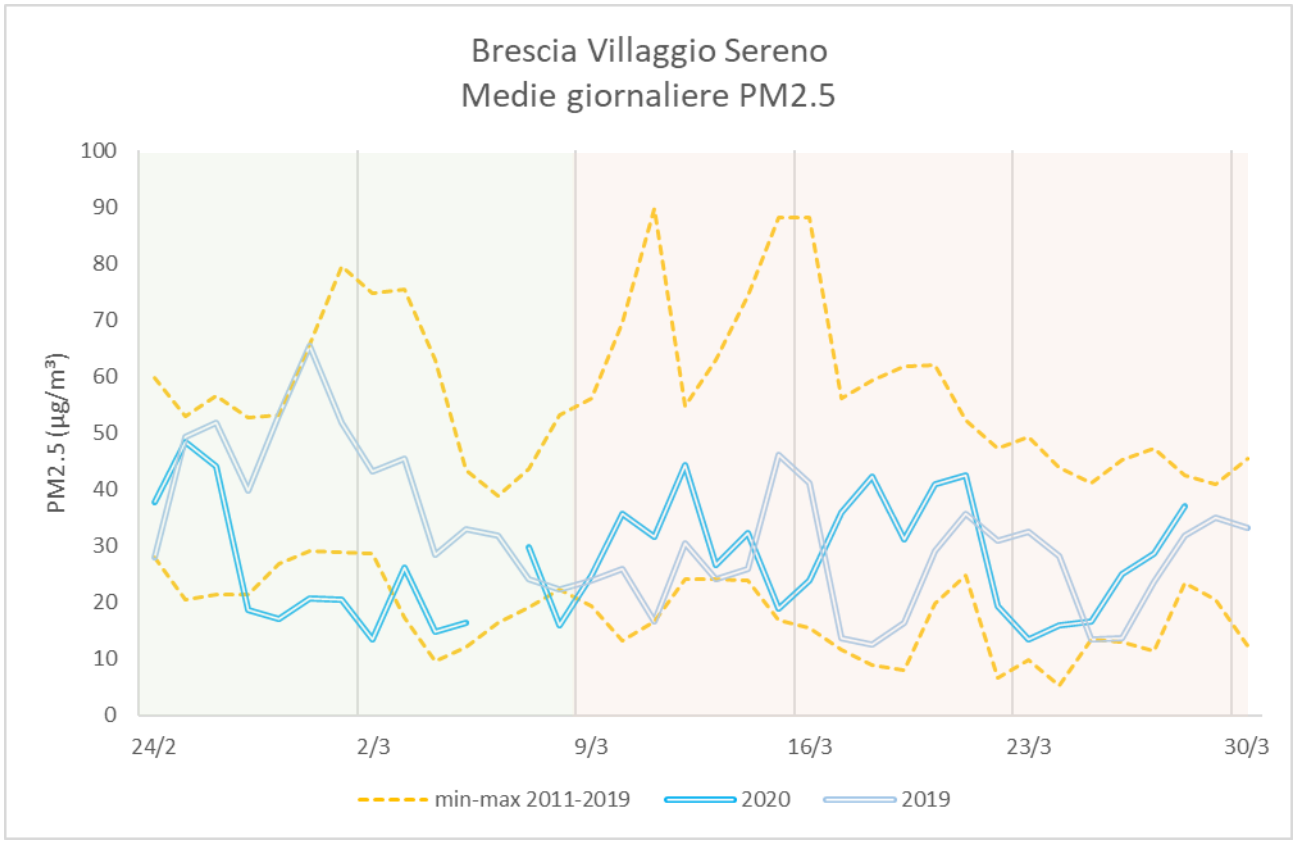


Figura 3.2c Focus periodo emergenza COVID-19 Brescia

DATI QUALITÀ DELL'ARIA – NH3

Per poter verificare l'effettiva importanza della componente secondaria e del possibile contributo del comparto agricolo nei dati di PM10 e PM2.5 registrati in alcune giornate, si sono analizzati di dati di ammoniaca in 3 stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA: Bertonico, in provincia di Lodi, in un territorio interessato dalle emissioni derivanti da agricoltura e zootecnia; Corte de' Cortesi, in provincia di Cremona, in diretta prossimità di un'azienda suinicola; Milano Pascal, in città.

Le figure 4.1 e 4.2 evidenziano in modo chiaro valori di concentrazioni elevati nel periodo in analisi e in alcuni casi, in particolare nei giorni dal 18 al 20 marzo quando sono stati osservati superamenti generalizzati delle concentrazioni di PM10, tra i più alti registrati negli stessi giorni negli anni precedenti. Tali concentrazioni sono state ovviamente più alte a Corte de' Cortesi, intermedie a Bertonico e ben inferiori a Milano (si osservino anche i valori in scala).

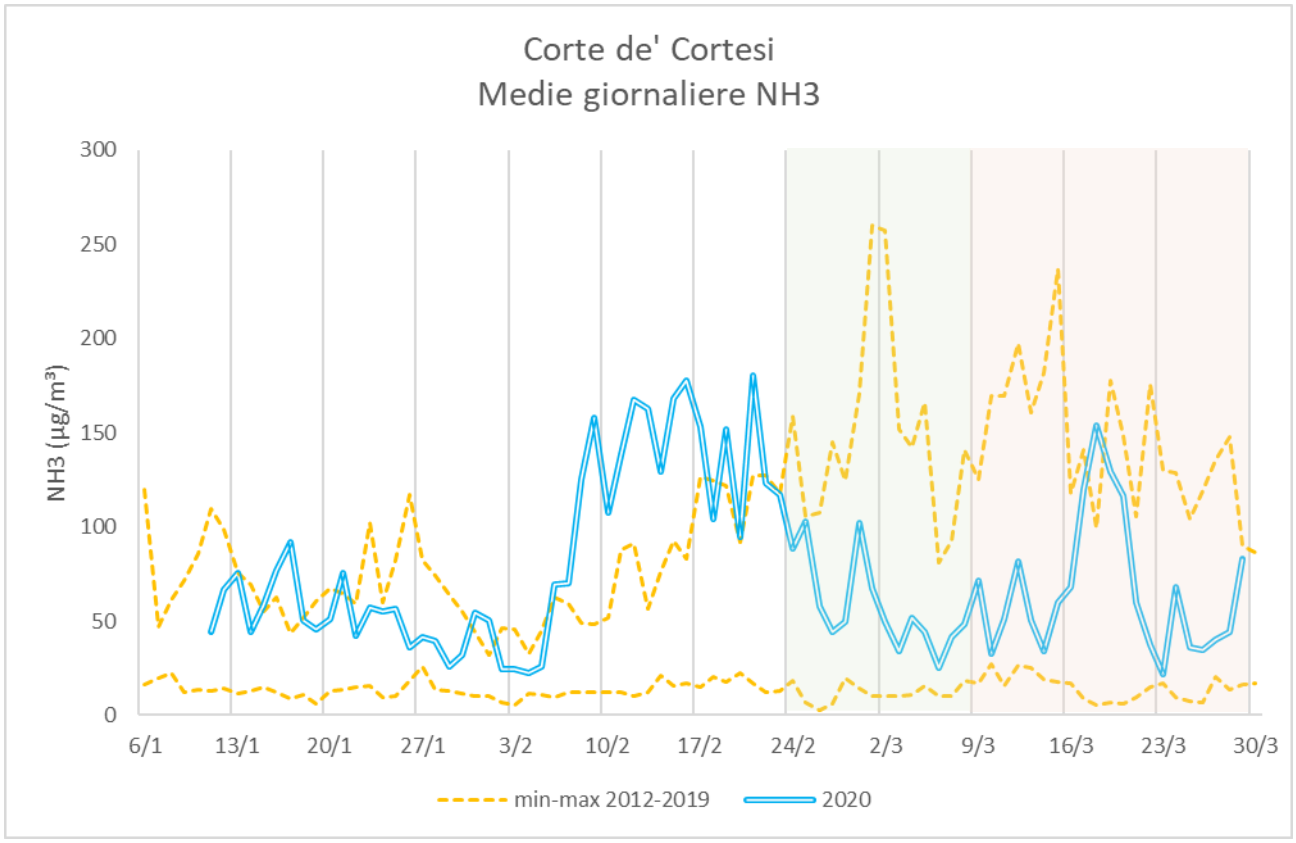


Figura 4.1.a Corte de' Cortesi (CR)

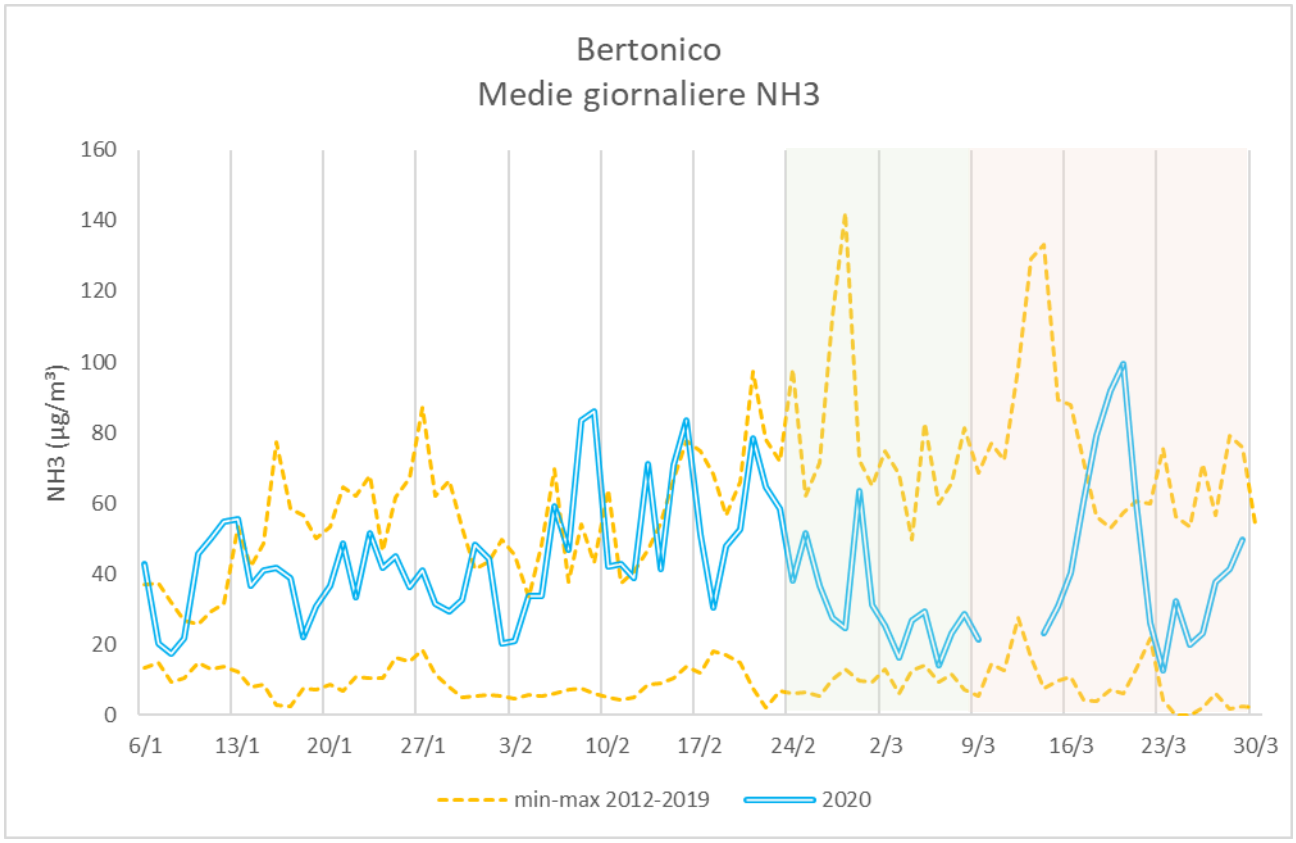


Figura 4.1.b Bertonico (LO)

