



LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution  
of the LIFE Programme  
of the European Union



# **REPORT COVID-19**

## **STUDIO PRELIMINARE DEGLI EFFETTI DELLE MISURE COVID-19 SULLE EMISSIONI IN ATMOSFERA E SULLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO**

GIUGNO 2020



LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution  
of the LIFE Programme  
of the European Union



Autori e coordinatori:

**Regione Emilia-Romagna**

Marco Deserti, Katia Raffaelli, Lucia Ramponi, Carmen Carbonara

**ARPA Emilia-Romagna**

Chiara Agostini, Roberta Amorati, Barbara Arvani, Giulia Giovannini, Simona Maccaferri, Vanes Poluzzi,  
Michele Stortini, Arianna Trentini, Simonetta Tugnoli, Matteo Vasconi

Con il contributo dei seguenti autori:

**ARPA Valle d'Aosta**

Giordano Pession, Claudia Tarricone, Ivan Tombolato

**ARPA Friuli Venezia-Giulia**

Giovanni Bonafè, Francesco Montanari, Alessia Movia, Alessandra Petrini

**ARPA Trento**

Selene Cattani, Gabriele Tonidandel

**ARPA Veneto**

Ketty Lorenzet, Silvia Pillon, Laura Susanetti

**ARPA Piemonte**

Stefano Bande, Francesca Bissardella, Monica Clemente

**ARPA Lombardia**

Elisabetta Angelino, Giuseppe Fossati, Guido Lanzani, Alessandro Marongiu, Alessandra Pantaleo

**Regione Emilia-Romagna**

Matteo Balboni

Si ringraziano i componenti dello Steering Committee di progetto, i coordinatori dei *pillar* Agricoltura, Biomasse, Energia, Trasporti, Comunicazione ed i membri dei gruppi di lavoro tematici per il contributo fornito e le revisioni al documento.

Si ringraziano inoltre i tecnici e gli operatori della rete di monitoraggio della qualità dell'aria delle Agenzie per l'Ambiente del bacino padano che hanno fornito i dati.

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	7
1.1 Il progetto LIFE-IP PREPAIR.....	7
1.2 Gli obiettivi dello studio.....	7
1.3 Fonti dei dati e delle informazioni del progetto PREPAIR.....	7
1.4 Le misure di contenimento adottate: il COVID Lockdown.....	10
2. ANALISI METEOROLOGICA.....	10
3. ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA.....	13
3.1 Boxplot.....	14
3.2 Andamento temporale.....	15
3.3 Analisi delle variazioni.....	18
3.4 Giorno tipo.....	18
3.5 Episodi di superamento del valore limite giornaliero di PM10.....	20
4. ANALISI DELLE EMISSIONI.....	21
5. I DETERMINANTI.....	24
5.1 Flussi di traffico.....	24
5.2 Consumi di energia per domestico, terziario, industria.....	26
5.3 Traffico aereo.....	27
6. STIMA DELL' IMPATTO DELLE MISURE DI CONTENIMENTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	28
7. DISCUSSIONE.....	29
8. CONCLUSIONI.....	31
9. Riferimenti.....	34
10. Appendici.....	35
10.1 Metodologia per la stima dell'impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria.....	36
10.2 Distribuzione di frequenza del PM10.....	40
10.3 Cronosintesi delle misure di <i>lockdown</i> .....	41



# 1. PREMESSA

## 1.1 Il progetto LIFE-IP PREPAIR

Il progetto LIFE-IP PREPAIR è stato avviato nel 2017 con l'obiettivo di realizzare strumenti e azioni per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino del Po. Nell'ambito delle azioni preparatorie del progetto è stato costruito un dataset di emissioni per l'anno di riferimento 2013 mediante raccolta, elaborazione ed operazioni di raccordo delle stime disponibili dagli inventari esistenti e dei dati forniti dalla Slovenia e gli scenari emissivi realizzati sulla base della legislazione corrente per l'anno 2025 ([http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset\\_final-report.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf)). Sono stati inoltre costruiti gli scenari emissivi che tenessero conto dell'insieme di misure attuate dalle Regioni attraverso i propri Piani di qualità dell'aria, cui si aggiungono ulteriori misure previste dagli Accordi di Bacino (sottoscritti nel 2013 e nel 2017) e dallo stesso progetto PREPAIR. L'impatto di tali scenari emissivi sulla qualità dell'aria è stato valutato con strumenti modellistici (ref. [3] Report A3 <http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/preliminary-assessment-of-the-air-quality-plans.pdf>).

## 1.2 Gli obiettivi dello studio

Nei primi mesi del 2020, la crisi sanitaria causata dalla pandemia COVID-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Si sono quindi verificate le condizioni per testare sul campo alcune azioni di contrasto all'inquinamento atmosferico in una delle aree più complesse d'Europa, che è, purtroppo, anche tra le aree più drammaticamente colpite dall'emergenza sanitaria.

Per queste ragioni, lo Steering Committee del progetto PREPAIR, costituito dalle Regioni e Province autonome del Bacino Padano, dalle Città di Bologna, Milano e Torino, dalle Agenzie ambientali del Bacino Padano e della Slovenia, da ART-ER e FLA, ha deciso di anticipare l'attività D1 che prevede la realizzazione di rapporti periodici sulla qualità dell'aria nel bacino padano, realizzando un approfondimento *ad hoc* per valutare l'effetto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria.

Si è stabilito di condurre l'analisi in tre fasi successive:

1. Prime valutazioni con dati riferiti al periodo febbraio-marzo 2020;
2. Estensione dell'analisi al periodo successivo ed affinamento delle valutazioni;
3. Simulazione di scenario con emissioni *lockdown*.

Questo rapporto costituisce il primo prodotto dell'approfondimento descritto (prima fase) e vuole fornire alcune valutazioni iniziali sugli effetti delle misure di contenimento adottate in Italia e nel Bacino Padano nei primi mesi dell'anno 2020, al fine di analizzare le strategie di contrasto all'inquinamento atmosferico e comprendere meglio le dinamiche e complessità del fenomeno.

Le informazioni e i dati raccolti potranno costituire un'importante e solida base non solo a supporto delle politiche di miglioramento della qualità dell'aria ma anche di eventuali studi di tipo epidemiologico volti a individuare i possibili legami tra la diffusione del COVID-19 e l'inquinamento atmosferico.

## 1.3 Fonti dei dati e delle informazioni del progetto PREPAIR

Nell'ambito del progetto PREPAIR vengono condivisi quotidianamente i dati delle stazioni di monitoraggio gestite dai partner, la Figura 1.1 mostra la localizzazione delle 266 stazioni presenti sulla piattaforma di condivisione dati del progetto (Rif.to Azione C1).



L'attività messa a punto specificatamente nell'ambito della azione A1 del progetto PREPAIR ha consentito di disporre di un quadro d'insieme sulle emissioni a partire dalle stime messe in comune. La Figura 1.2 mostra le emissioni di ossidi di azoto (NOx), PM10 ed ammoniaca (NH3).

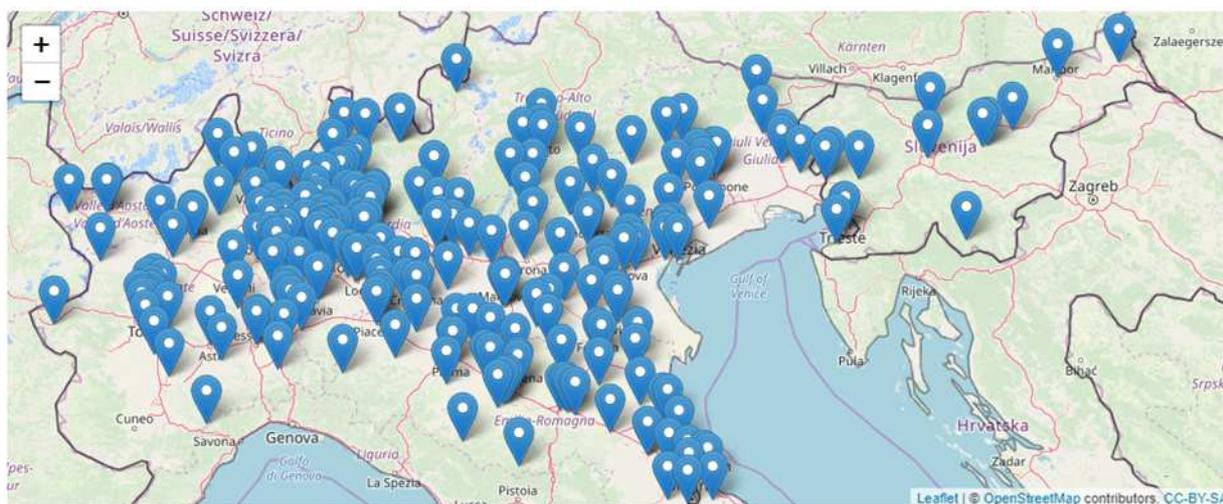


Figura 1.1 – Stazioni di rilevamento della qualità dell'aria del progetto PREPAIR (fonte piattaforma di condivisione dei dati azione C1)

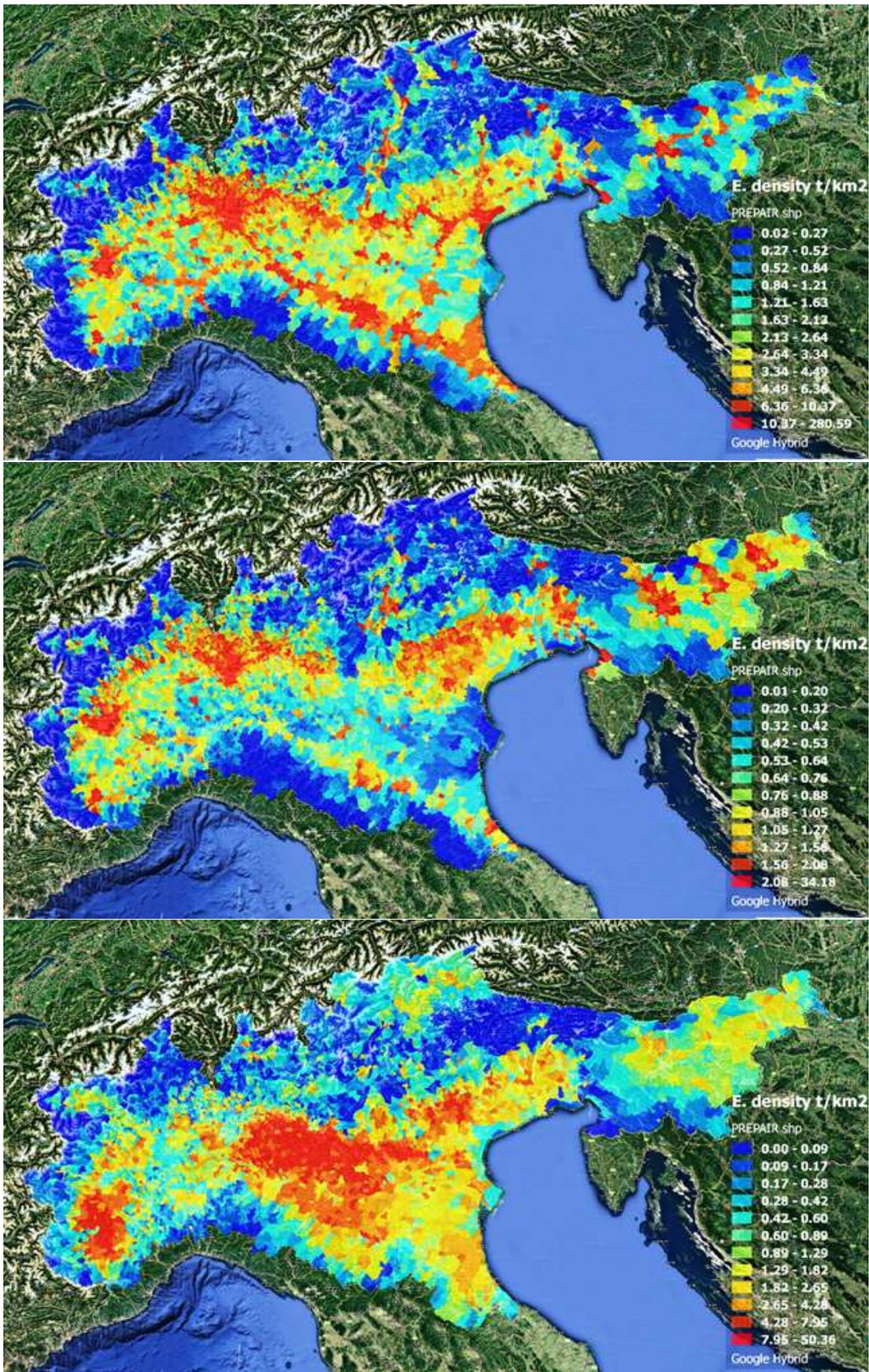


Figura 1.2 – Densità di emissione di NOx (in alto), PM10 (al centro), NH3 (in basso) nel dominio PREPAIR (Fonte: Azione A1, [http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset\\_final-report.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf))