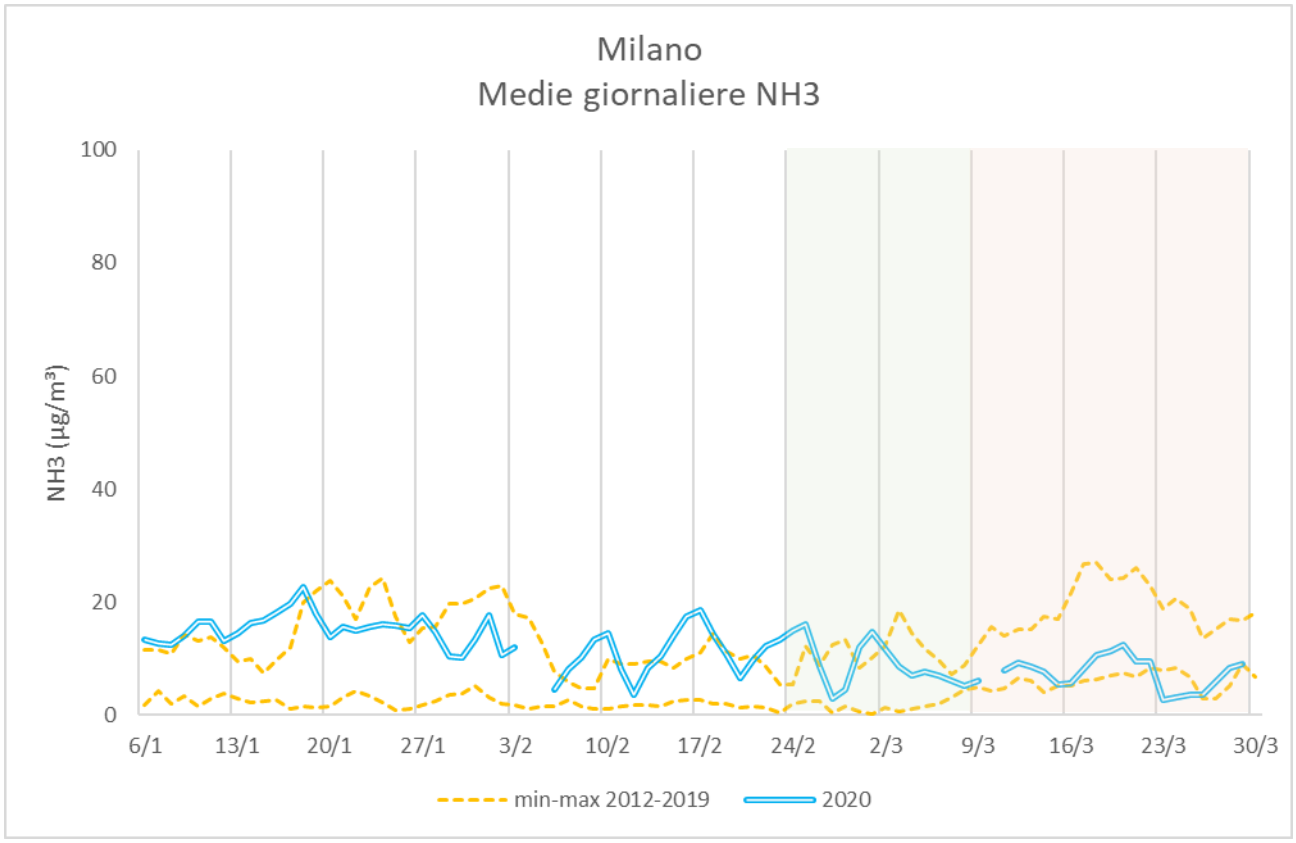


Figura 4.1.c Milano

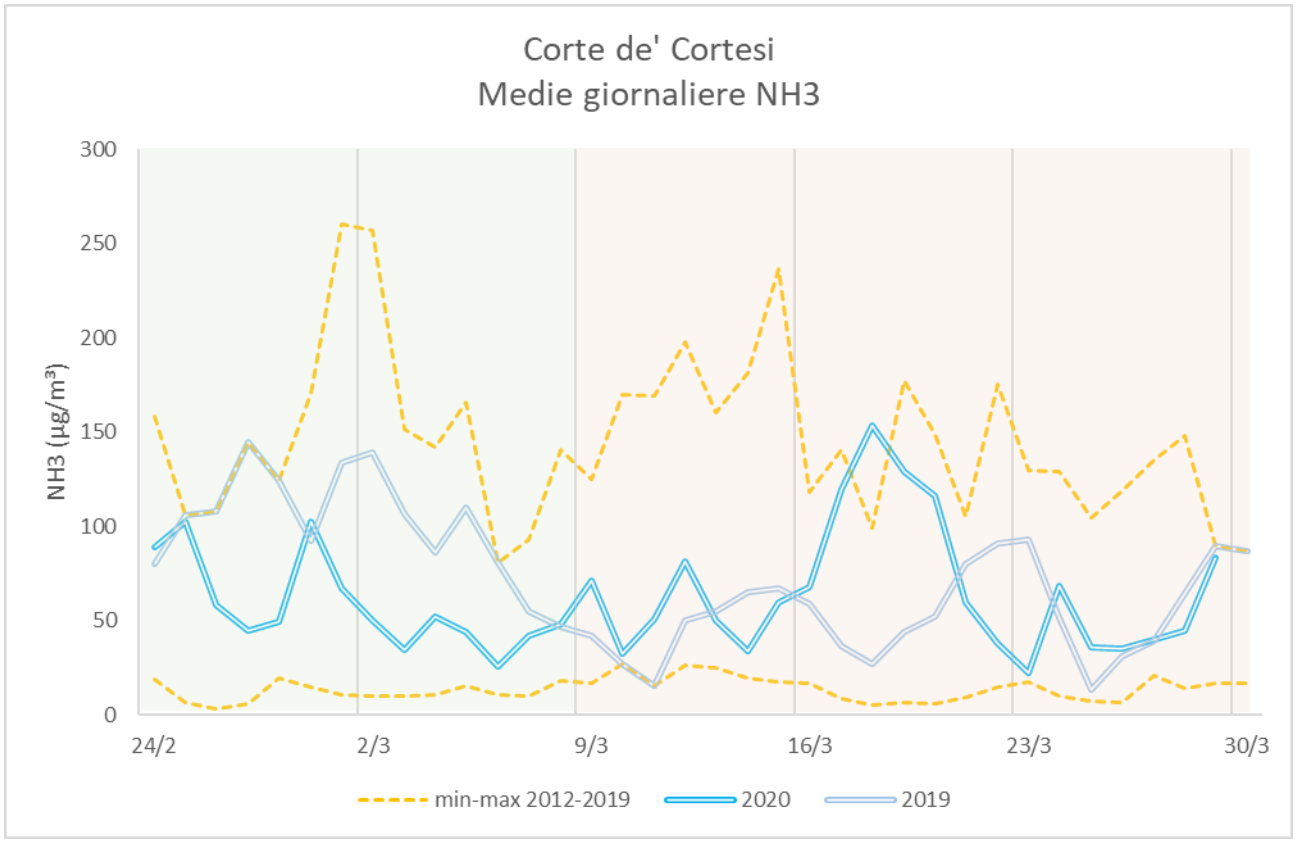


Figura 4.2.a Focus periodo emergenza COVID-19 Corte de' Cortesi (CR)

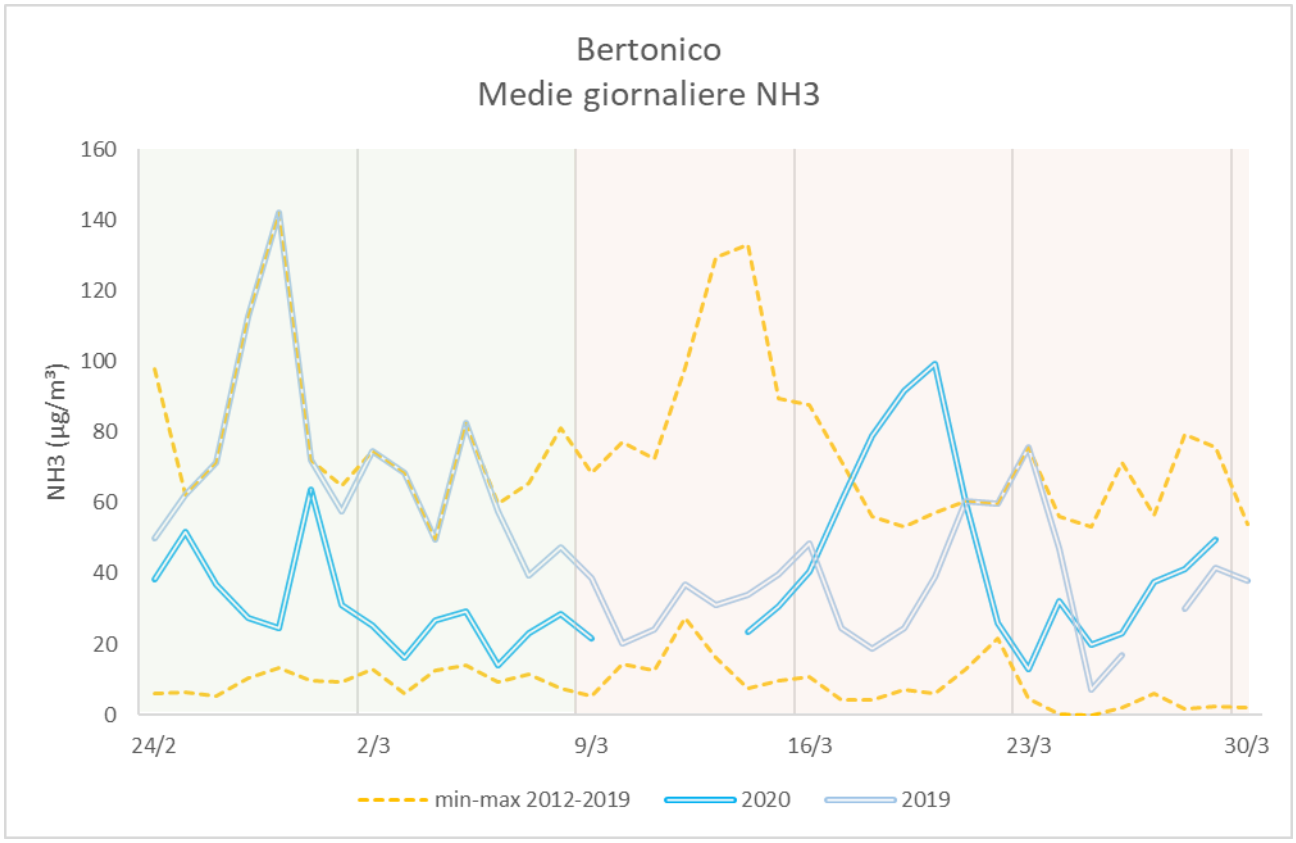


Figura 4.2.b Focus periodo emergenza COVID-19 Bertonico

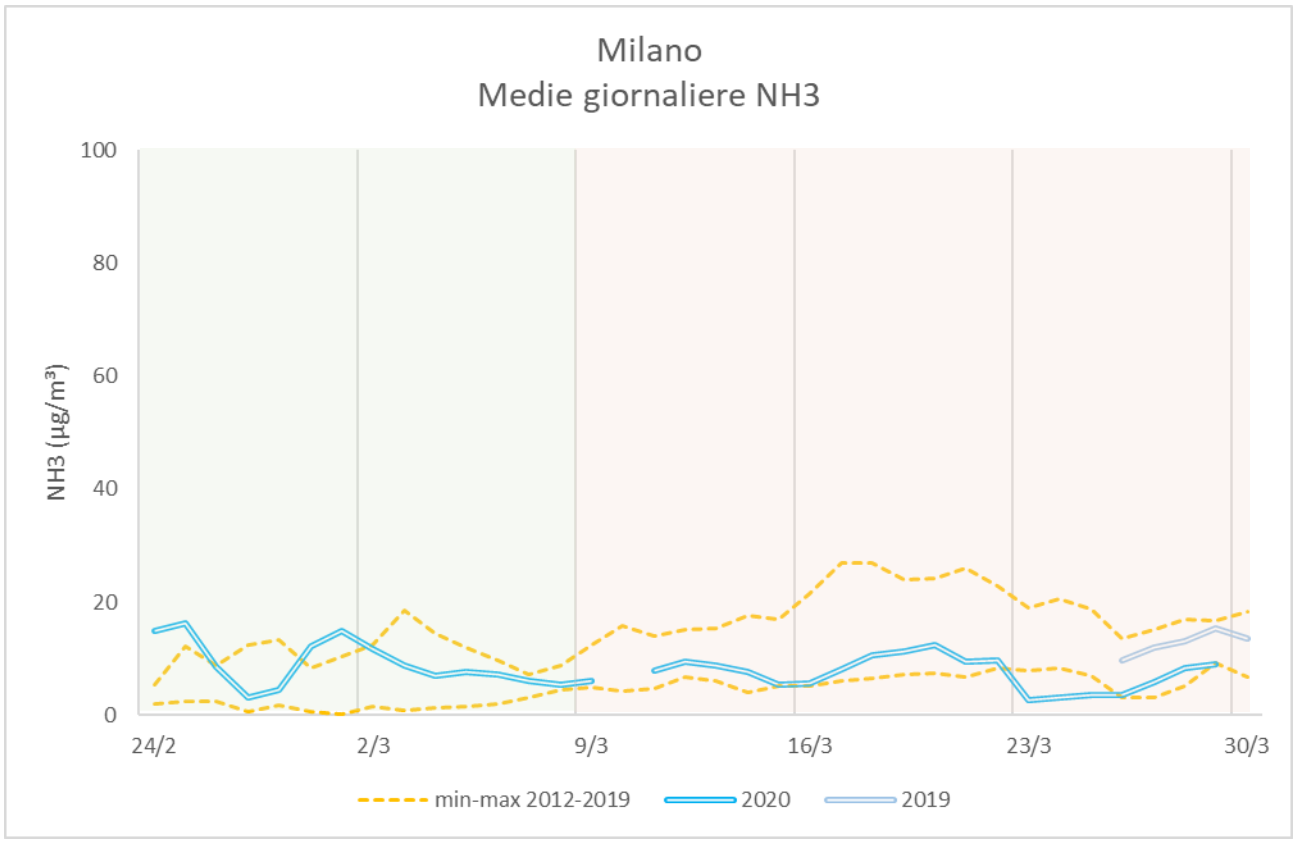


Figura 4.2.c Focus periodo emergenza COVID-19 Milano

Nelle figure 5.1 e 5.2 sono presentati i dati di NO2 e NO registrati nel primo trimestre 2020 messi a confronto con quelli rilevati nel decennio appena trascorso a Milano, Bergamo, Brescia, Pavia e Lodi. In riferimento al dato 2020 è presentata anche la media mobile settimanale. Per tutte le città sono state rappresentati i dati delle stazioni da traffico, per Milano in particolare la media dei dati rilevati da Liguria, Marche e Senato.