## 1.4 Le misure di contenimento adottate: il COVID Lockdown

In Italia le prime misure per il contenimento dell'emergenza sanitaria sono state adottate con il DPCM 23 febbraio 2020 per alcuni Comuni delle Regioni Lombardia e Veneto. Il 25 febbraio il Presidente del Consiglio ha adottato un proprio decreto che ha introdotto misure in materia di svolgimento delle manifestazioni sportive, di organizzazione delle attività scolastiche e della formazione superiore, di prevenzione sanitaria presso gli Istituti penitenziari, di regolazione delle modalità di accesso agli esami di guida, di organizzazione delle attività culturali e per il turismo. Il 1 marzo un nuovo DPCM ha recepito e prorogato alcune delle misure già adottate e ne ha introdotte ulteriori, valide su tutto il territorio nazionale.

Il 4 marzo è stato adottato un DPCM recante ulteriori misure, che prevede in particolare la sospensione in tutta Italia delle attività didattiche negli istituti scolastici e nelle università. Il 6 marzo 2020 Il Consiglio dei Ministri ha approvato il decreto legge n.35, che introduce misure straordinarie ed urgenti. L'8 marzo 2020 è stato adottato un DPCM che prevede ulteriori nuove misure su tutto il territorio nazionale nonché misure rafforzate e omogenee in un'area a, comprendente il territorio della Regione Lombardia e di altre 14 Province (cinque dell'Emilia-Romagna, cinque del Piemonte, tre del Veneto e una delle Marche). Il DPCM 9 marzo 2020 estende le misure del DPCM 8 marzo 2020 a tutto il territorio nazionale. È inoltre vietata ogni forma di assembramento di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico ed eventi e manifestazioni sportive. Tali disposizioni producono effetto dalla data del 10 marzo 2020 e sono efficaci fino al 3 aprile 2020.

Infine, l'11 marzo, è stato adottato il nuovo DPCM recante ulteriori misure in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19 sull'intero territorio nazionale che prevede 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.

Il DPCM 10 aprile 2020 estende le misure di contenimento dell'epidemia di coronavirus fino al 3 maggio 2020 e a partire dal 14 aprile permette l'apertura delle cartolerie, delle librerie e dei negozi di vestiti per bambini e neonati e vengono inserite tra le attività produttive consentite la silvicoltura e l'industria del legno. (Fonte <http://www.governo.it/it/approfondimento/coronavirus/13968>).

L'analisi oggetto del presente studio è stata condotta avendo come riferimento il calendario delle principali misure di *lockdown* adottate e sopra richiamate, a livello nazionale e sui territori delle regioni e province autonome del Bacino del Po, articolate per singole settimane. In Appendice 3 è riportata la cronosintesi dei principali provvedimenti adottati durante l'emergenza sanitaria, le misure di contenimento e l'area di applicazione delle stesse.

## 2. ANALISI METEOROLOGICA

**L'analisi meteorologica** è stata condotta su tre indicatori: di stagnazione, di ricircolo e di ventilazione. Tali indicatori sono calcolati a partire dalle analisi orarie del modello meteorologico COSMO-5M [Ref. 4] per le città di Torino, Milano, Bologna, Padova e Trieste, per ogni giorno dal 20 gennaio al 31 marzo 2020. Essi forniscono una stima giornaliera della capacità dell'atmosfera a favorire l'accumulo o la dispersione degli inquinanti:

- la stagnazione individua le giornate di vento molto debole;
- il ricircolo identifica i regimi di vento che mantengono gli inquinanti in un'area circoscritta;
- la ventilazione è un indicatore della capacità di diluire gli inquinanti.

Nei primi due casi valori alti degli indici testimoniano condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti, al contrario per la ventilazione sono critici i valori bassi. Nei grafici sono riportati in rosso i valori soglia degli indici ritenuti "critici" per un sostanziale accumulo degli inquinanti nei bassi strati, mentre la banda azzurra rappresenta la dispersione dei valori degli indici calcolati nelle diverse città.

Le condizioni meteorologiche della pianura padana del mese di marzo sono state prevalentemente stabili con frequenti interruzioni dovute al passaggio di impulsi perturbati.



Nelle giornate tra il 2 e 4 marzo l'aumento dell'intensità dei venti nei bassi strati porta a valori degli indici di ventilazione, ricircolo e stagnazione, favorevoli a una maggiore dispersione degli inquinanti. Successivamente il ritorno a condizioni di stabilità, favorite da una graduale rimonta di un'area di alta pressione, determina una diminuzione dell'efficacia del rimescolamento orizzontale e verticale degli inquinanti fino alle giornate del 7-8 marzo, quando il transito di un debole sistema depressionario causa un nuovo peggioramento delle condizioni atmosferiche, specie nel settore orientale del bacino.

Nei giorni successivi la rimonta del promontorio anticiclonico favorisce condizioni di tempo stabile, che permangono fino al giorno 13, quando si ha avvezione di correnti fredde orientali, con precipitazioni deboli sulle aree di pianura centro-orientali, moderate sulle aree appenniniche emiliano-romagnole. In questa fase i parametri meteorologici, specie nella ventilazione, testimoniano condizioni favorevoli alla dispersione nei bassi strati dell'atmosfera.

Dal giorno 15 si assiste a un ripristino di condizioni di stabilità che portano ad un aumento dell'indice di stagnazione con un calo della frequenza ed intensità della ventilazione e condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti per poi arrivare ai giorni 23-24 quando l'indice di ventilazione sale verso i massimi stimati per l'intero mese, mentre il ricircolo e la stagnazione scendono a livelli minimi.

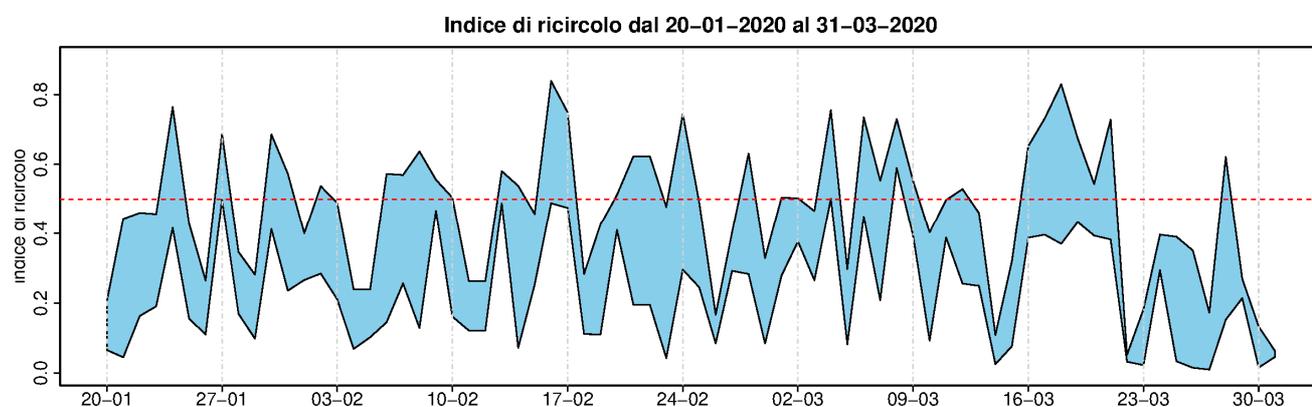


Figura 2.1 – Indice di ricircolo giornaliero per il periodo 20 gennaio - 31 marzo, la linea rossa tratteggiata evidenzia il valore critico di soglia. I valori sopra la soglia rappresentano condizioni favorevoli all'accumulo di inquinanti. La banda azzurra rappresenta la variazione dei valori (tra il primo ed il terzo quartile) calcolati sulle diverse città.

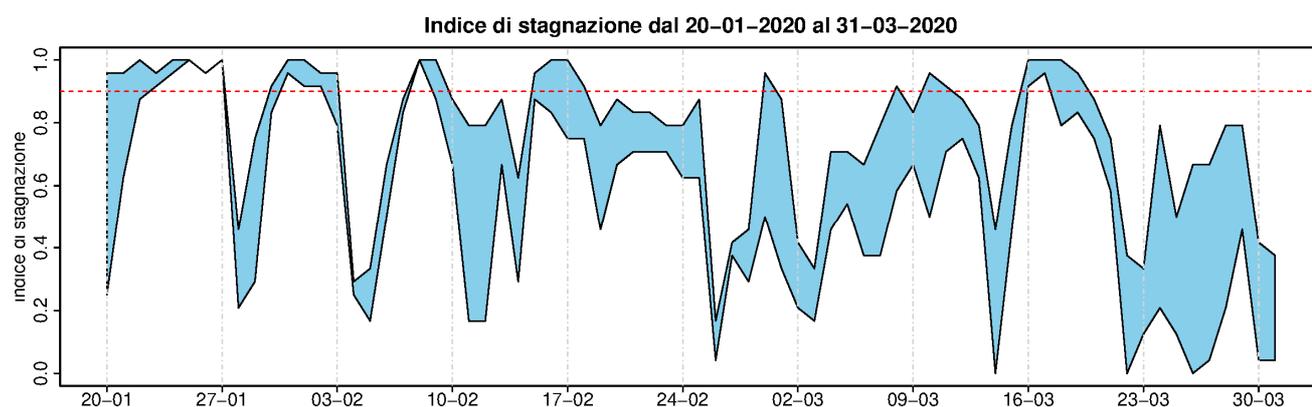
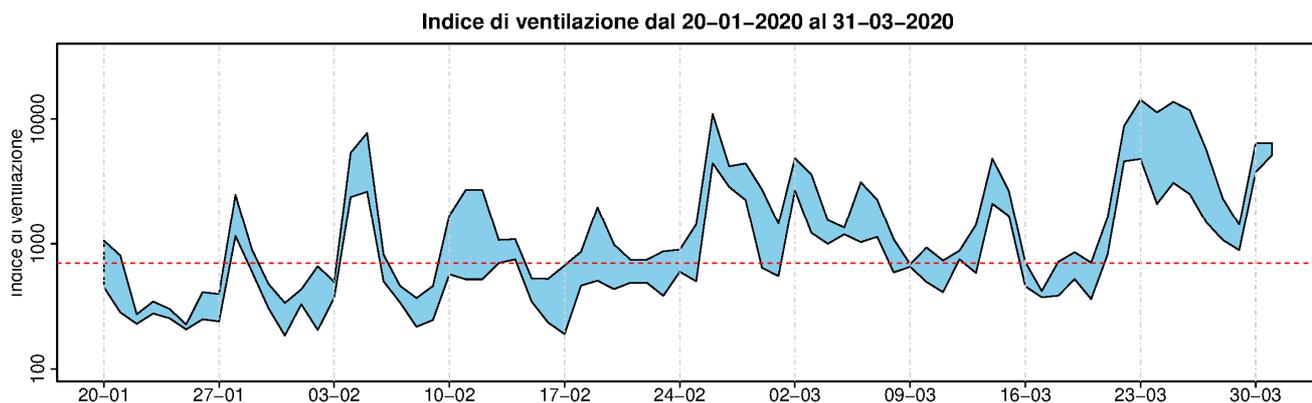


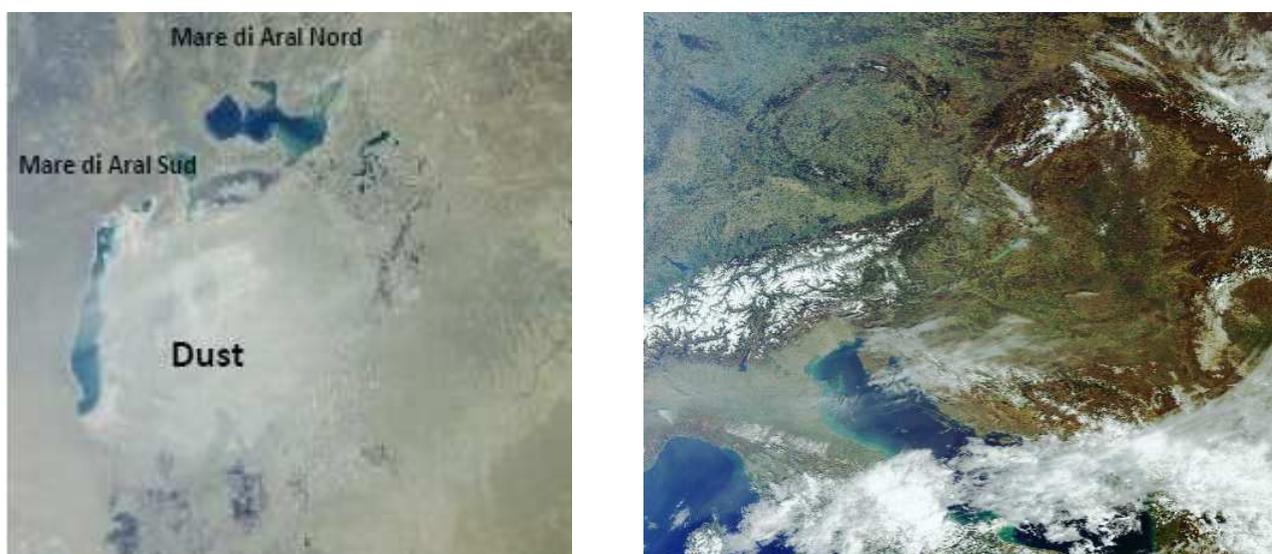
Figura 2.2 – Indice di stagnazione giornaliero per il periodo 20 gennaio - 31 marzo, in rosso il valore critico di soglia. I valori sopra la soglia indicano condizioni di accumulo degli inquinanti. La banda azzurra rappresenta la variazione dei valori (tra il primo ed il terzo quartile) calcolati sulle diverse città.



*Figura 2.3 – Indice di ventilazione giornaliero per il periodo 20 gennaio - 31 marzo, in rosso il valore critico di soglia. I valori sotto la soglia rappresentano condizioni favorevoli all'accumulo di inquinanti. La banda azzurra rappresenta la variazione dei valori (tra il primo ed il terzo quartile) calcolati sulle diverse città.*

A fine marzo si è verificato un fenomeno di trasporto di polveri a grande scala proveniente da est Europa come evidenziato dalle immagini satellite ESA SENTINEL-3 (Figura 2.4) e visibile negli andamenti temporali giornalieri del PM10 (Figura 3.3). Dall'analisi di tali immagini si è potuto anche evidenziare, nella giornata del 24 marzo, la formazione di un "dust-storm" (tempesta di polveri) nella zona del lago di Aral (est Europa, zona del Mar Caspio), attualmente del tutto prosciugato (Figura 2.4 a sinistra).

Queste masse d'aria ricche di "dust" si sono poi introdotte, nei giorni seguenti, all'interno del bacino padano rimanendo intrappolate dall'arco alpino e appenninico (Figura 2.4 a destra).



*Figura 2.4 – Immagini catturate da satellite SENTINEL 3, a sinistra il mare di Aral per la giornata del 24 marzo 2020 a destra il Nord Italia per la giornata del 28 marzo 2020*

Mese	Periodo	Descrizione
gennaio	20-24	stabile per campo alta pressione
	25-27	debole perturbazione, correnti sud-occidentali con scarso rimescolamento del BL
	28-29	graduale aumento ventilazione per passaggio perturbazione
	30-31	stabile
febbraio	1-3	stabilità per condizioni anticicloniche
	4-5	perturbazione da nord con irruzione aria artica, rinforzo della ventilazione (Foehn)
	6-10	stabilità per alta pressione
	11-12	onda depressionaria atlantica, aumento della ventilazione
	13-16	stabilità per alta pressione
	17-19	debole perturbazione, correnti da sw in quota, scarso rimescolamento dei bassi strati
	20-23	stabilità per alta pressione
marzo	2-4	condizioni favorevoli alla dispersione
	5-6	stabilità, condizioni di accumulo
	7-8	buon rimescolamento, dispersione
	9-12	stabilità, condizioni di accumulo
	13-14	avvezione da est
	15-22	stabilità, condizioni di accumulo
	23-27	condizioni molto favorevoli alla dispersione
	28-31	trasporto di polveri da est

Tabella 2.1 – Tabella riassuntiva delle condizioni meteorologiche nel primo trimestre 2020.

### 3. ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

L'analisi statistica dei dati di QA è stata condotta principalmente sul monossido e biossido di azoto (NO, NO<sub>2</sub>), Benzene, PM2.5 e PM10. I dati sono stati mediati su tutto il bacino padano, utilizzando le stazioni disponibili sia da traffico che da fondo urbano, delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. È stata utilizzata anche la concentrazione di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) laddove il numero di dati fosse stato disponibile per le analisi.

La concentrazione in aria di inquinanti dipende da diversi fattori (emissioni antropiche e naturali, condizioni meteorologiche che ne influenzano la dispersione, trasporto, formazione, rimozione e deposizione) ed è caratterizzata pertanto da una marcata variabilità interannuale. In considerazione di questa variabilità, i valori medi del periodo 2016-2019 sono stati utilizzati per confrontarli con quelli del 2020, affetti dai provvedimenti *lockdown*.

### 3.1 Boxplot

Nei grafici a boxplot<sup>1</sup> di Figura 3.1 si mostra il confronto tra la distribuzione dei valori medi giornalieri del bacino padano (media delle stazioni da traffico), nel mese di marzo 2020, con quella derivante dagli anni precedenti (2016-2019). L'analisi ha evidenziato quanto segue:

- La mediana di NO<sub>2</sub> e NO nel mese di marzo 2020 si è dimezzata rispetto ai mesi di marzo 2016-2019; anche il benzene mostra un calo importante (Figura 3.1).
- La mediana di PM10 non ha subito variazioni altrettanto marcate. Si nota un calo dei valori con concentrazioni più alte (outlier rappresentati nel grafico a boxplot come pallini isolati) che indica una distribuzione molto meno centrata su valori elevati (la massima densità di frequenza nel mese di marzo è centrata su 35 ug/m<sup>3</sup> nel periodo 2016-2019 mentre nel 2020 è su 20 ug/m<sup>3</sup>, si vedano gli istogrammi riportati in appendice, parte 3).
- La media delle concentrazioni di ammoniaca rilevate in Emilia-Romagna (2 stazioni), Piemonte (2 stazioni) e Lombardia (10 stazioni) risultano sostanzialmente invariate nel 2020 rispetto al periodo 2016-2019 (Figura 3.2).

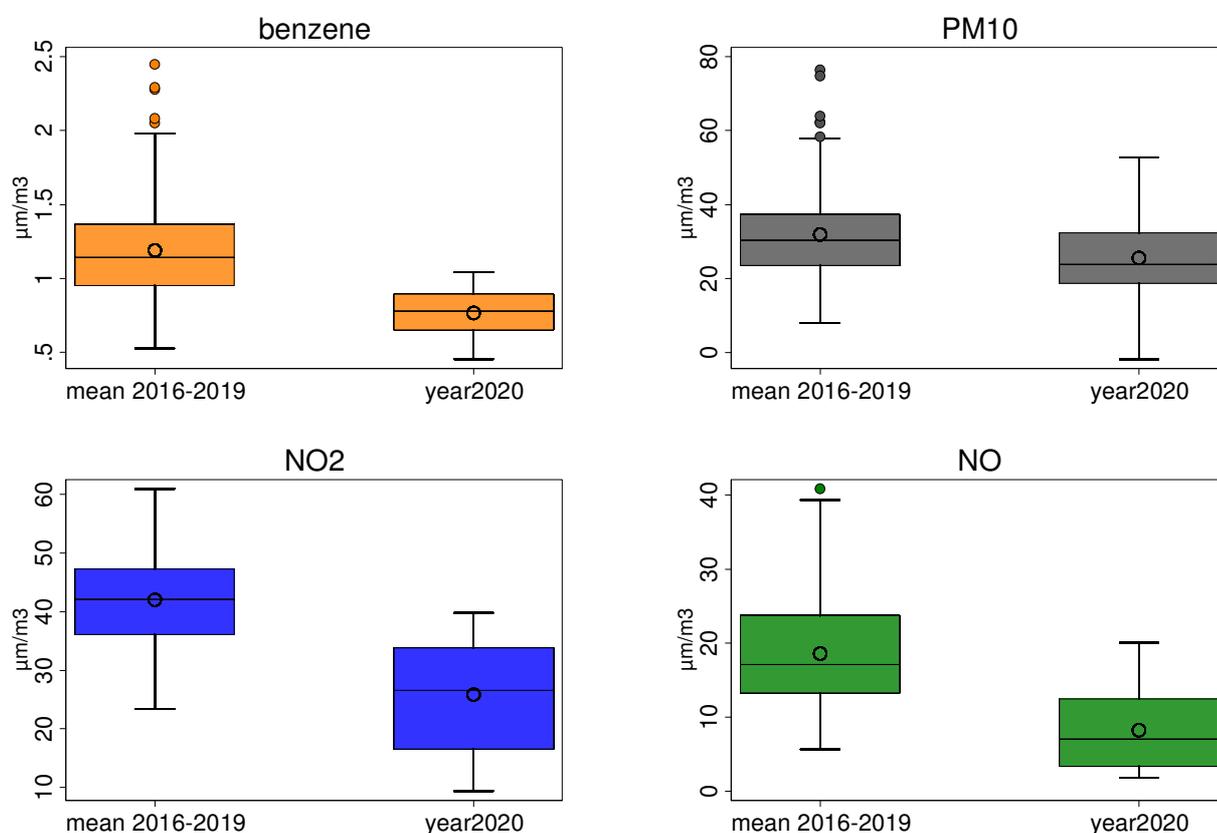


Figura 3.1 – Confronto nel mese di marzo della media giornaliera di benzene, PM10, NO<sub>2</sub> e NO delle stazioni da traffico, nel 2020 e nel periodo 2016-2019.

<sup>1</sup> Ciascun box è delimitato in alto e in basso dal primo e dal terzo quartile (25° e 75° percentile rispettivamente), al centro è presente una barra orizzontale che rappresenta la mediana (50° percentile: valore superiore al 50% dei dati considerati); le barre verticali che escono dal box rappresentano il minimo e il massimo e sono calcolate sulla base del range interquartile (IQR, differenza tra il terzo e il primo quartile) moltiplicato per un fattore (1.5); gli outlier sono rappresentati come pallini e sono dei valori superiori o inferiori alle barre verticali.