In figura 5.3 sono presentati dei grafici che mostrano l'andamento annuale di NO2 nelle stazioni da traffico a Milano prendendo a riferimento il quinquennio 2015-2019, a cui viene sovrapposto l'andamento di questi primi tre mesi dell'anno (nel caso di marzo fino al giorno 29).

In figura 5.4 è mostrato il grafico dell'andamento delle concentrazioni di NO2 correlato con l'altezza dello strato di rimescolamento, la temperatura media e con le concentrazioni di O3, a cui questo inquinante è legato nella particolare reazione chimica che porta alla formazione di ozono e alla sua "degradazione" (*NO2 + O2 <-> NO + O3*).

A tal proposito sono riportati in figura 5.5 gli andamenti delle medie giornaliere biossido di azoto con quelle di ozono.

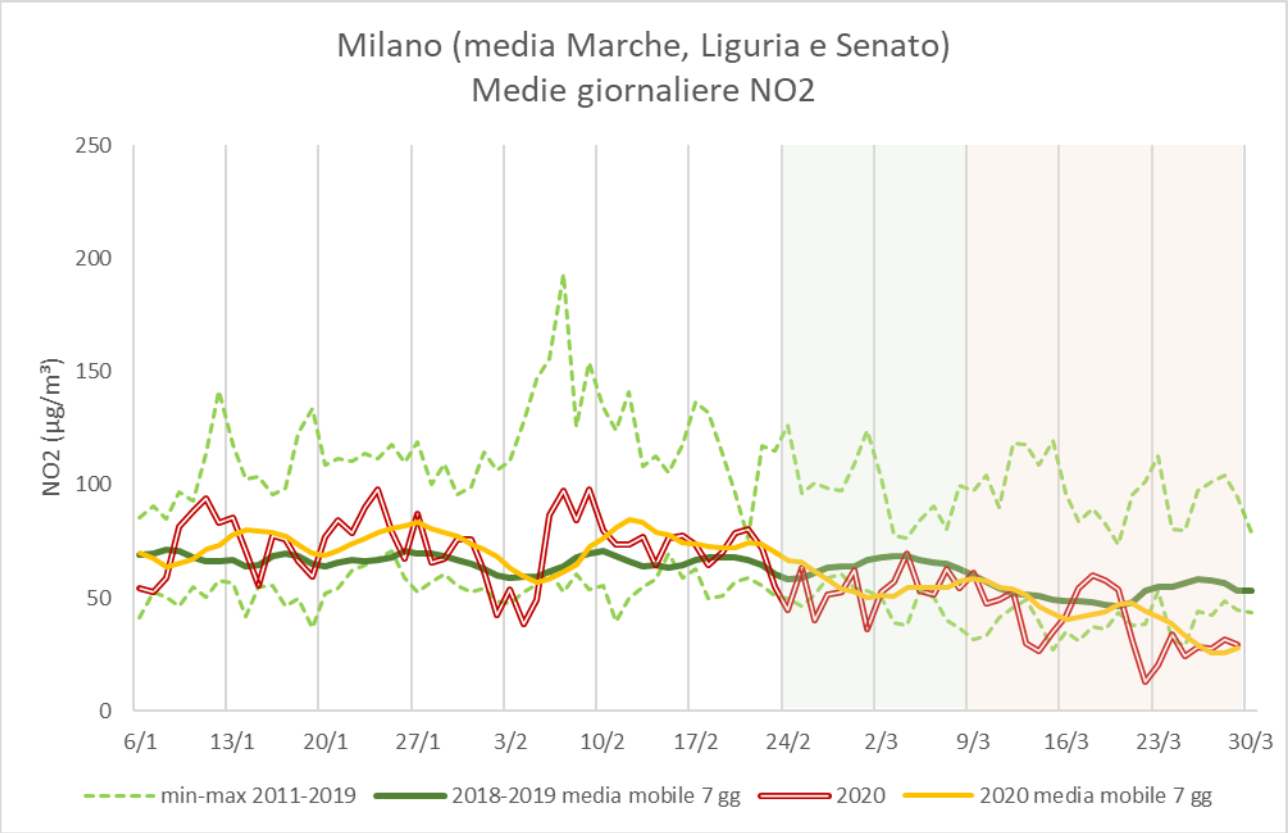


Figura 5.1.a Milano

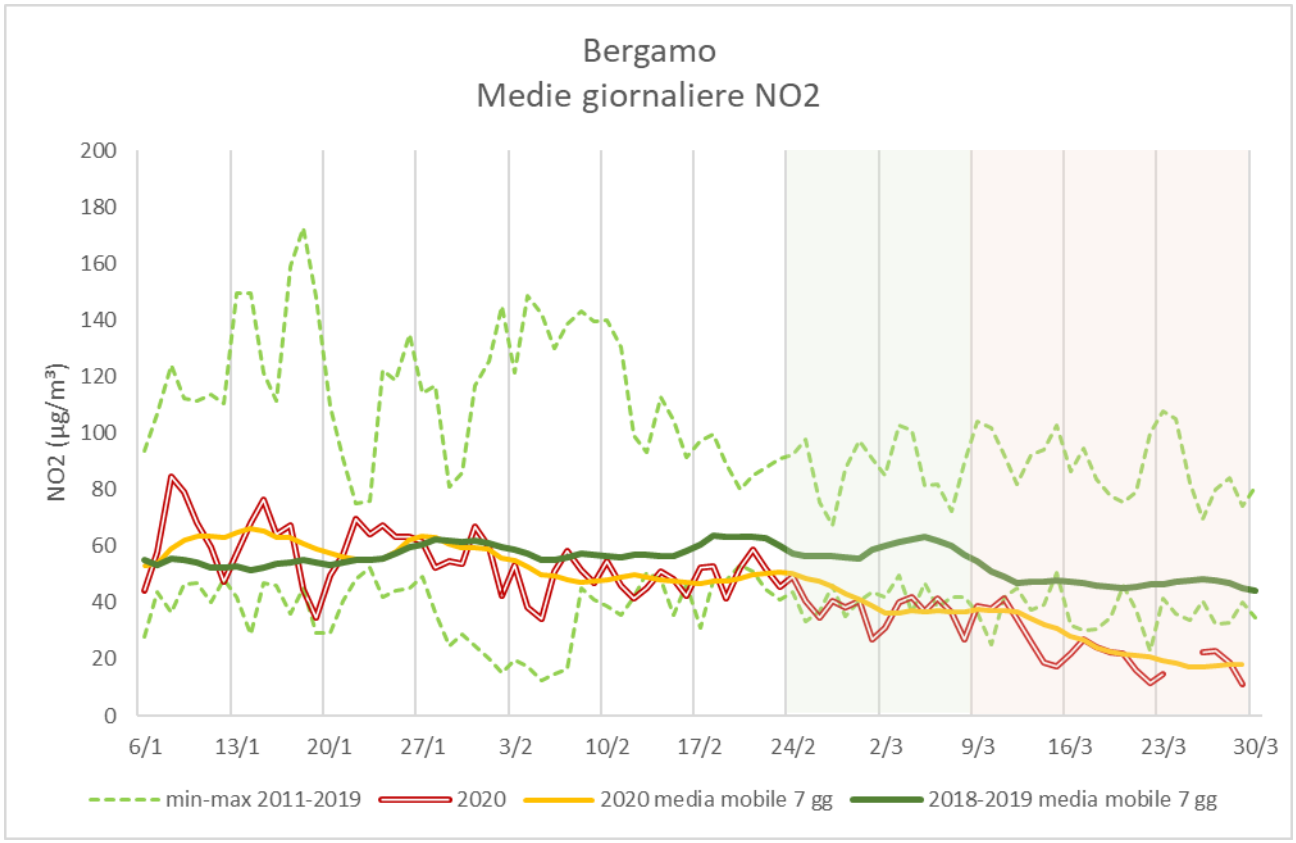


Figura 5.1.b Bergamo