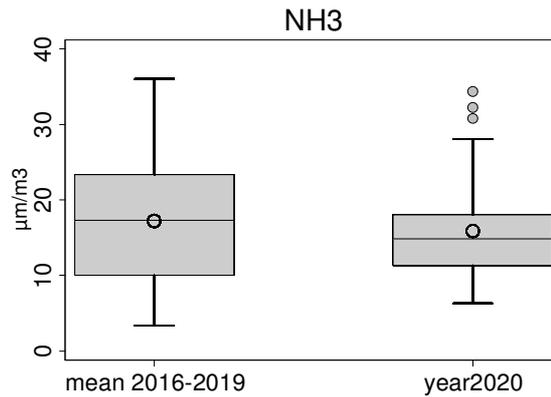


Figura 3.2 – Confronto nel mese di marzo della media giornaliera di ammoniaca nel 2020 e nel periodo 2016-2019. Il dato è mediato sulla base di 10 stazioni lombarde, di 2 stazioni dell'Emilia-Romagna e di 2 stazioni del Piemonte. Le stazioni hanno caratteristiche differenti e non tutti i dati sono disponibili dal 2016.

### 3.2 Andamento temporale

I grafici delle Figura 3.3 e Figura 3.4 mostrano l'andamento temporale della concentrazione media del bacino padano per i diversi inquinanti analizzati. La linea nera (Figura 3.3) rappresenta la media del mese di marzo 2020 mentre la linea rosa rappresenta la media nel periodo medio 2016-2019. Le linee blu punteggiate sono rispettivamente i valori massimi e minimi rilevati nel quadriennio (media di tutti i massimi e media di tutti i minimi). Dai grafici si nota che:

- a) L'andamento temporale della concentrazione media di NO, NO<sub>2</sub> e benzene diminuisce gradualmente nel tempo, come avviene di consueto nel passaggio da gennaio a marzo. Il decremento risulta però particolarmente evidente nel mese di marzo 2020. Il confronto (Figura 3.3) con i dati dello stesso periodo degli anni precedenti mostra infatti come le concentrazioni dei gas presentino valori ampiamente inferiori alla media e prossimi ai valori minimi.
- b) L'andamento temporale del PM10 evidenzia un brusco calo a fine febbraio, quando è stato osservato un importante rimescolamento delle masse d'aria durato alcuni giorni, e successivamente si mantiene per buona parte del mese di marzo, seppur all'interno della variabilità della media di riferimento (minimi e massimi), con valori più bassi rispetto alla media 2016-2019 (Figura 3.3). I periodi con valori più alti di PM10 sono spesso associati a periodi di stagnazione e ridotto ricircolo e coincidono con valori elevati di PM2.5 (Figura 3.4). Il comportamento di questi due inquinanti è infatti molto simile, soprattutto nella stagione fredda e anche nel mese di marzo, quando il PM10 risulta composto in prevalenza da PM2.5: questa frazione granulometrica è noto avere una importante origine secondaria che è il risultato di complessi processi fisico-chimici che dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche.

L'unico picco di PM10 in cui è scarso l'apporto di PM2.5 è quello di fine marzo legato al trasporto di polveri desertiche dal mar Caspio in prevalenza caratterizzato da granulometrica grossolana.

- c) L'andamento temporale giornaliero dell'ammoniaca (Figura 3.4), che dipende, come si vedrà nel seguito, quasi totalmente dalle emissioni del comparto agricolo e zootecnico, non mostra per sua origine la stessa stagionalità di NO<sub>2</sub> e NO, e non evidenzia relazioni con il periodo legato al *lockdown*.

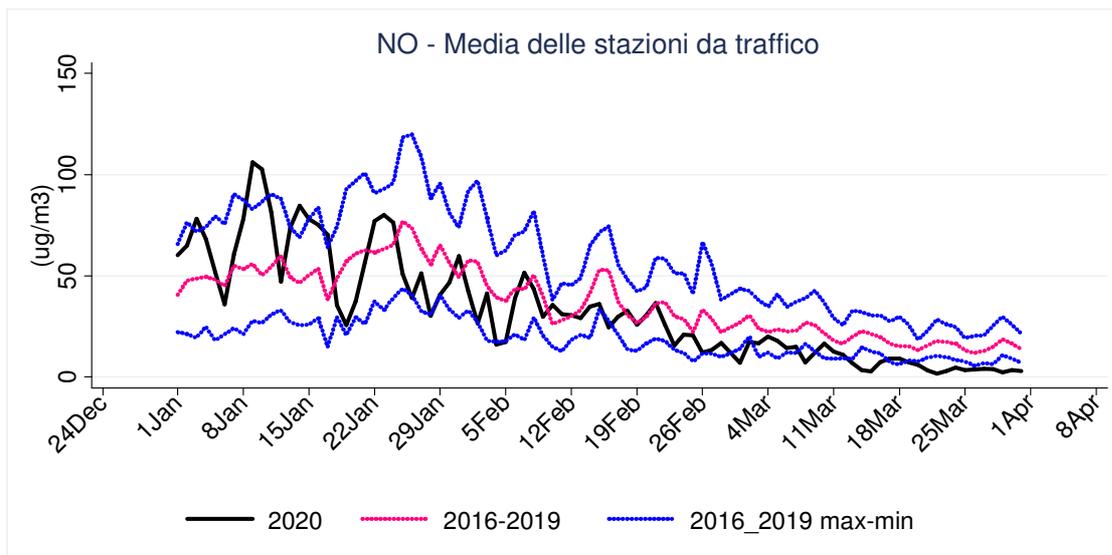
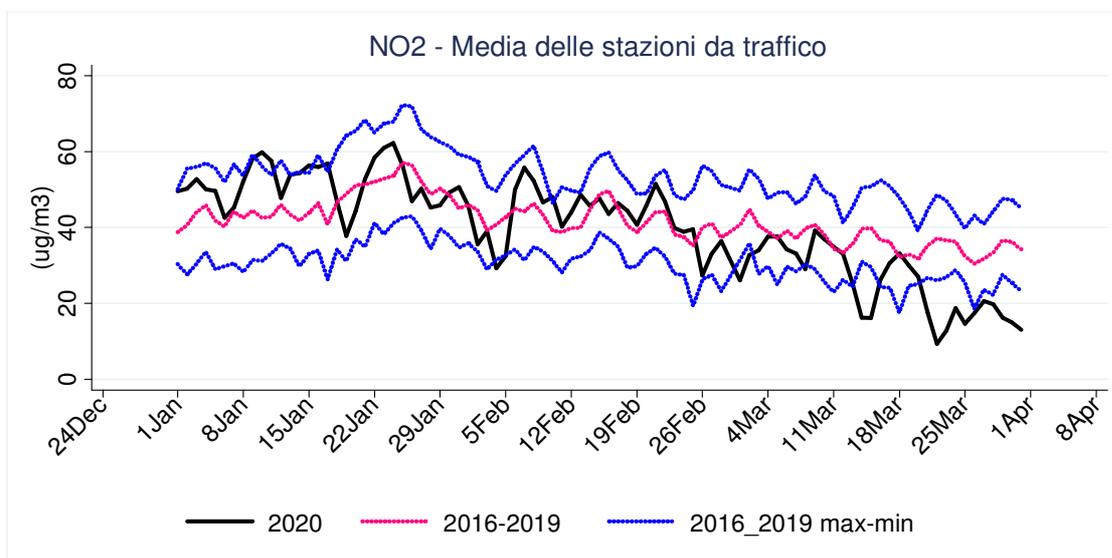
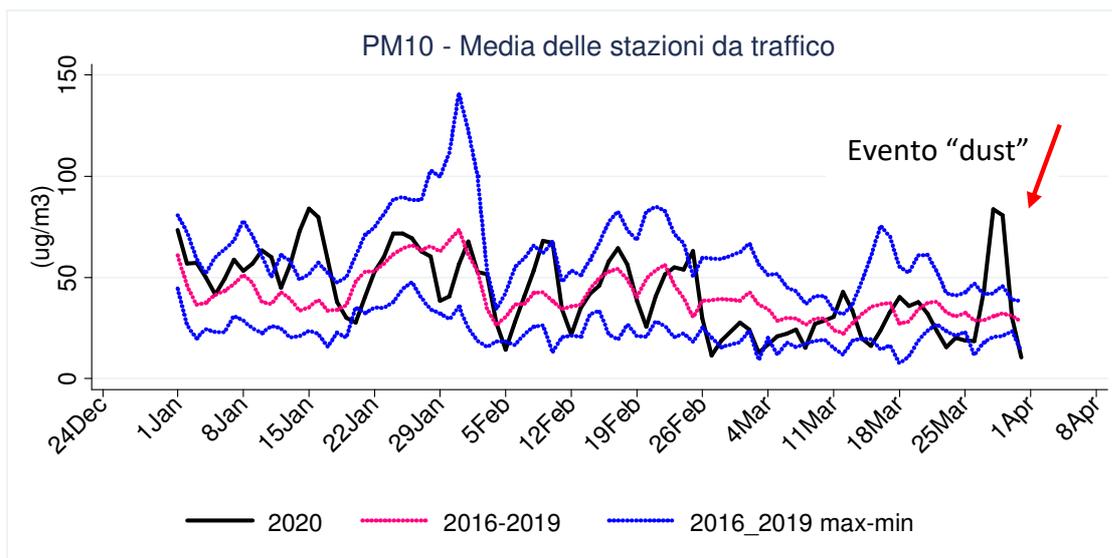
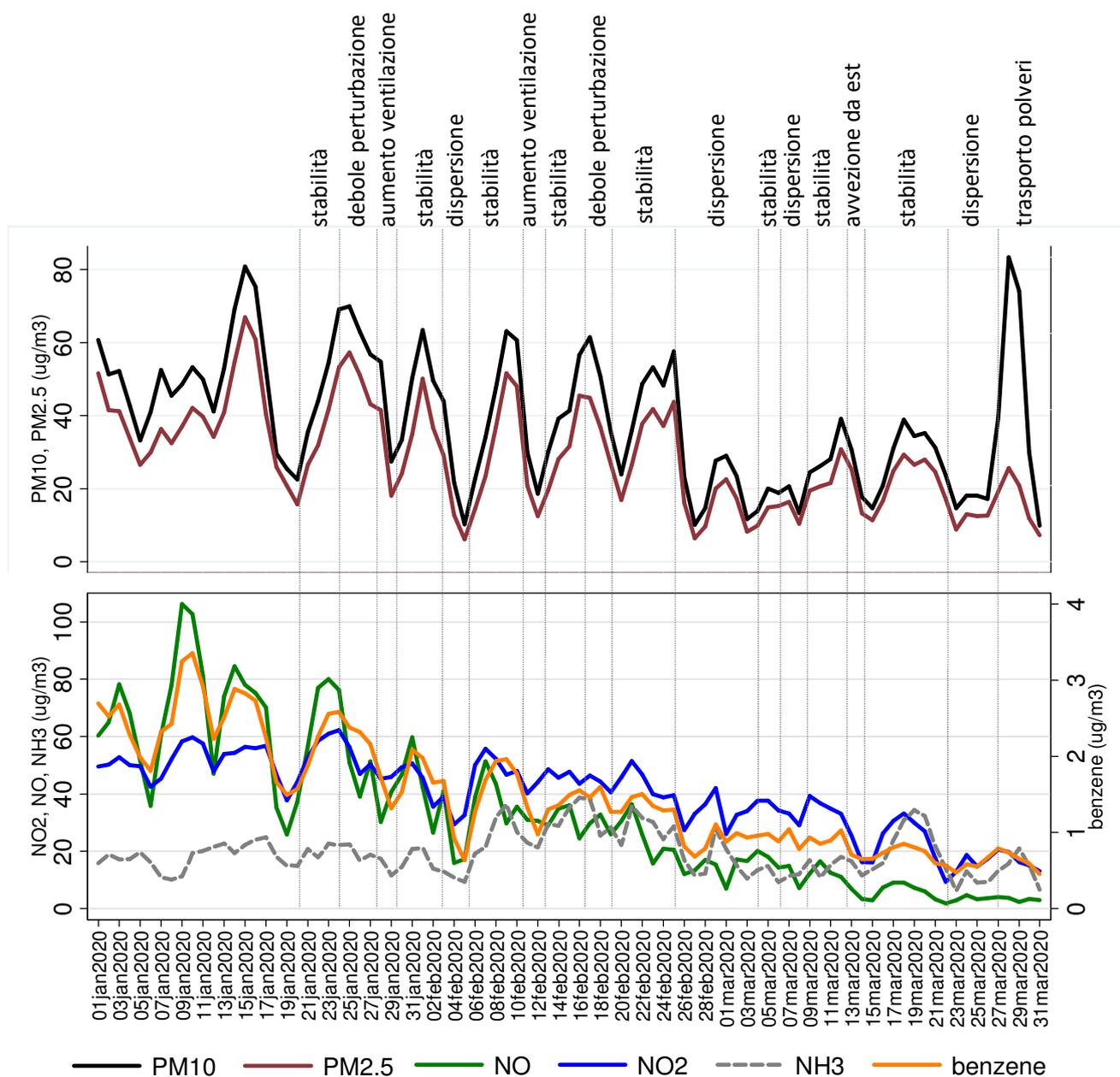