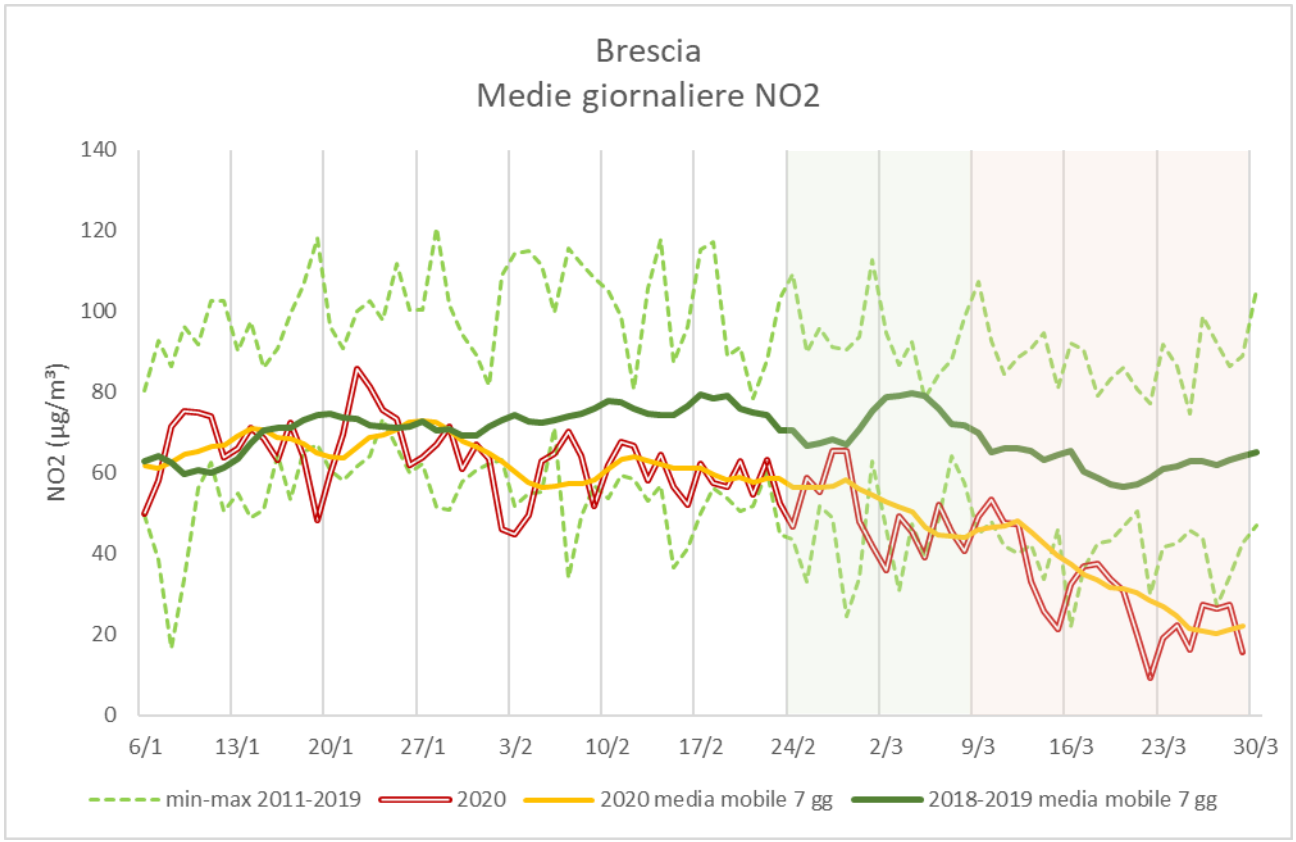


Figura 5.1.c Brescia

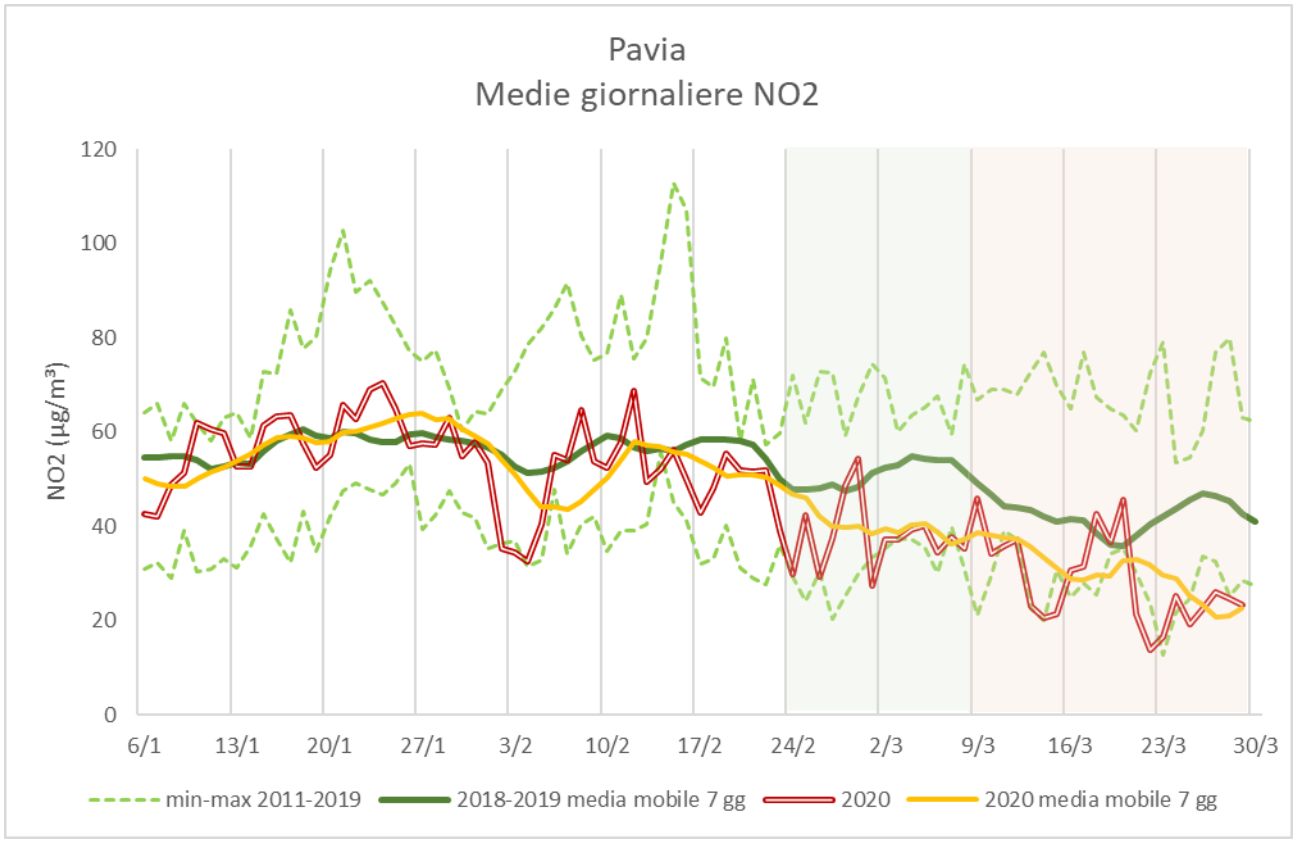


Figura 5.1.d Pavia

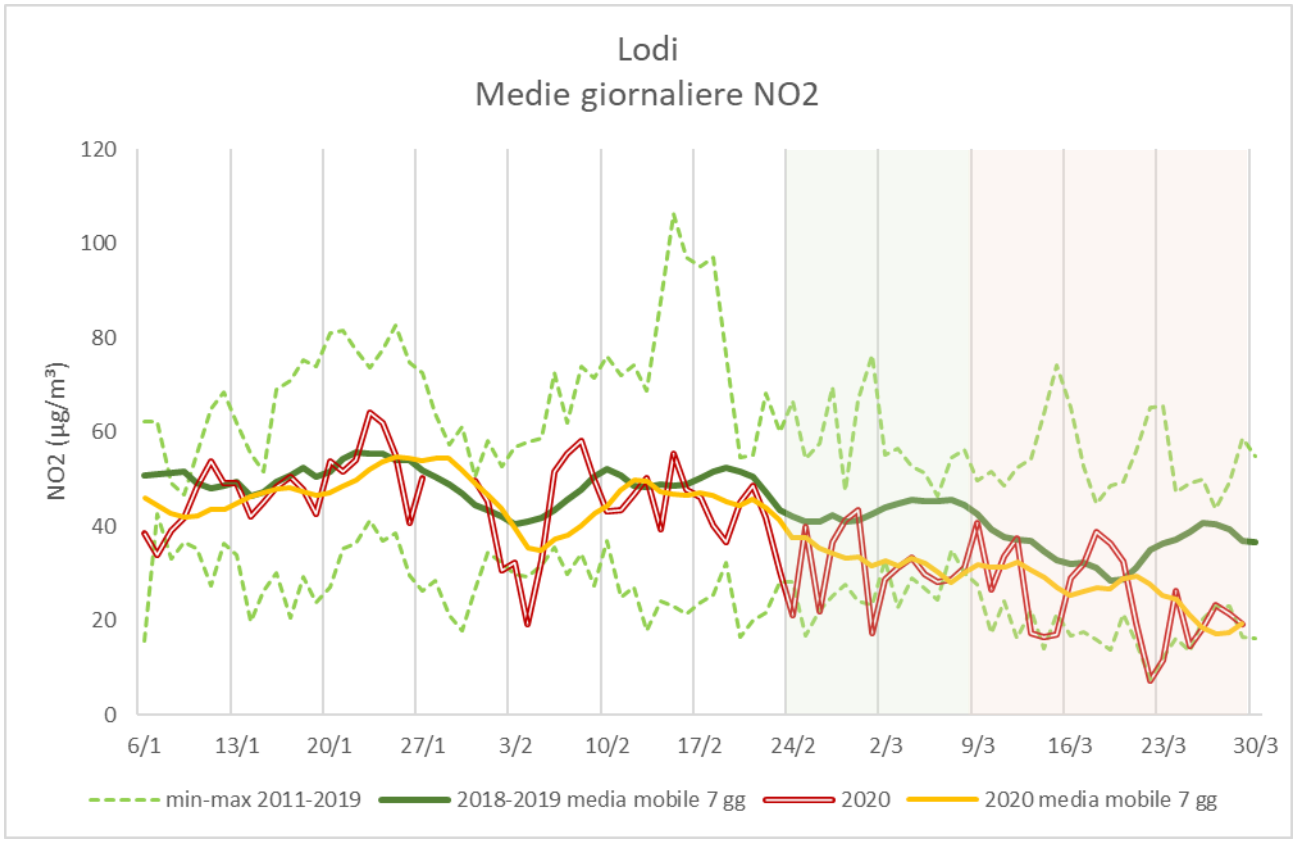


Figura 5.1.e Lodi

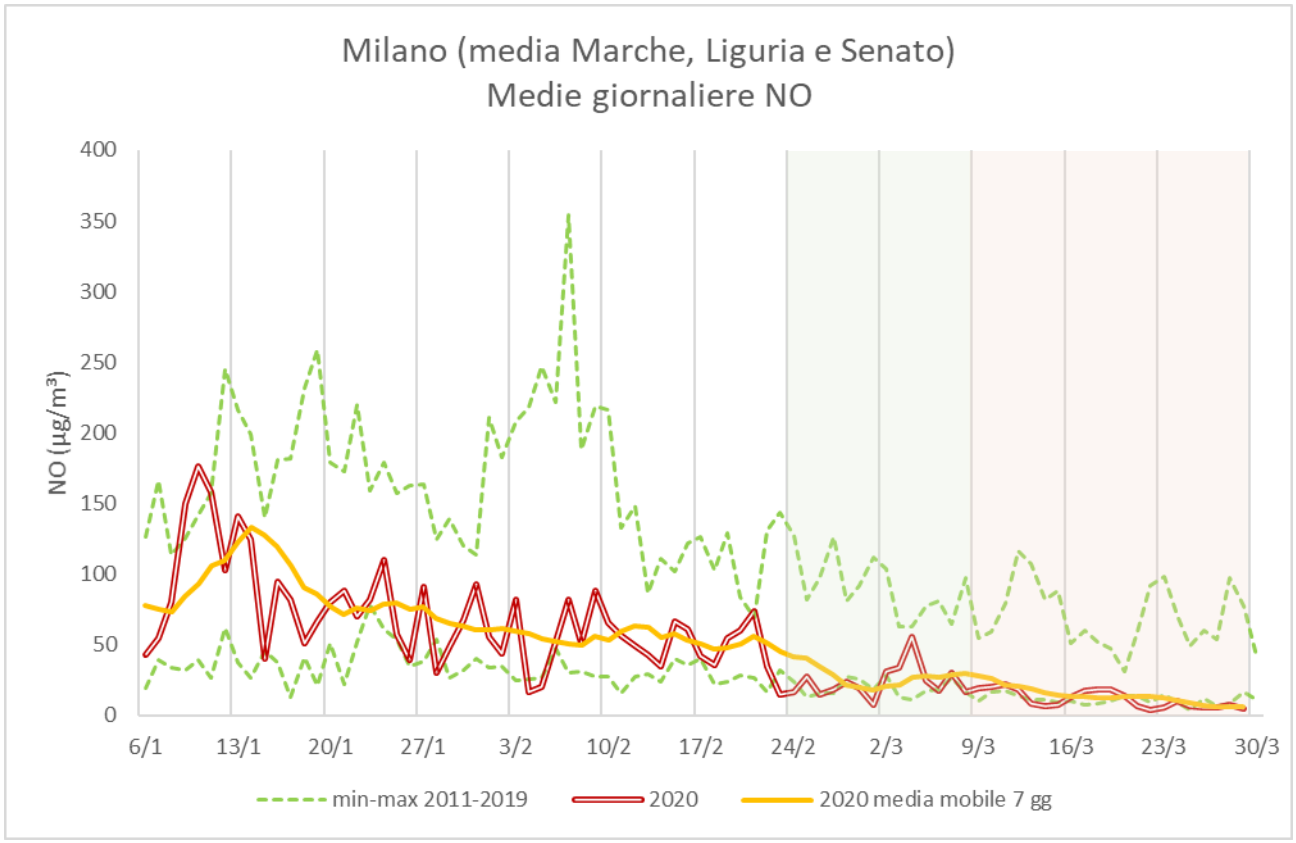


Figura 5.2.a Milano

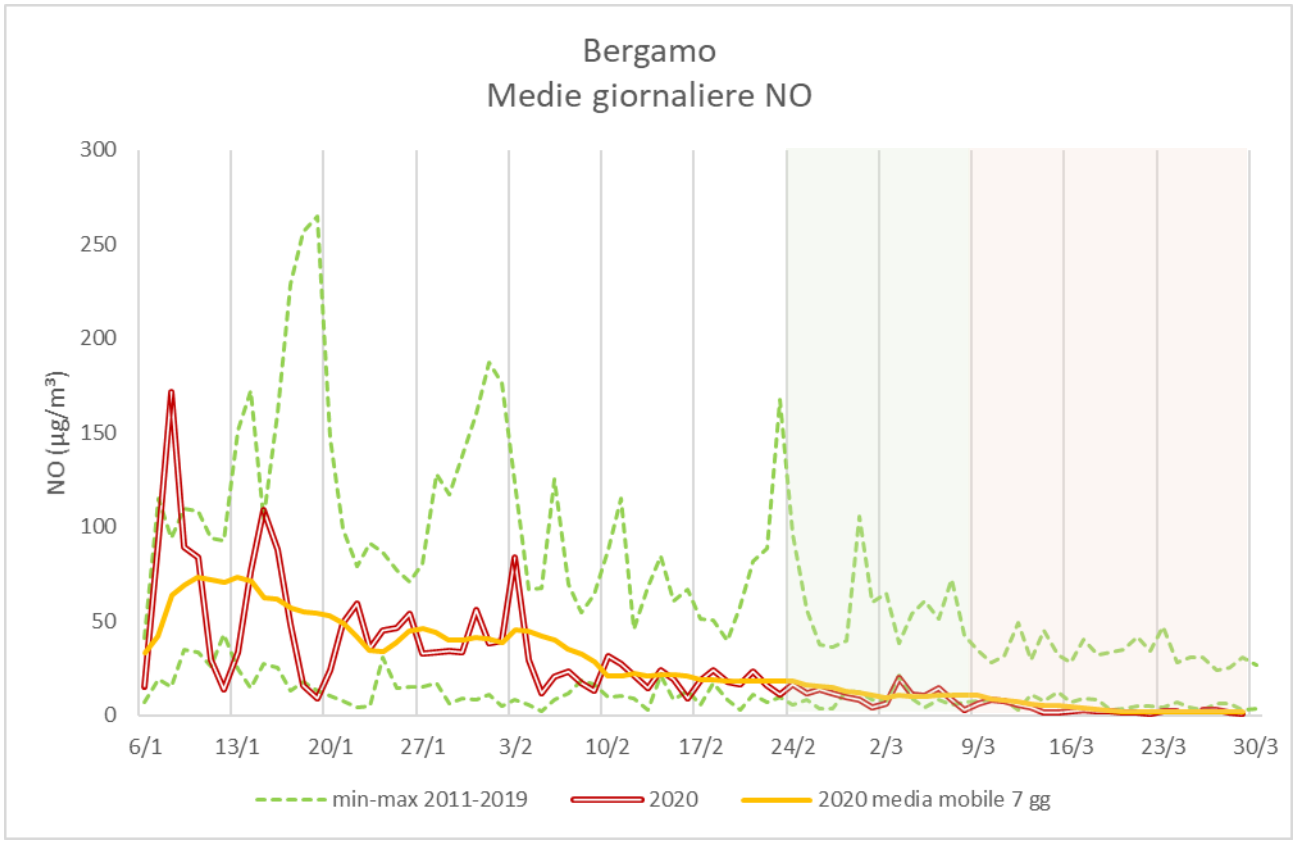


Figura 5.2.b Bergamo

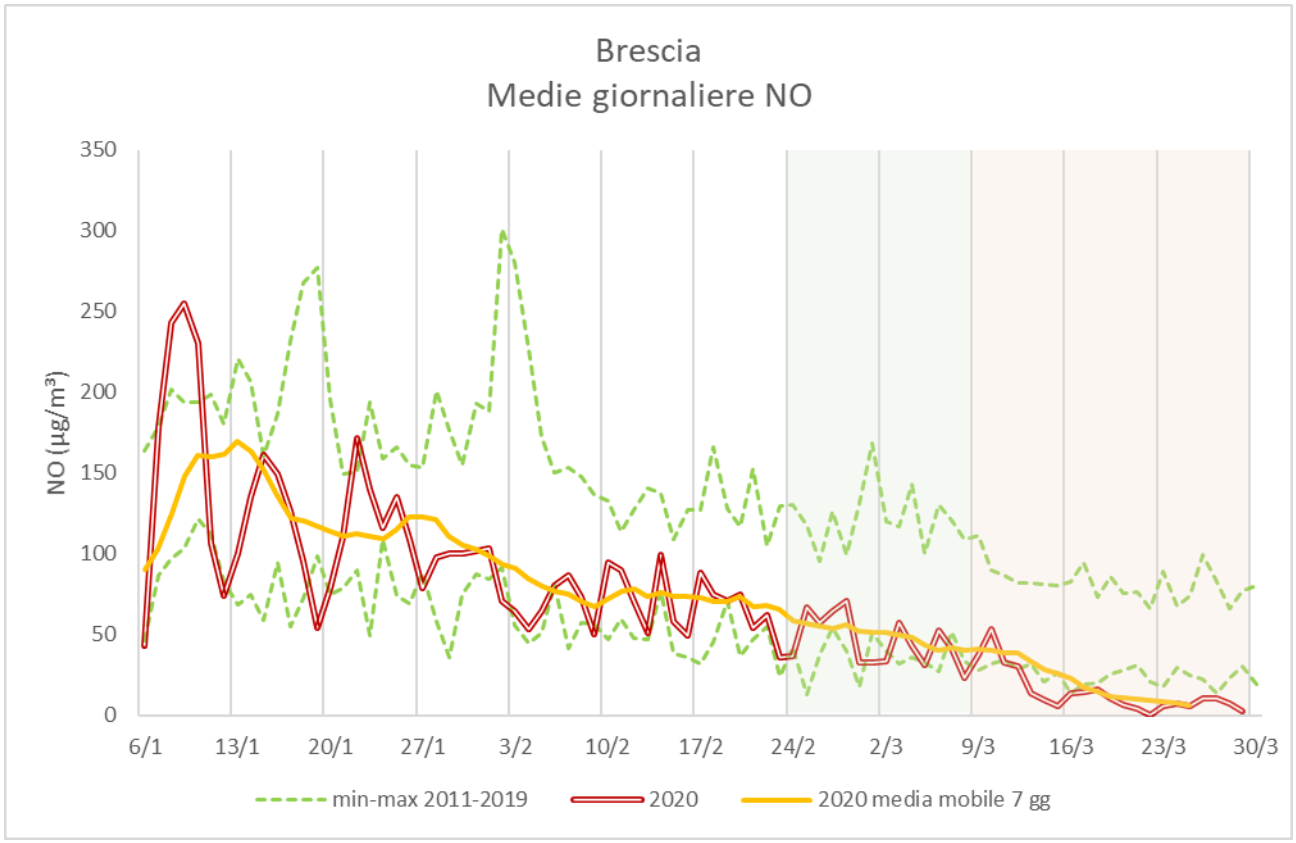


Figura 5.2.c Brescia

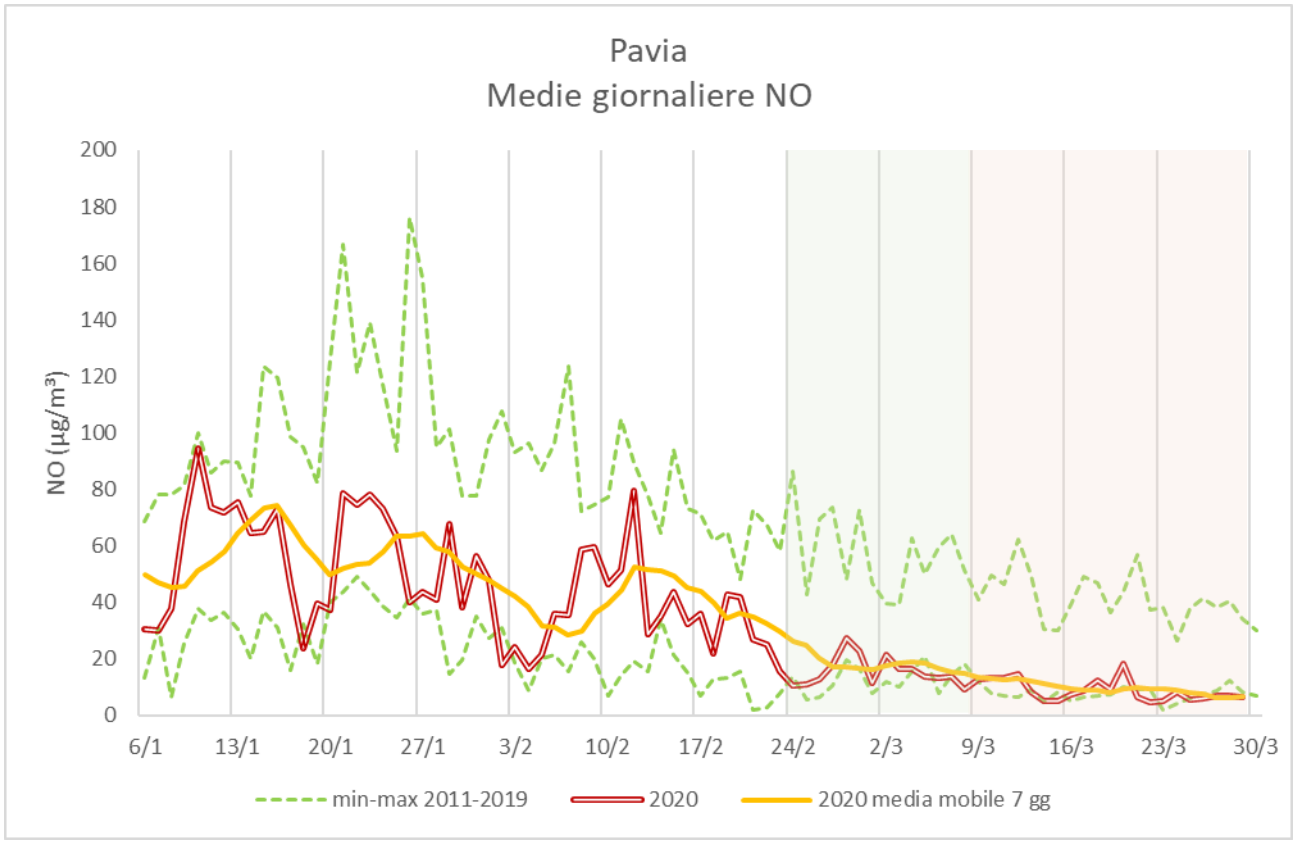


Figura 5.2.d Pavia

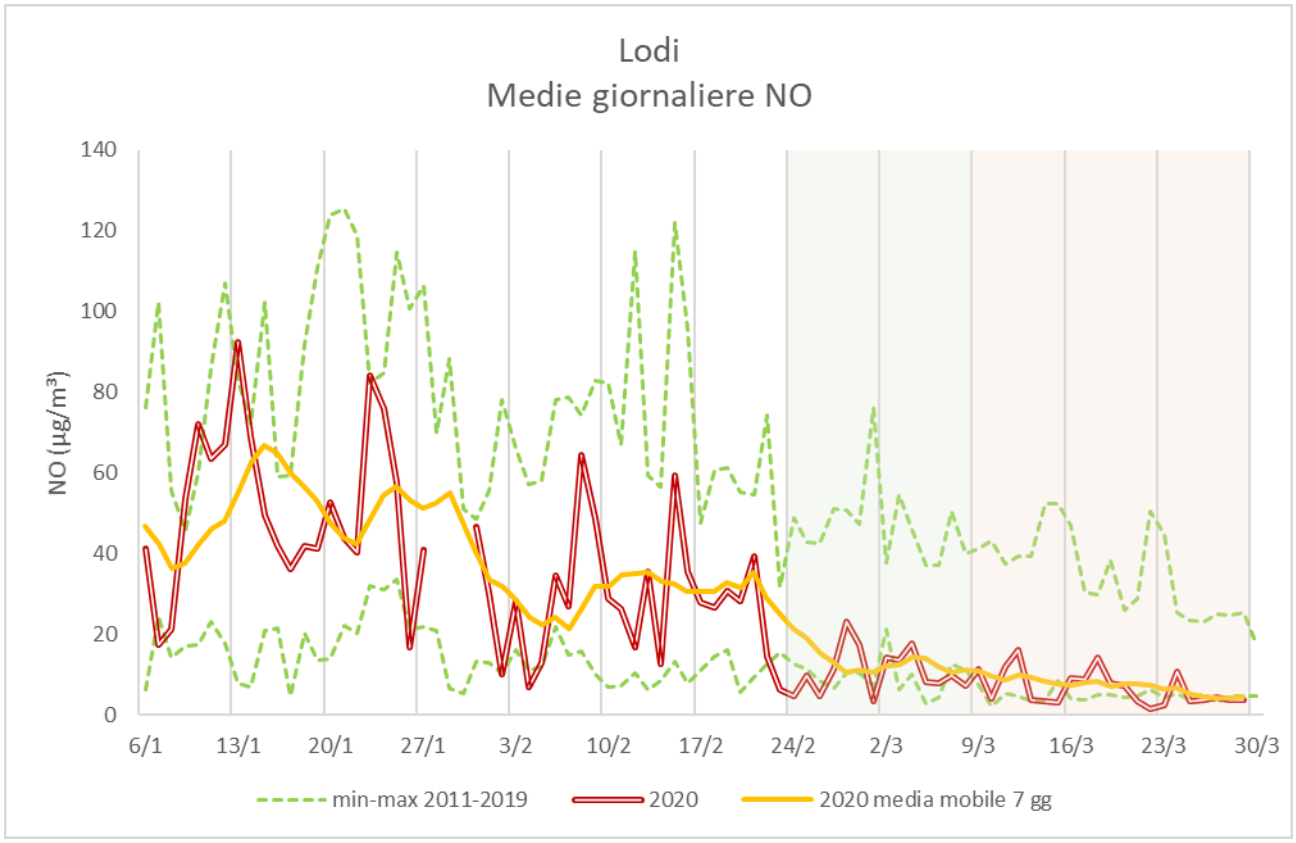


Figura 5.2.e Lodi

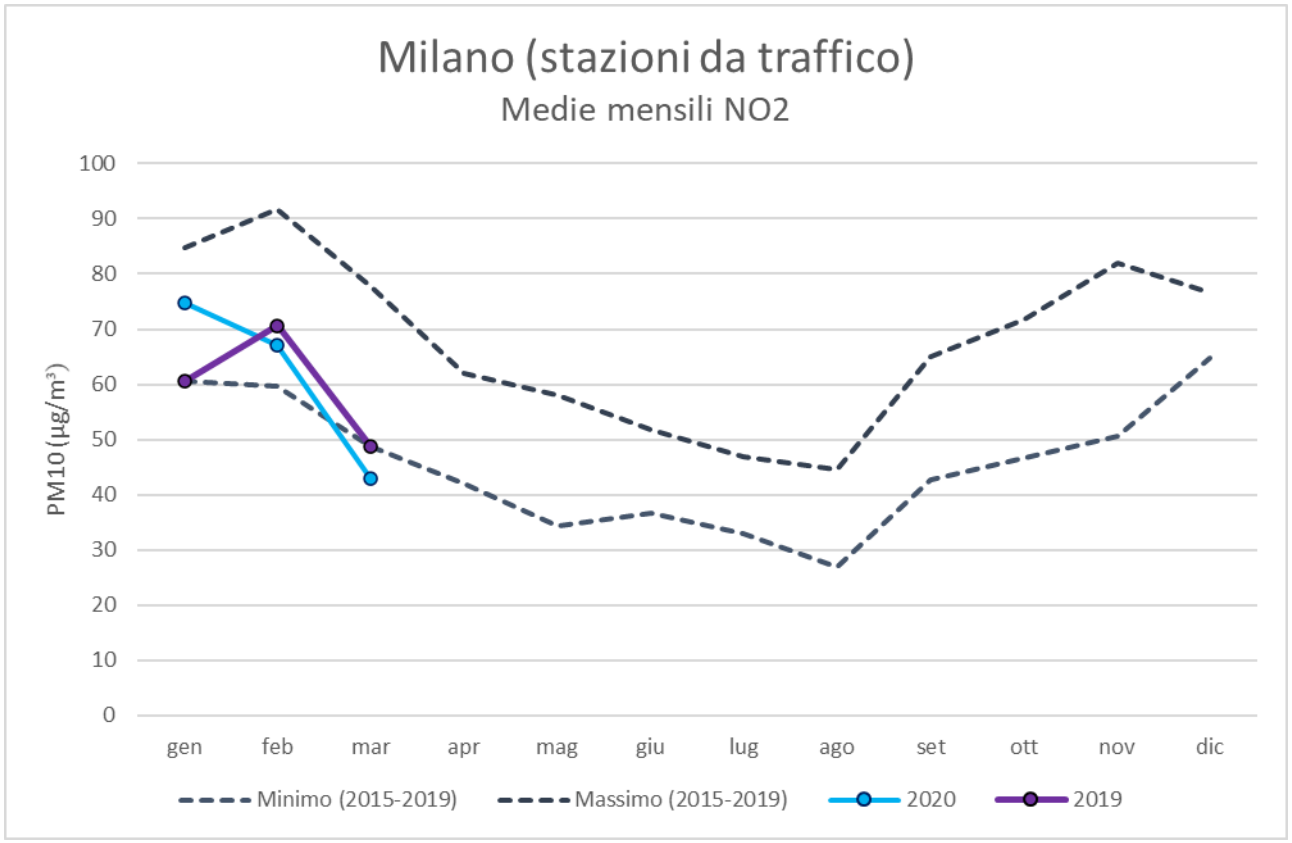


Figura 4.3

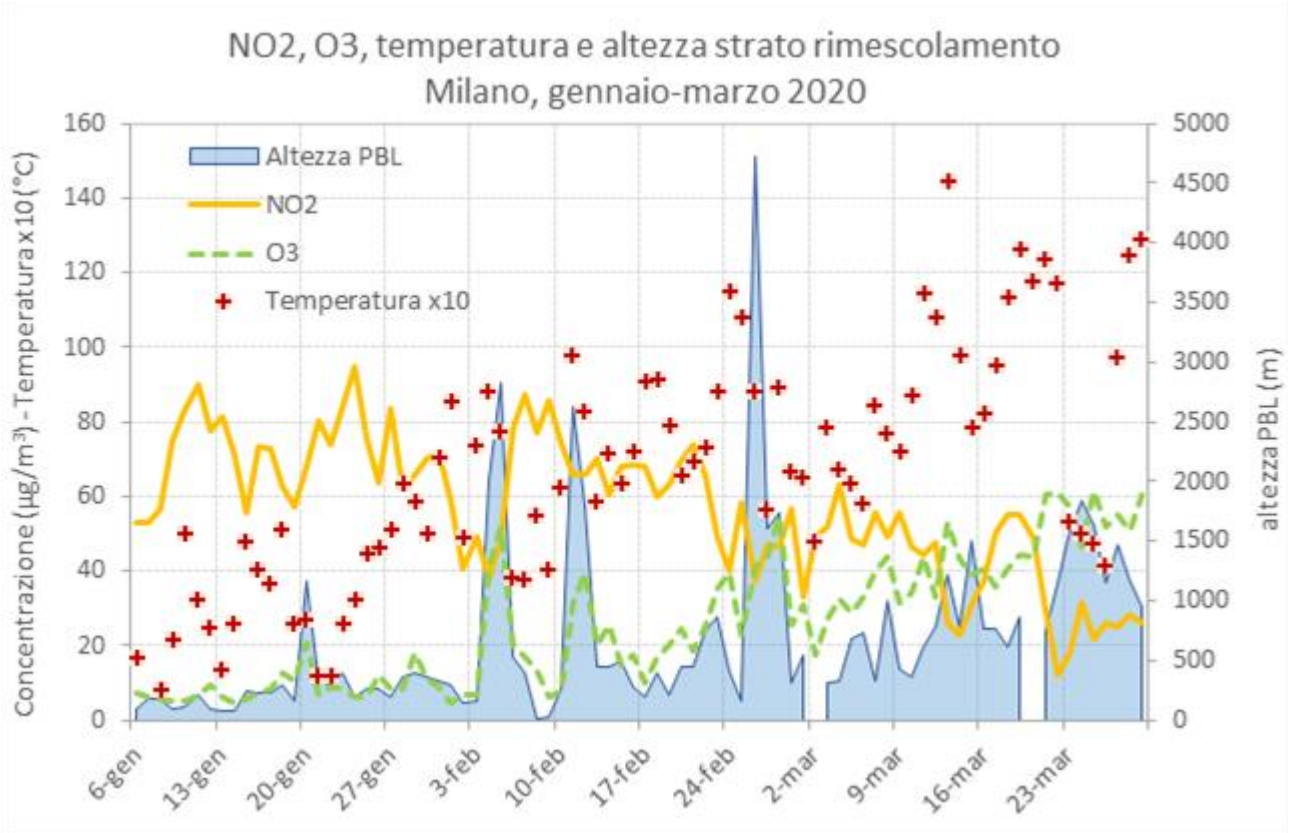


Figura 5.4 Ozono, NO2 temperatura e altezza strato rimescolamento a Milano

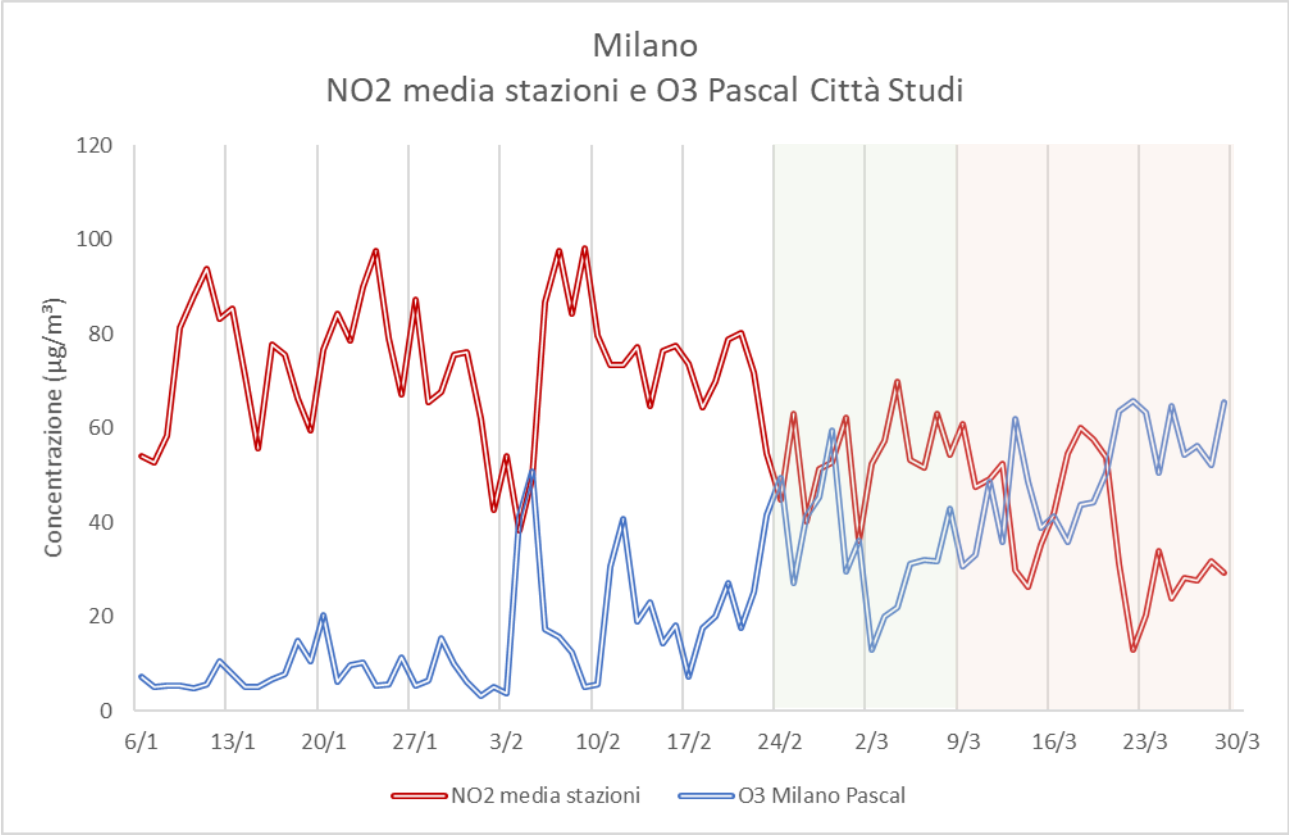


Figura 5.5a Milano

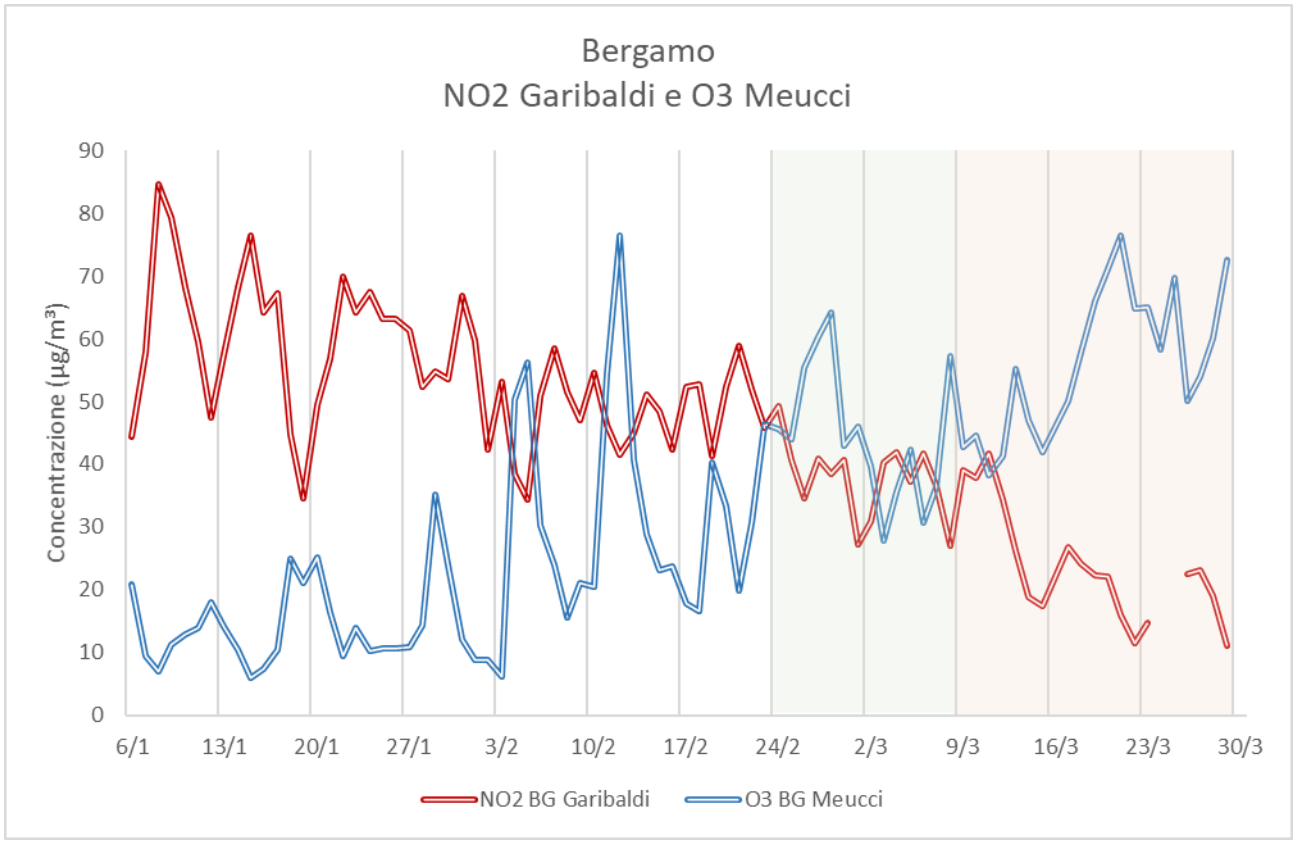


Figura 5.5b Bergamo

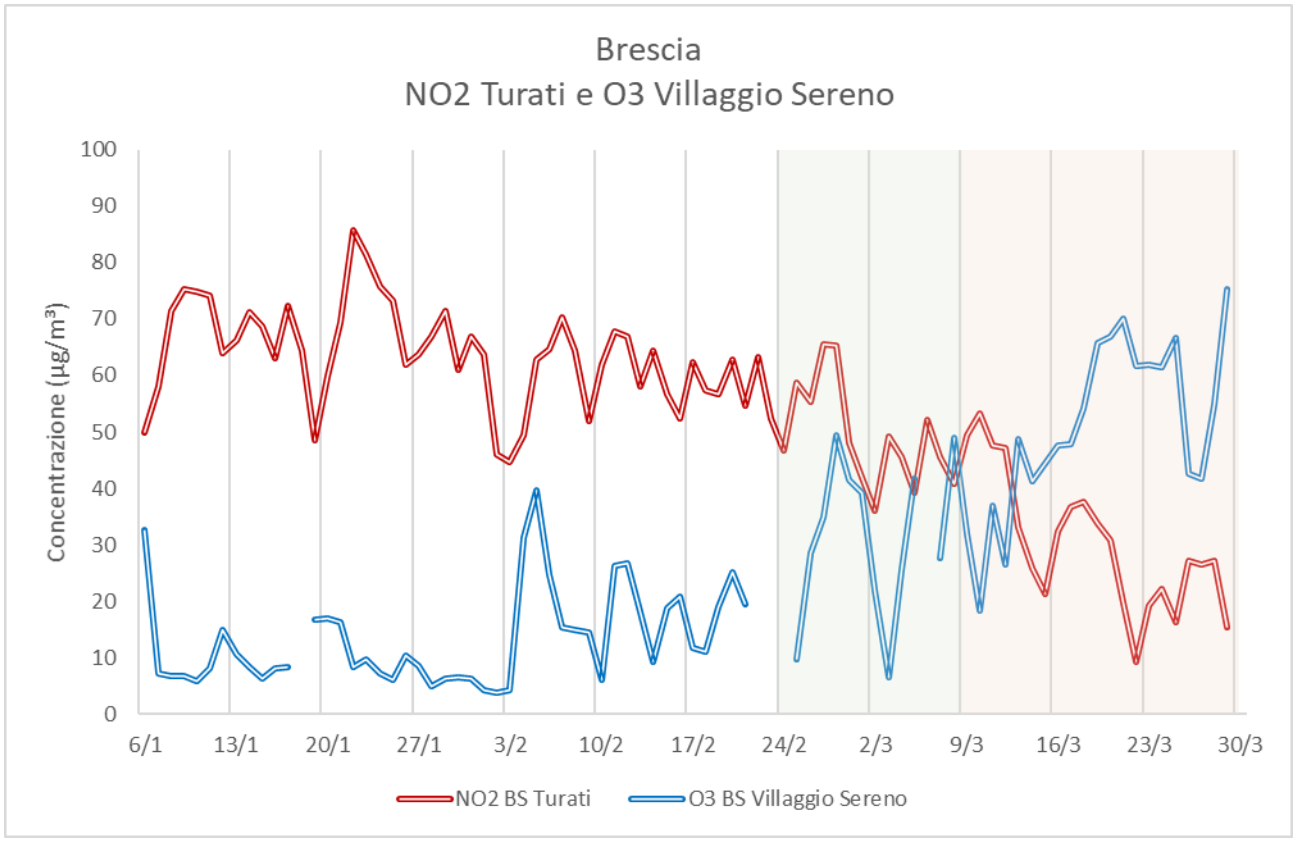


Figura 5.5c Brescia

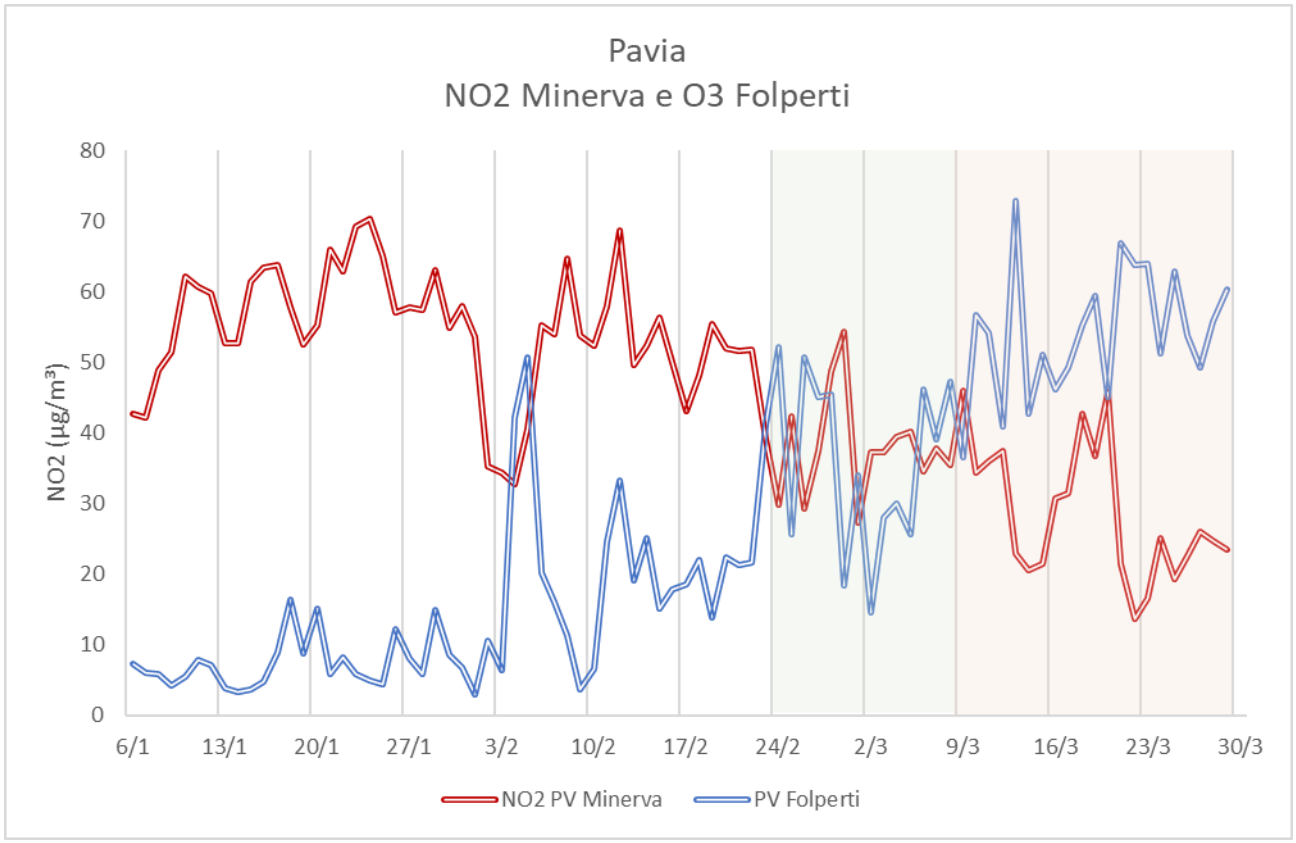