Figura 3.3 – Confronto tra l'andamento giornaliero delle concentrazioni medie di PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e NO (media di tutte le stazioni da traffico) del primo trimestre 2020 e quello della media, della massima e minima dello stesso trimestre nel periodo 2016-2019. Nel primo grafico relativo al PM<sub>10</sub> il picco a fine marzo è legato all'evento di trasporto di polvere dal mar Caspio.



\*NH3 media stazioni disponibili ER, Lombardia e Piemonte

Figura 3.4 – Grafico in alto: andamento giornaliero di PM10 e PM2.5 (media di tutte le stazioni del bacino padano - fondo urbano); grafico in basso: andamento giornaliero di benzene, NO, NO<sub>2</sub> (stazioni da traffico) e NH3. In alto sono evidenziati i periodi meteorologici sintetizzati, per il dettaglio si veda la tabella 2.1.

Gli inquinanti primari (cioè emessi come tali, come il monossido di azoto e il benzene) risultano in costante diminuzione, mentre il particolato (PM10 e PM2.5) presenta un andamento maggiormente collegato alle condizioni meteo. L'ammoniaca mostra un andamento peculiare in quanto le sue emissioni hanno una modulazione temporale caratteristica, influenzata in modo significativo dalle diverse fasi delle attività agricole e zootecniche, a loro volta dipendenti dalle variabili meteorologiche. Va altresì segnalato che l'andamento dell'ammoniaca mostrato in figura rappresenta la media tra misure effettuate in stazioni diverse, il cui andamento nel tempo può essere più o meno influenzato dalla modulazione temporale delle emissioni agricole e zootecniche. Le stazioni infatti sono localizzate in posizioni anche molto diverse tra loro, alcune in territori urbani, altre in posizioni in aree rurali, dove le attività agricole o gli allevamenti sono più rilevanti.



### 3.3 Analisi delle variazioni

Nella Tabella 3.1 si mostrano le variazioni mensili del 2020 rispetto alla media di riferimento.

I valori di concentrazione del mese di gennaio risultano simili o più elevati rispetto al periodo medio (come si è visto dai grafici di Figura 3.3), in linea con una meteorologia che presenta una maggiore frequenza di giornate di stagnazione, mentre quelli di febbraio mostrano un calo fino al 24 % per NO, indice di una meteorologia mediamente più favorevole alla dispersione rispetto agli anni passati. Nel mese di marzo, quando sono entrate in vigore le limitazioni più incisive, i valori delle concentrazioni sono marcatamente più bassi rispetto al 2016-2019. Le diminuzioni più rilevanti sono relative alle stazioni da traffico e agli inquinanti primari come il benzene e il monossido di azoto; quest'ultimo arriva fino a variazioni del 60 %. Per quanto i fattori meteo possano aver influito è indubbia la rilevante influenza dei provvedimenti dovuti al COVID-19.

Variazione 2020 vs 2016-2019	Stazione da traffico				Stazioni di fondo urbano			
	NO <sub>2</sub>	NO	benzene	PM10	NO <sub>2</sub>	NO	PM10	PM2.5
gennaio	< 5 %	+13%	< 5 %	+10%	< 5 %	+22%	+13%	+11%
febbraio	-10%	-22%	-22%	< 5 %	-8%	-23%	< 5 %	< 5 %
marzo	-38%	-58%	-33%	-19%	-37%	-50%	-14%	-14%

\*senza i giorni di trasporto di polveri dal Caucaso 28, 29, 30 marzo)

*Tabella 3.1 – Variazione percentuale degli inquinanti NO<sub>2</sub>, NO, benzene, PM10 e PM2.5 nei mesi di gennaio, febbraio e marzo 2020 rispetto al periodo medio 2016-2019. Il segno meno indica un decremento dell'inquinante nel 2020 mentre un segno più un incremento.*

### 3.4 Giorno tipo

La rappresentazione del giorno tipo mostra l'evoluzione delle concentrazioni orarie nell'arco di una giornata media. Tale andamento è stato calcolato mediando i valori rilevati alla stessa ora in tutte le stazioni da traffico e per ogni mese analizzato (gennaio, febbraio e marzo), sia nel 2020 che nel periodo medio 2016-2019, senza differenziare un giorno feriale da uno festivo (Figura 3.5). Gli andamenti dei tre inquinanti analizzati sono simili nei tre mesi, indice di scarse variazioni nella modulazione temporale delle sorgenti (non scontata visto le modifiche di comportamenti a cui la maggior parte della popolazione è stata soggetta causa i provvedimenti COVID-19), con i due tipici picchi mattutini e serali e riduzioni, in termini di concentrazione, già a partire dal mese di febbraio. Nel mese di marzo però il decremento è evidente sia per le concentrazioni che per i picchi, con una intensità di questi ultimi molto attenuata soprattutto per il benzene.

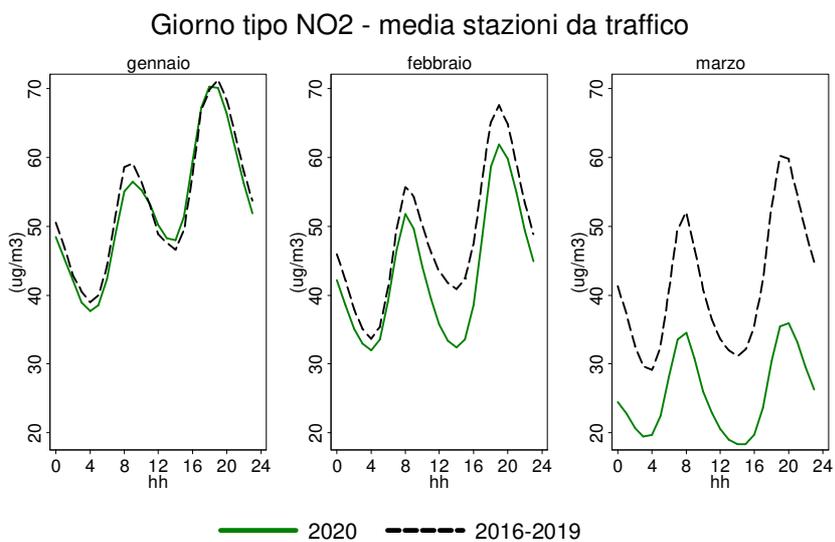
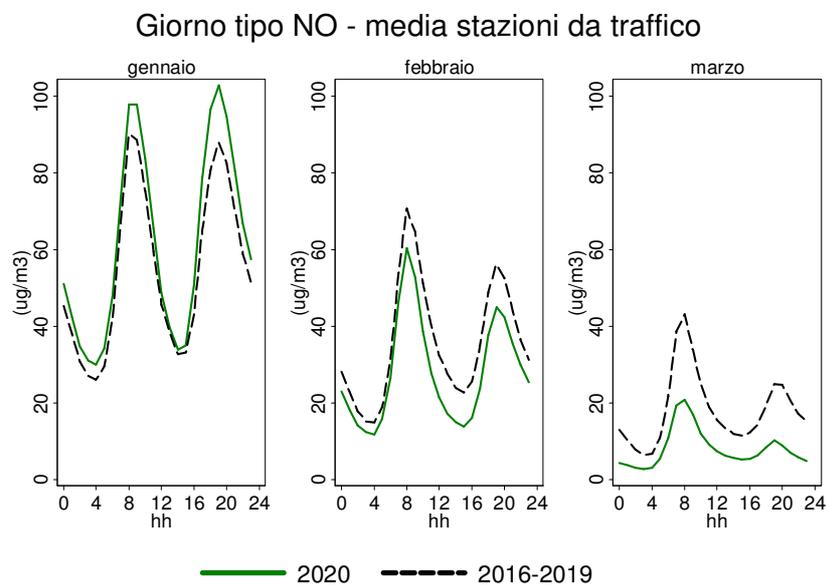
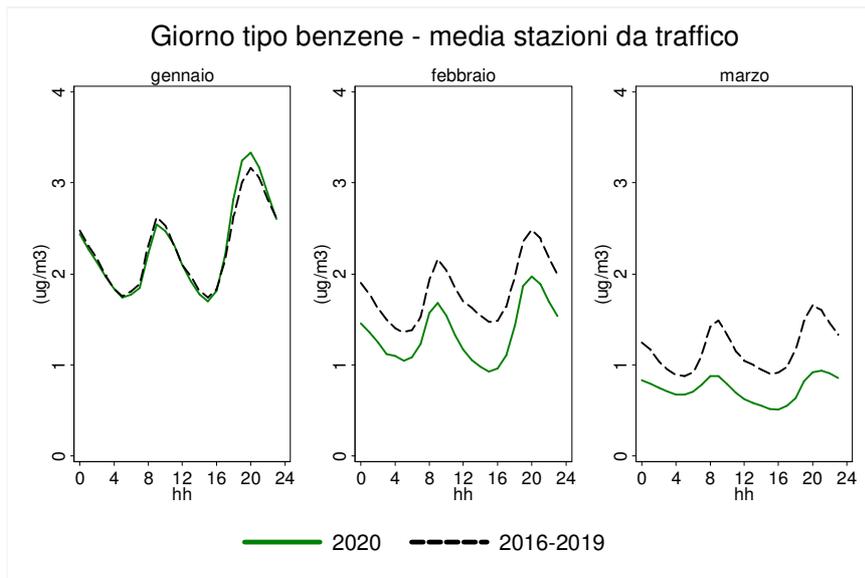


Figura 3.5 – Giorno tipo delle concentrazioni di benzene, NO e NO<sub>2</sub> (medie di tutte le stazioni da traffico) del primo trimestre 2020 e del periodo 2016-2019 per i mesi di gennaio, febbraio e marzo.



### 3.5 Episodi di superamento del valore limite giornaliero di PM10

Nel corso del mese di marzo 2020 si sono verificati alcuni episodi di superamento del valore limite giornaliero di PM10. La Figura 3.6 mostra i boxplot del periodo 8 – 21 marzo relativi ai dati di tutte le stazioni di monitoraggio del PM10 situate nell'area di PREPAIR. Dal boxplot del 12 marzo si nota come in una parte delle stazioni, compresa tra il 75° e 95° percentile sono stati rilevati valori maggiori del VL di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite). Persistenti valori superiori al VL sono stati osservati in un numero significativo di stazioni anche il 13 marzo, con isolati picchi di concentrazione prossimi a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (outlier). L'episodio si è sviluppato in condizioni meteorologiche stabili e favorevoli alla formazione ed accumulo di inquinanti, come si è visto nel paragrafo 2, che, a partire dal 9 marzo hanno consentito un progressivo aumento della concentrazione di PM10 in particolare nel Triveneto. Una avvezione di aria più pulita da est ha determinato un abbassamento dei valori, che sono tornati a salire tra il 15 e il 20 marzo, favoriti nuovamente da condizioni meteorologiche stabili.

Questo secondo episodio ha interessato prevalentemente la parte centrale della pianura padana (si veda la Figura 3.7; fonte dei dati: Piattaforma di Data sharing e visualizzazione Azione C1 Progetto PREPAIR).

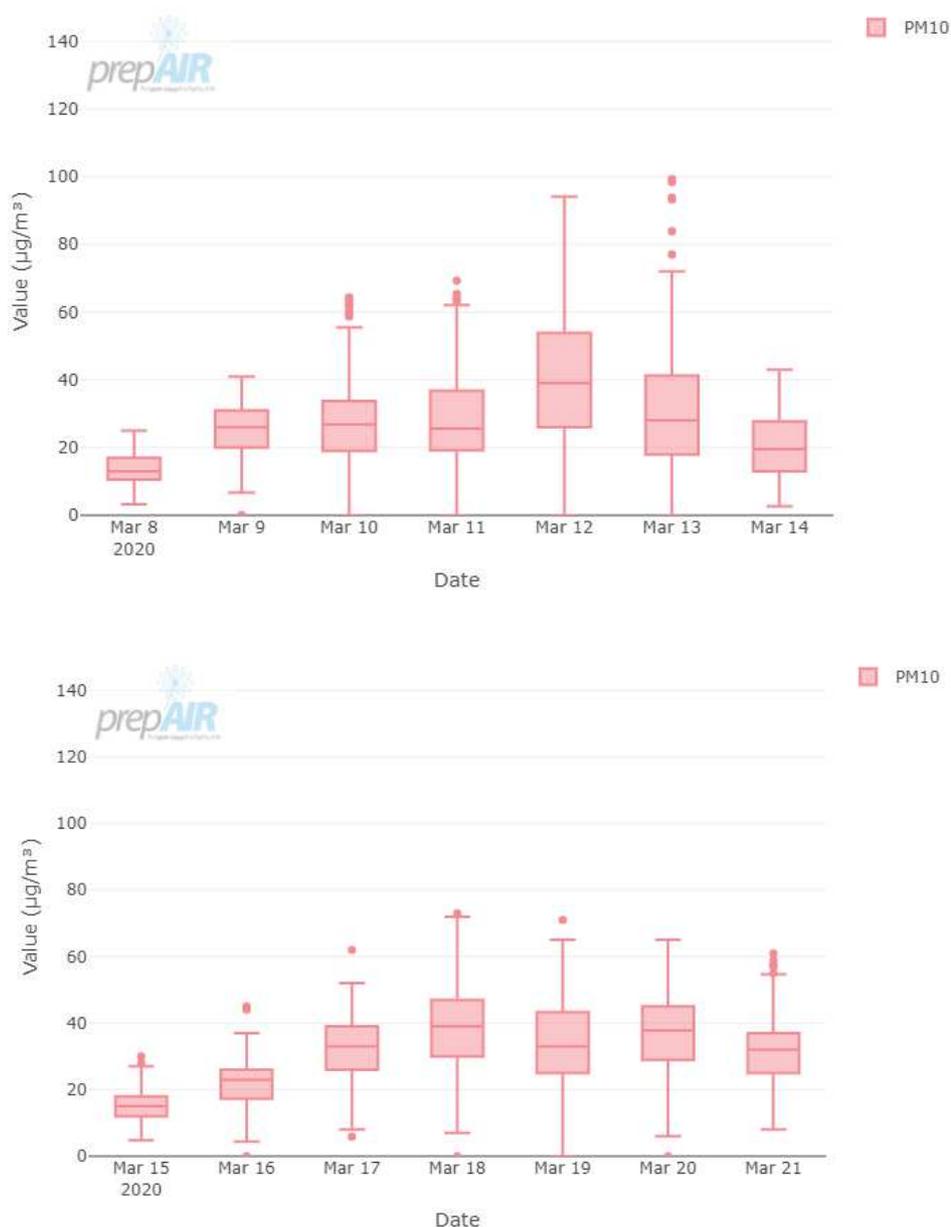
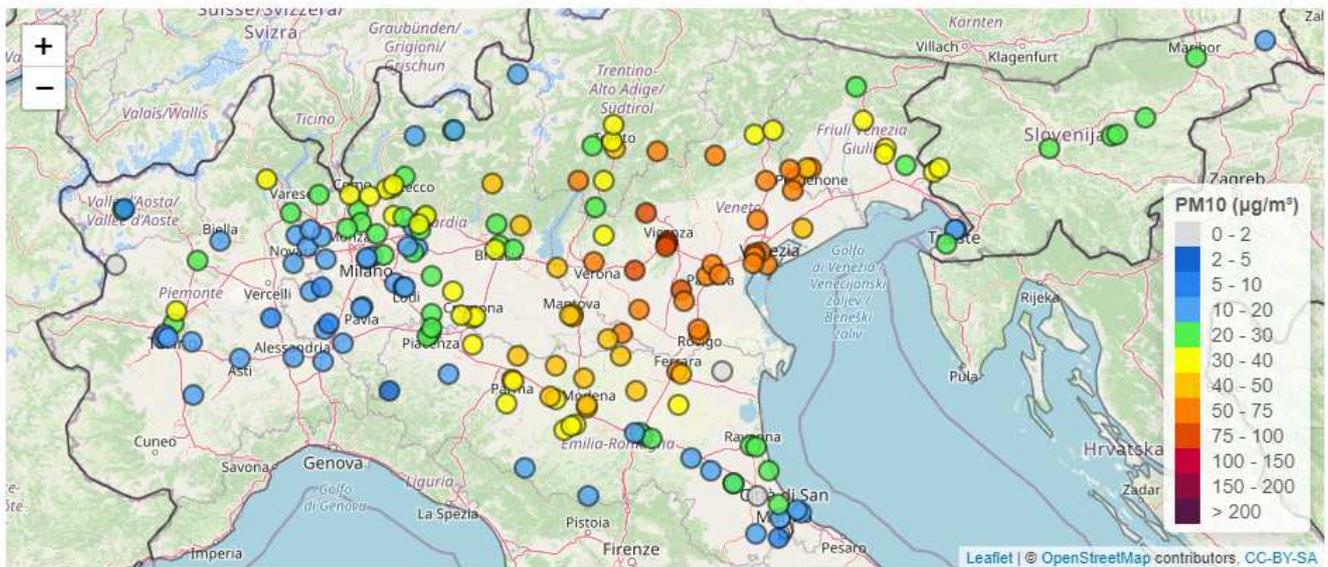


Figura 3.6 – Boxplot dei periodi 8 – 14 marzo (sopra) e 15 – 21 marzo (sotto) relativi ai dati di tutte le stazioni di monitoraggio del PM10 situate nell'area di PREPAIR

2020-03-13



2020-03-18

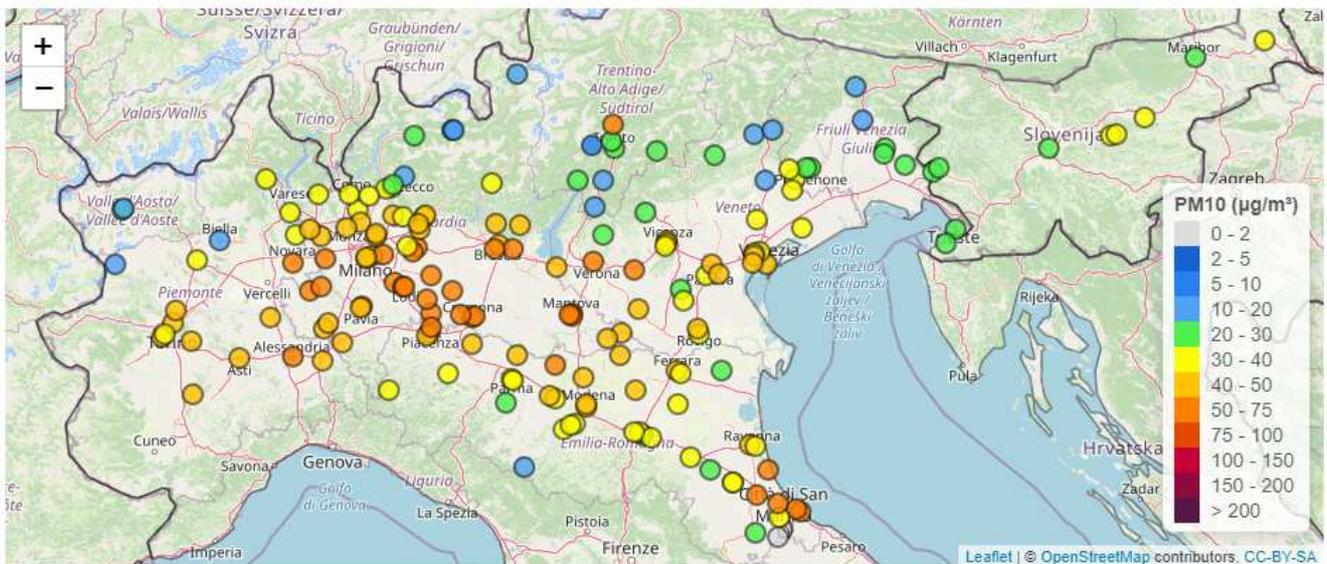


Figura 3.7 – Valori medi giornalieri del bacino padano di PM10 nei giorni 13 (sopra) e 18 marzo (sotto)

## 4. ANALISI DELLE EMISSIONI

L'analisi dei dati di emissione è stata condotta stimando le variazioni settimanali del periodo di *lockdown* rispetto allo stesso periodo in condizioni normali, cioè in assenza di provvedimenti (scenario di riferimento o anno di inventario delle emissioni disponibile, aggiornato).

Nella Tabella 4.1 è riportato l'esito dell'analisi dei dati emissivi, con la riduzione percentuale stimata per ogni regione per i due principali inquinanti (PM10, NOx), nelle settimane dal 22/2 al 31/3, rispetto alle emissioni stimate nelle medesime settimane in situazione NO-COVID.

Per quanto possibile, si è cercato di effettuare valutazioni per ogni settore di sorgenti emissive con metodologie omogenee, compatibilmente con i dati a disposizione per il settore considerato. Non tutte le sorgenti sono state interessate dai provvedimenti COVID-19 entrati in vigore nel periodo oggetto di analisi. In linea di massima si ritiene che il settore agricolo e zootecnico non sia stato interessato dalle misure di limitazione legate al COVID-19, pertanto le emissioni di questo comparto sono state considerate invariate. Le



concentrazioni di ammoniaca in atmosfera confermano la fondatezza di questa assunzione, dato che non presentano nella tendenza giornaliera variazioni legate ai provvedimenti (Figura 3.4).

In Emilia-Romagna sono state prese in considerazione le variazioni emissive legate ai settori trasporti (extraurbano, urbano e autostradale), industria, riscaldamento terziario e domestico, produzione di energia, agricoltura.

In Friuli-Venezia Giulia le variazioni emissive presentate sono relative alle fonti traffico stradale (urbano, extraurbano, autostrade) e aeroportuale (voli e mezzi a terra).

In Lombardia sono state stimate le variazioni per i settori produzione di energia, riscaldamento terziario e domestico, industria, trasporti (urbani, extraurbani e autostrade), trasporti aeroportuali, agricoltura, rifiuti, cremazioni.