Figura 5.5d Pavia

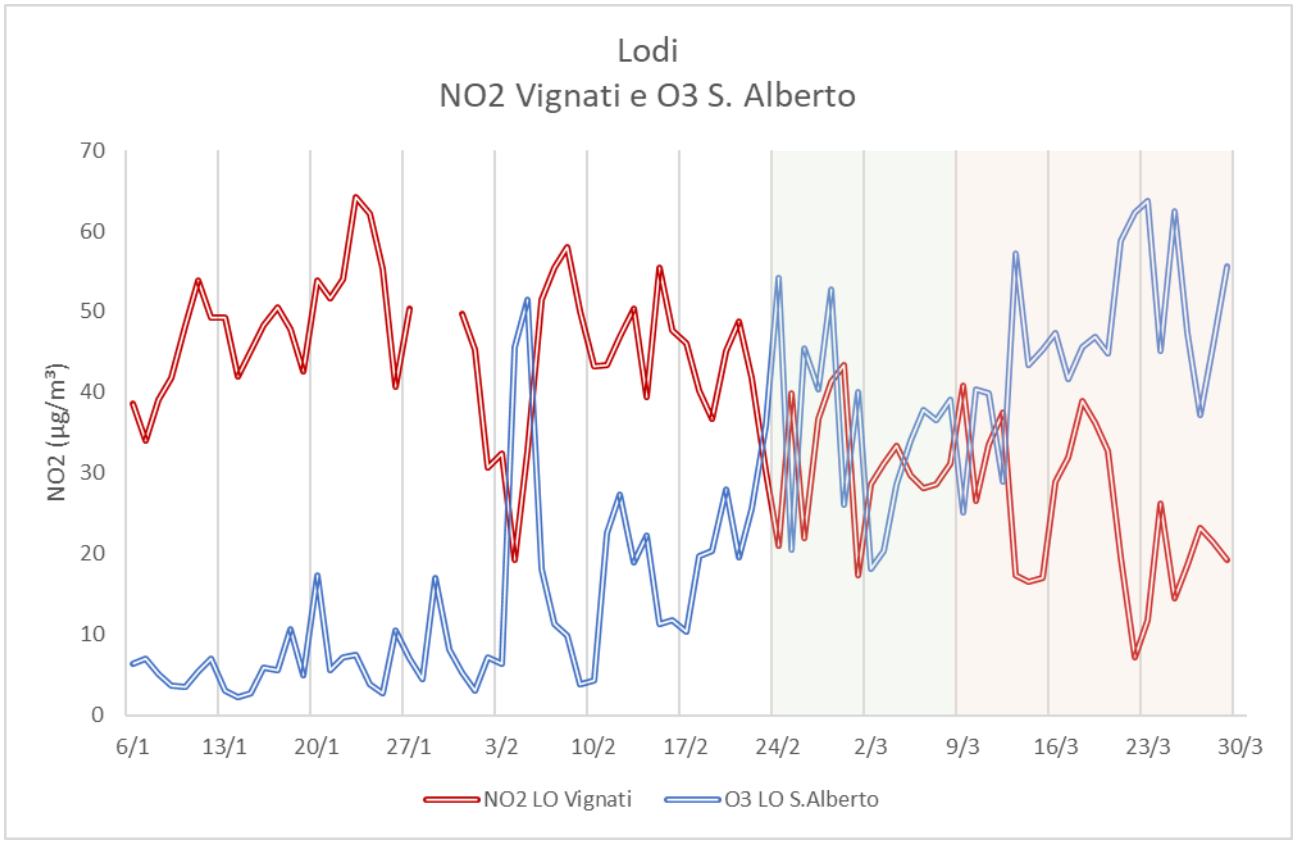


Figura 5.5e Lodi

L’andamento annuale mostra anche in questo caso in maniera evidente la stagionalità di questo inquinante che registra i valori più elevati nei mesi più freddi: questo è spiegato in ragione delle variazioni delle condizioni meteoclimatiche che sono molto più favorevoli all’accumulo degli inquinanti nel semestre invernale. Va poi tenuto presente, che con l’arrivo della stagione più calda e l’aumento dell’insolazione, l’equilibrio tra ossidi di azoto e ozono tende a spostarsi verso quest’ultimo inquinante, soprattutto se le emissioni locali di monossido di azoto, come in questo periodo emergenziale, sono meno rilevanti.

Fermo restando quanto sopra, va però rilevato che per il biossido di azoto e ancora più per il monossido di azoto (che è la sostanza più direttamente correlata alle