In Piemonte sono stati considerati i settori 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.

In Valle D'Aosta le valutazioni riguardano il settore industria e trasporti stradali.

In Veneto sono state stimate le riduzioni per i settori produzione di energia, riscaldamento terziario e domestico, industria, trasporti (urbani, extraurbani e autostrade), trasporti aeroportuali, attività portuali, agricoltura.

Data	Setti mana	EMILIA ROMAGNA		VENETO		LOMBARDIA		PIEMONTE		VALLE D'AOSTA		FRIULI VENEZIA GIULIA	
		NOX	PM10	NOX	PM10	NOX	PM10	NOX	PM10	NOX	PM10	NOX	PM10
22/2-28/2	1	-6%	-2%	-5%	-2%	-5%	-1%	-2%	-(<1%)	1%	0%	-5%	-1%
29/2-6/3	2	-6%	5%	-9%	5%	-4%	-1%	-4%	-2%	-24%	-11%	-8%	-2%
7/3-13/3	3	-20%	<1%	-20%	1%	-15%	-6%	-16%	4%	-27%	-11%	-14%	-5%
14/3-20/3	4	-33%	-5%	-26%	-2%	-29%	-12%	-24%	<1%	-33%	-12%	-21%	-7%
21/3-27/3	5	-40%	-7%	-29%	-1%	-34%	-12%	-27%	-1%	-33%	-12%	-23%	-8%
28/3-31/3	6	-41%	-6%	-34%	-3%	-35%	-14%	-27%	-1%	-33%	-12%	-25%	-8%

Tabella 4.1 – Riduzioni percentuali delle emissioni di PM10 e NO<sub>x</sub> nelle Regioni del bacino padano – periodo dal 22/2/2020 al 31/3/2020

I grafici di Figura 4.1 e Figura 4.2 riportano le variazioni percentuali delle emissioni per gli inquinanti NO<sub>x</sub> e PM10, che mostrano una diminuzione, che in alcune regioni risulta essere evidente per entrambi gli inquinanti. Nel grafico di Figura 4.1 sono riportati gli andamenti differenziati per Regione, mentre in Figura 4.2 è riportata la variazione emissiva sul bacino padano.

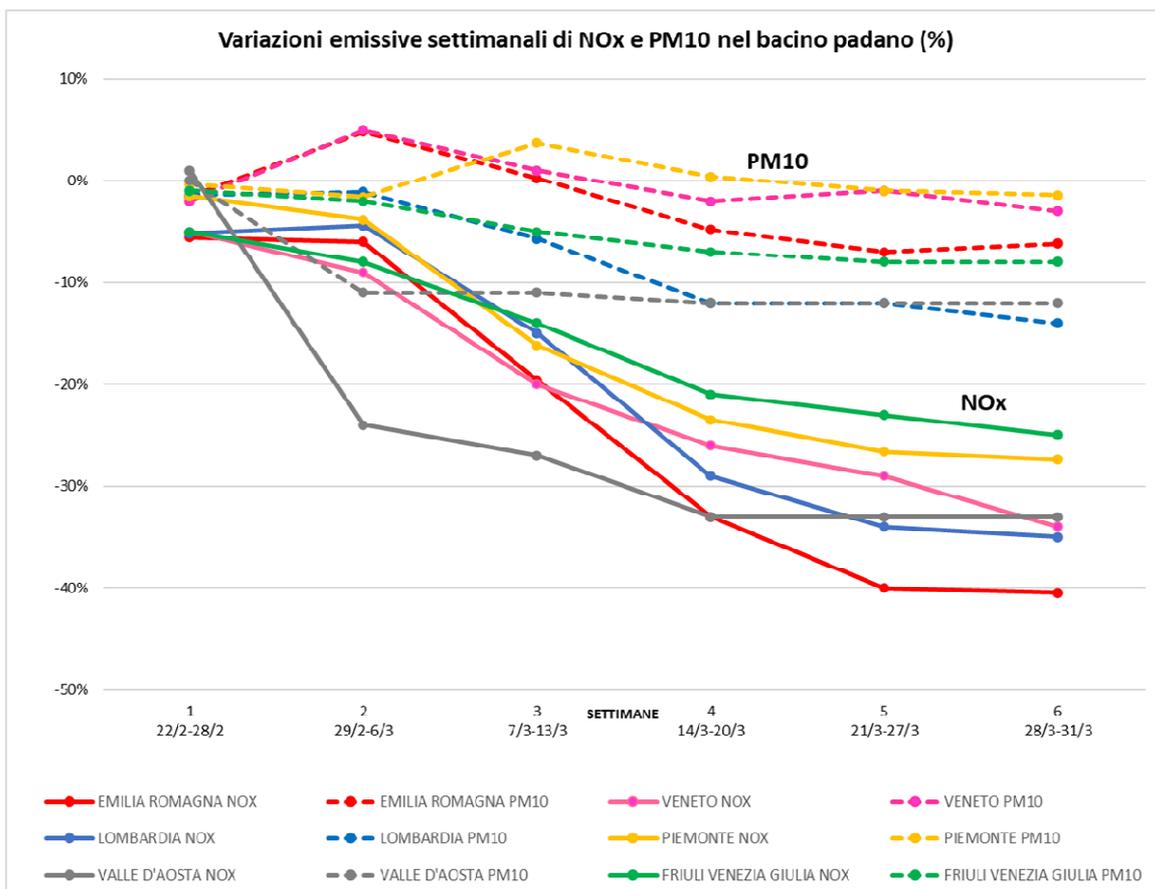


Figura 4.1 – Variazioni emissive settimanali (%) nelle Regioni per PM10 e NOx - dal 22/2 al 31/3

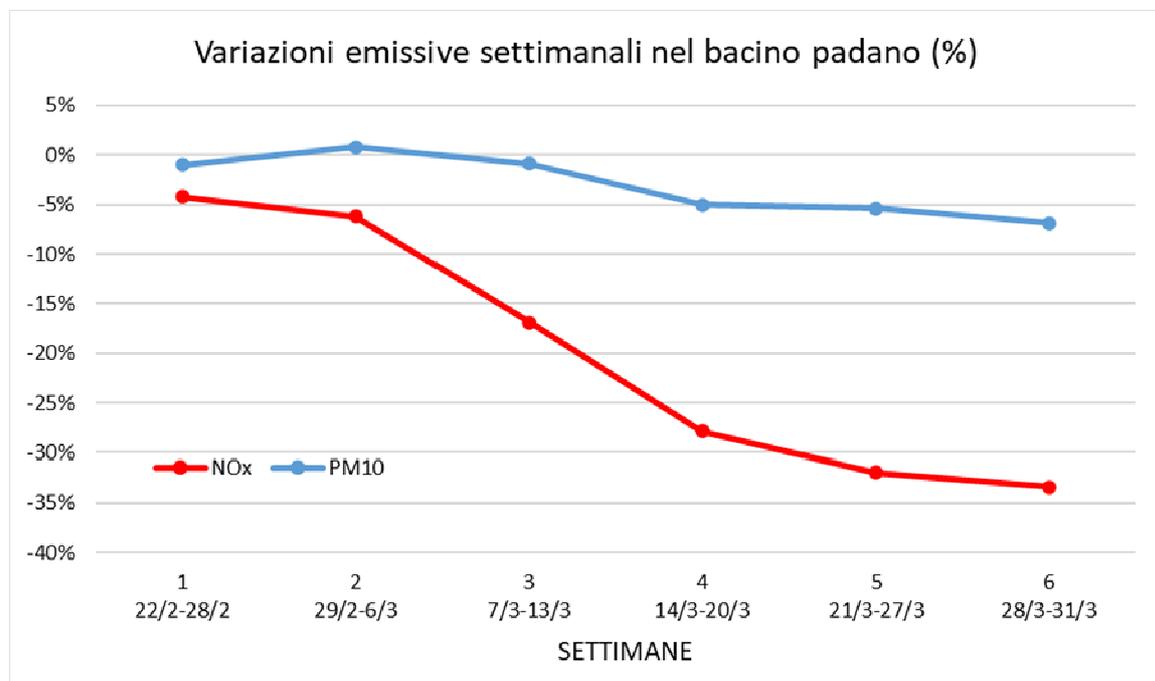


Figura 4.2 – Variazioni emissive settimanali (%) per PM10 e NOx nel bacino padano - dal 22/2 al 31/3/2020

## 5. I DETERMINANTI

Le diverse variazioni emissive di NOx e PM10 possono essere spiegate analizzando i **dati dei determinanti** nei diversi macrosettori.

Le emissioni di ciascun macrosettore sono determinate dai valori di pressione che le attività esercitano sul territorio; le pressioni sul territorio sono rappresentate principalmente dalle attività produttive, dalle esigenze di spostamento e dai consumi energetici.

I principali determinanti di pressione oggetto dell'analisi sono:

- Flussi di traffico su rete urbana, extraurbana, autostrade;
- Consumi di energia per domestico, terziario, industria (ad eccezione di FVG e VDA);
- Produzione di energia termoelettrico;
- Attività agricole e spandimenti di effluenti zootecnici (calendario dei periodi autorizzati).

### 5.1 Flussi di traffico

Sono stati raccolti i dati relativi ai flussi di traffico nel periodo delle limitazioni COVID che interessano le strade urbane ed extraurbane e la rete autostradale. I dati relativi alle autostrade non sono disponibili per tutte le regioni.

Le metodologie di analisi dell'andamento del traffico sulla rete stradale adottate da ciascuna regione differiscono in funzione della schematizzazione del reticolo stradale, dei data-set di flussi di traffico disponibili e dei profili temporali.

Dai grafici seguenti, che rappresentano le riduzioni dei flussi di traffico ottenuti da ciascuna regione, è evidente un'omogeneità dei risultati.

In Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3 sono rappresentati gli andamenti temporali della riduzione media percentuale per ciascuna regione.

In sintesi, nell'ambito del BPA i flussi di traffico sulle strade extraurbane subiscono una riduzione progressiva del **traffico leggero dal 20% a oltre l'80%** al progredire dell'applicazione delle limitazioni e il **traffico pesante fino a oltre il 50%**; sulle strade urbane si ha una riduzione dal 10% fino al 80% nelle settimane di *lockdown* stringente.

I gestori delle società autostradali che operano sul territorio del bacino padano hanno registrato una diminuzione dei flussi dei veicoli leggeri dal 10% al 85% mentre il traffico dei veicoli pesanti dal 10% al 55%.