emissioni primarie da traffico e che poi in atmosfera si ossida comunque a NO2), le concentrazioni rilevate durante il periodo emergenziale in analisi sono effettivamente molto ridotte, attorno ai valori minimi o anche, in alcune stazioni, inferiori ai valori più bassi registrati nel periodo di osservazione (si ricorda che la curva di minimo rappresentata in grafico è una curva “ideale” che non è rappresentativa di nessuno degli anni considerati, ma è costruita considerando per ogni giorno di calendario il valore minimo registrato nel corso del periodo di osservazione). In questo caso è quindi più evidente l’effetto della riduzione delle emissioni connessa alla riduzione dei flussi di traffico che in città è certamente la prima fonte di ossidi di azoto.

Una quantificazione specifica di tale contributo sarà però possibile anche in questo caso dopo la raccolta di tutti i dati necessari ed il confronto tra lo scenario effettivo, durante il provvedimento, e quello “di riferimento”, senza le limitazioni di questo periodo.

Nelle figure 6.1 vengono riportate le medie giornaliere di benzene, inquinante che ha come sorgenti antropogeniche principali il traffico veicolare e svariati processi di combustione industriale. Come per il monossido di azoto, anche per il benzene le concentrazioni nel periodo dell'emergenza COVID-19 corrispondono o sono inferiori al minimo registrato negli anni precedenti, a conferma che anche in questo caso le concentrazioni degli inquinanti primari, che si trovano in atmosfera soprattutto in prossimità delle fonti, diminuiscono più significativamente se le sorgenti si riducono rispetto a quanto non succede per inquinanti in parte secondari, come il PM10, che per di più sono connessi ad una pluralità di processi e di fonti.

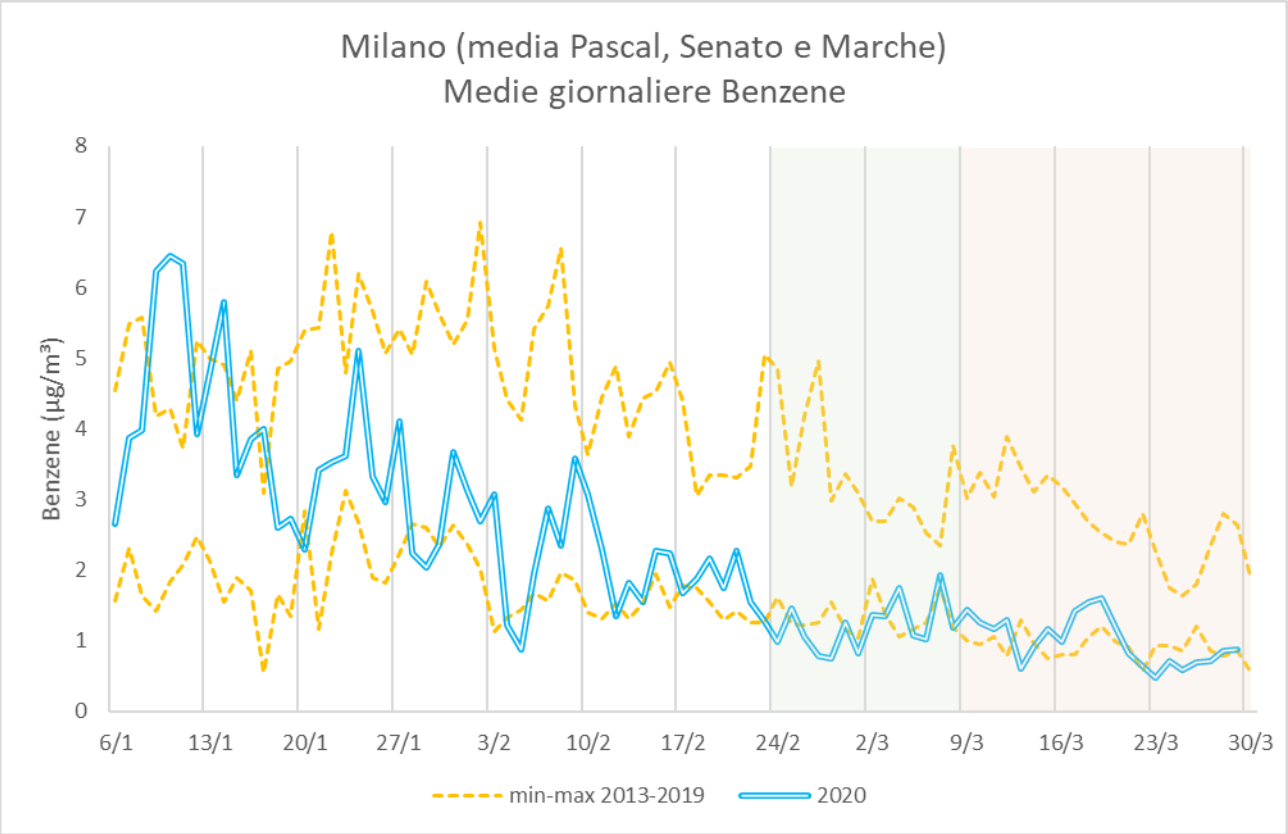


Figura 6.1a Milano

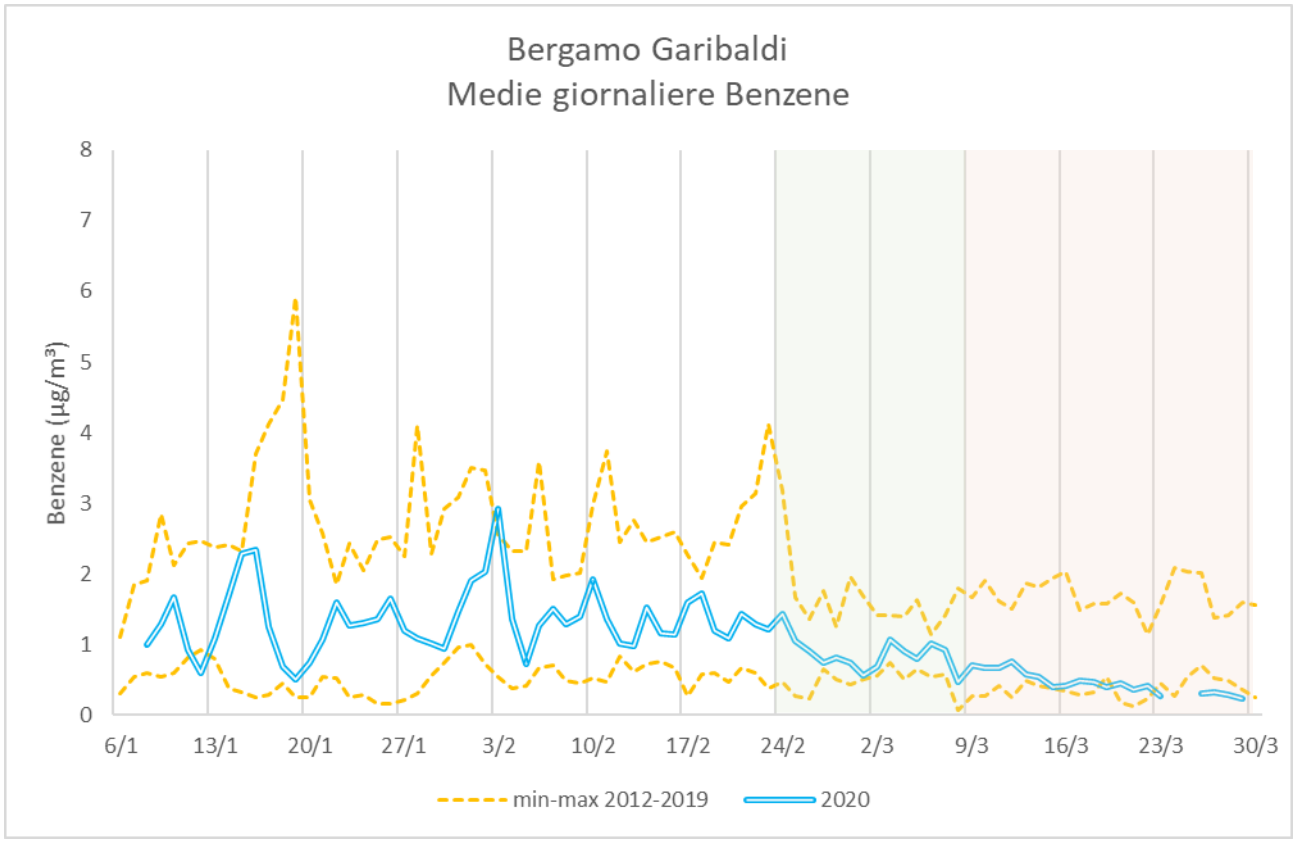


Figura 6.1b Bergamo

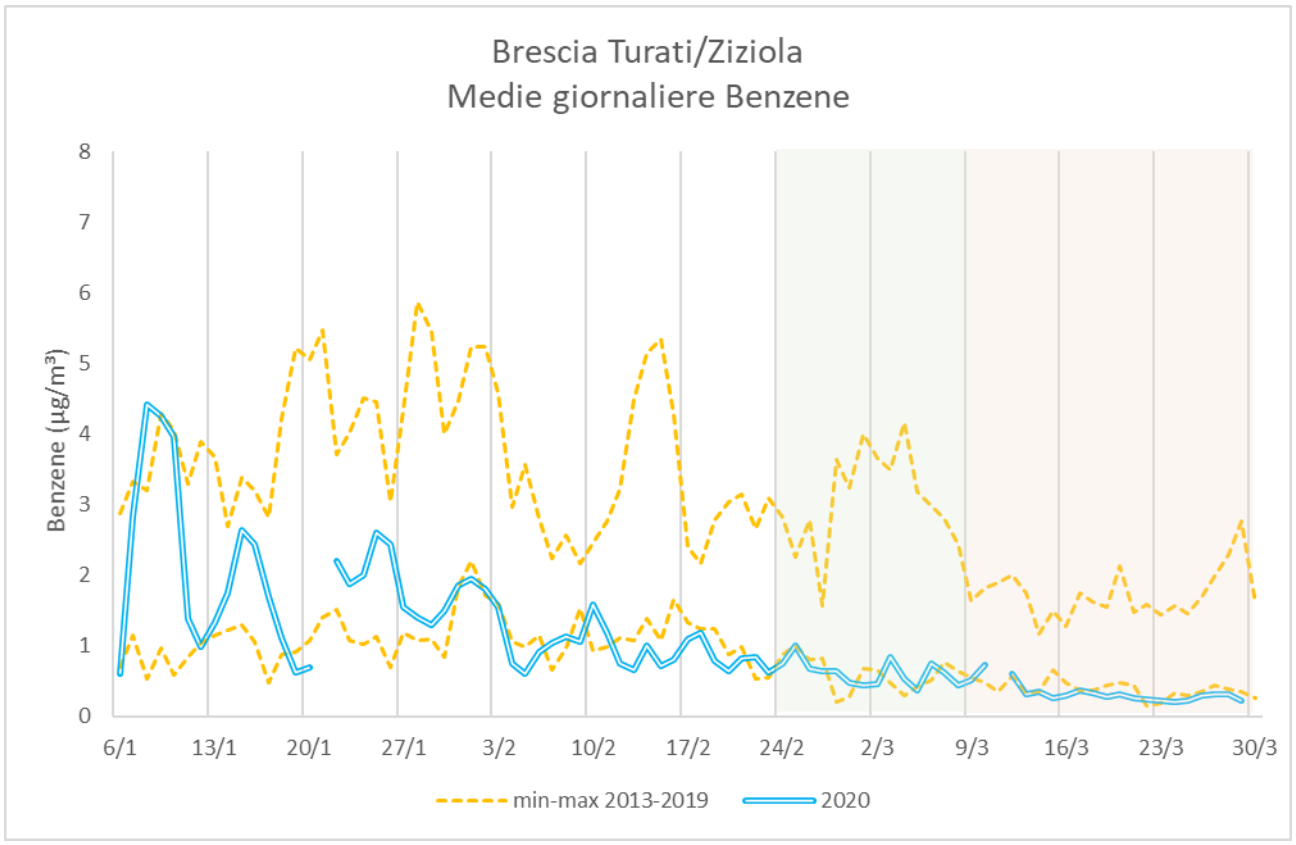


Figura 6.1c Brescia

CONCLUSIONI

L'analisi di dati di qualità dell'aria, con particolare riferimento agli inquinanti che presentano anche natura secondaria, non può prescindere dalle seguenti considerazioni generali:

- ogni variazione delle concentrazioni osservata in generale è dipendente dalla quantità di emissioni, dalle condizioni meteoclimatiche che determinano la diffusione, la diluizione, la dispersione, il trasporto e l'accumulo degli inquinanti, ma anche dai fenomeni chimico-fisici che avvengono in atmosfera e che determinano i meccanismi di formazione, trasformazione e persistenza delle sostanze presenti in aria;

- la percentuale di variazione delle concentrazioni di un inquinante è correlata a più fattori e il risultato cambia a seconda del termine di confronto scelto (il mese prima, lo stesso periodo dell'anno precedente, lo stesso periodo di anni precedenti). A seconda della scelta, si può arrivare a risultati differenti e a volte anche contrastanti. La stima dell'impatto di un singolo fattore può cambiare in relazione alle diverse situazioni: anche la stessa riduzione di emissioni può portare a una variazione percentuale di concentrazione degli inquinanti diversa a seconda delle condizioni meteorologiche presenti in quel periodo.

L'analisi dei dati di qualità dell'aria registrati dalla rete di rilevamento di ARPA Lombardia, unitamente ai principali dati meteorologici e ad una prima stima delle variazioni dei fattori di pressione per effetto delle misure messe in atto per ridurre la diffusione del COVID-19 ha confermato tali premesse. La variazione osservata delle concentrazioni degli inquinanti nel mese di marzo rispetto al mese di febbraio non può pertanto essere attribuita esclusivamente alla riduzione delle emissioni da traffico.

Il trend di generale riduzione delle concentrazioni degli inquinanti che si sta osservando in questo periodo deve essere attribuito, in proporzioni non quantificabili e comunque dipendenti dalle singole giornate e dal singolo inquinante, alla globalità dei seguenti 3 fattori: **riduzione delle emissioni** (in particolare dal settore trasporti), variazione delle **condizioni meteoclimatiche** (sempre meno favorevoli all'accumulo in questo periodo dell'anno) e condizioni ambientali che influiscono sulle **reazioni chimico-fisiche** in cui sono coinvolti gli inquinanti.

Fermo restando quanto sopra, **l'analisi dei dati di qualità dell'aria evidenzia che le misure messe in atto per fronteggiare l'emergenza hanno certamente determinato una riduzione delle emissioni derivanti in particolare dal traffico veicolare**, che sono più **evidenti analizzando le concentrazioni** degli inquinanti legati direttamente al traffico, ovvero **NO, benzene** e in parte **NO2**, attestandosi attorno ai valori minimi o inferiori ai valori più bassi registrati in ciascun giorno di calendario nel periodo di osservazione.

La riduzione rilevata per il particolato è influenzata nel bacino padano in modo significativo dalla presenza della componente secondaria. In determinate condizioni, come ad esempio quelle verificatesi tra il 18 e il 20 marzo, gli andamenti registrati sono comunque stati influenzati dalla persistenza di alcune fonti e dalle condizioni atmosferiche. L'osservazione che drastiche riduzioni di alcune sorgenti non sempre impediscano il superamento dei limiti, pur contribuendo a ridurne l'entità, mostra in modo chiaro la complessità dei fenomeni correlati alla formazione e all'accumulo di particolato atmosferico e la conseguente difficoltà di ridurre in modo drastico i valori presenti in atmosfera in situazioni ordinarie.

Una valutazione più completa sarà possibile però solo al termine di questo periodo, quando sarà disponibile una maggior mole di dati relativi alla variazione di tutte le sorgenti di emissione nonché sarà stato possibile completare le analisi di laboratorio sui campioni di particolato raccolti e approfondire l'analisi con appositi studi di scenario.