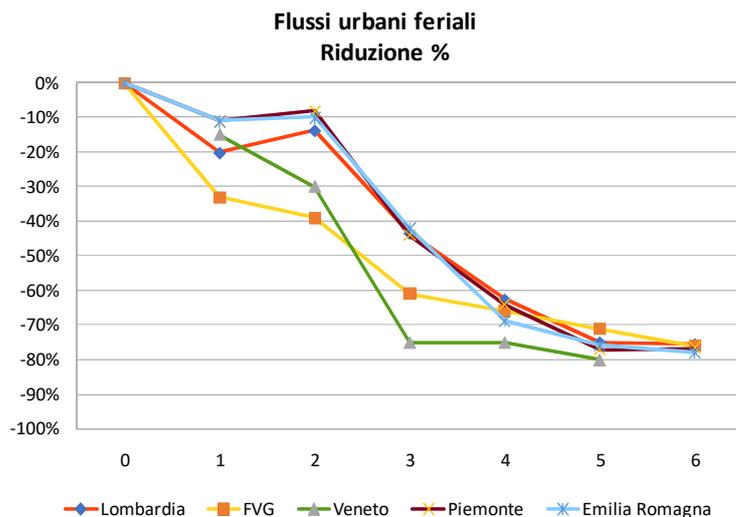


Figura 5.1– Flussi urbani feriali nelle settimane dal 15/2 al 31/3/2020 -- Riduzione media percentuale

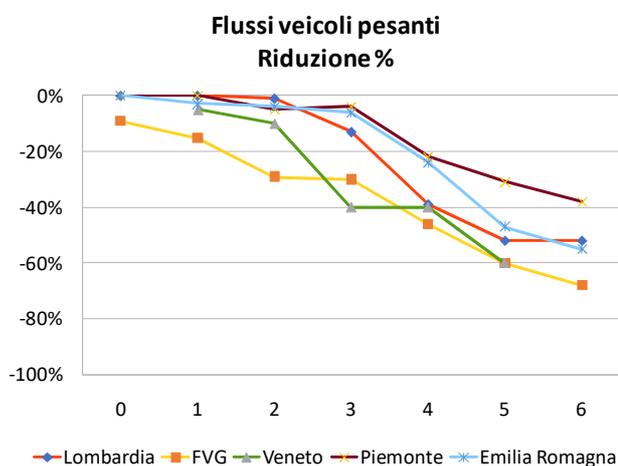
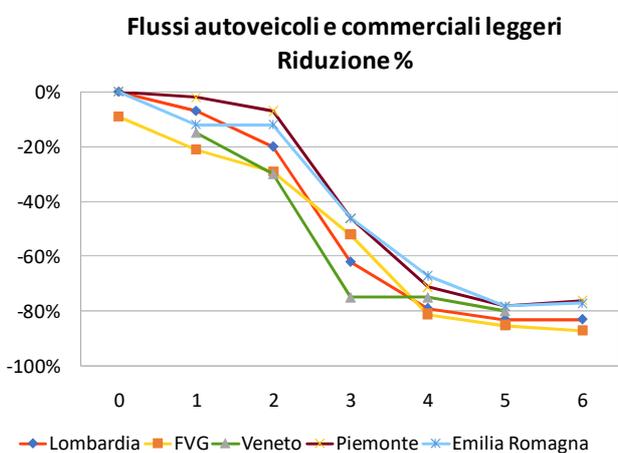


Figura 5.2 – Riduzione media percentuale dei flussi delle strade extraurbane per autoveicoli e commerciali leggeri a sinistra e pesanti a destra nelle settimane dal 15/2 al 31/3/2020

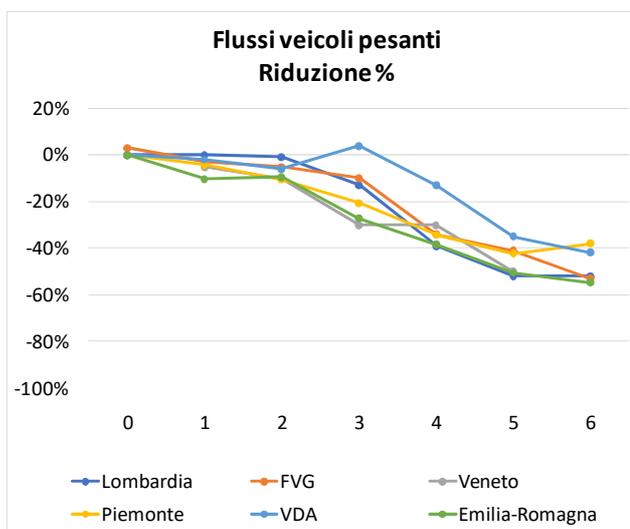
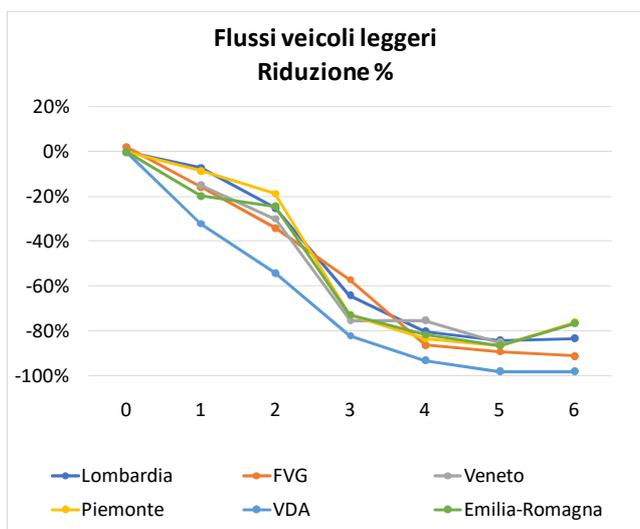


Figura 5.3 – Riduzione media percentuale dei flussi delle autostrade per veicoli leggeri a sinistra e pesanti a destra nelle settimane dal 15/2 al 31/3/2020



## 5.2 Consumi di energia per domestico, terziario, industria

L'analisi delle variazioni dei consumi energetici nel periodo di emergenza sanitaria si basa sui dati di volume di gas naturale (GN) distribuito e di energia elettrica (EE) erogata. In particolare, la stima si basa sui dati di GN mensili distribuiti a dettaglio regionale e giornalieri a dettaglio nazionale per le categorie d'uso termoelettrico, industriale e reti di distribuzione integrati con i dati di consumo elettrico orari distribuiti da TERNA.

I volumi di gas sulle reti di distribuzione, nel primo trimestre del 2020, mostrano un leggero calo rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti; le reti servono sia utenze domestiche che utenze terziarie.

I consumi in ambito domestico assorbono mediamente il 65% del GN sulle reti di distribuzione. I dati di GN destinato ad un uso domestico, nel primo trimestre 2020, mostrano una contrazione ad inizio anno dovuta al clima particolarmente mite rispetto agli anni precedenti; durante il periodo emergenziale normalizzando i consumi sulla base dei gradi giorno, in modo da valutare anche le condizioni climatiche, si evidenzia una richiesta termica superiore a quella degli anni precedenti. È stato così stimato un incremento dei consumi termici residenziali tra il 5% e il 15%; tali differenze tra le regioni sono da imputarsi alla diversa composizione del patrimonio edilizio.

Contestualmente si valuta una riduzione dei consumi nei servizi pubblici o privati (settore terziario) dal 25% al 65%, trend positivo in progressivo aumento rispetto all'irrigidimento delle limitazioni assunte. Tale riduzione è allineata ai dati ISTAT di occupati nelle attività ATECO interessate dal blocco delle attività.

I consumi di gas per usi industriali nel periodo della crisi sanitaria si sono ridotti rispetto allo stesso periodo del 2019. Nelle prime settimane emergenziali la domanda di gas era risultata inferiore mediamente del 6% rispetto ai livelli dello stesso periodo dell'anno precedente, nelle settimane successive il calo della domanda è risultato via via sempre più sostenuto fino a raggiungere una riduzione del 35% in alcuni contesti produttivi. L'analisi della tendenza di riduzione della produzione industriale è stato valutato anche sulla base dei dati emissivi SME, dove disponibili.

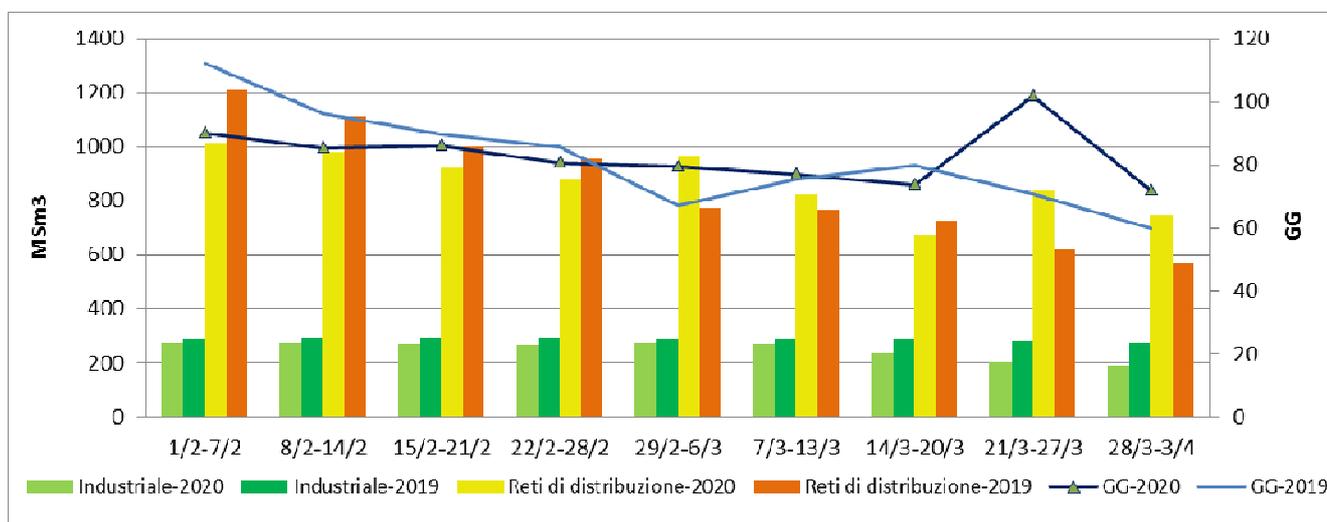


Figura 5.4 – Consumi GN di gas naturale (barre colorate) per settore di attività nell'area di bacino – GG (gradi giorno) e gradi giorno (GG). Confronto del 2020 con l'anno precedente.

### Consumi impianti termoelettrici

L'analisi della domanda di gas per usi termoelettrici si è ridotta rispetto allo stesso periodo dello scorso anno tra il 20% e il 30% a fronte di una riduzione della produzione di energia elettrica da impianti termoelettrici pari al 20%. La riduzione della domanda di gas si differenzia per tipologia impiantistica ed è in genere superiore a

quella della produzione di elettricità laddove l'impianto lavora in regime di *overgeneration* rispetto alle altre sorgenti comportando numerosi spegnimenti e riavvii dell'impianto stesso.

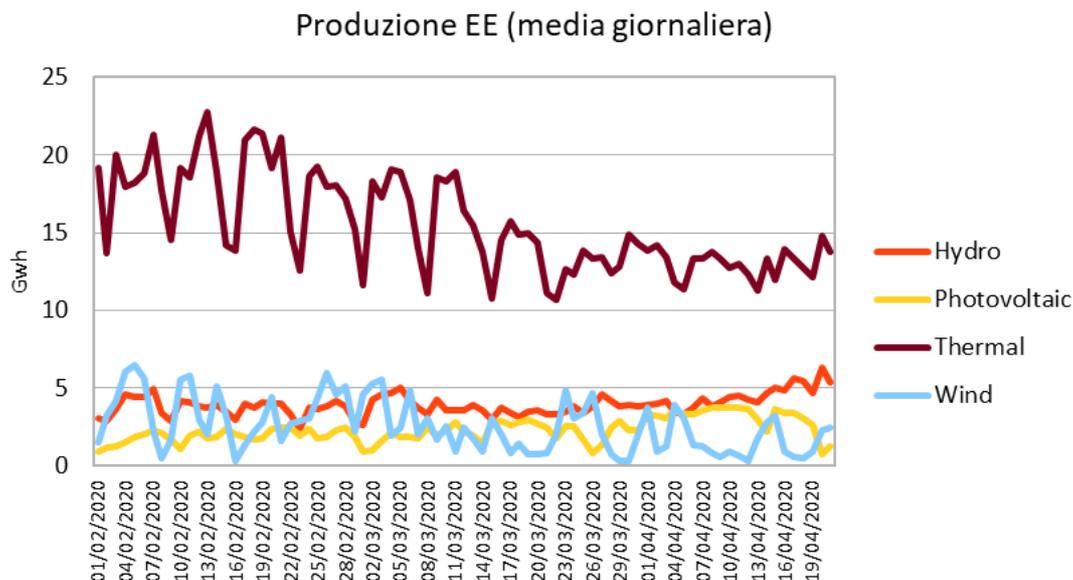


Figura 5.5 – Produzione di energia elettrica per fonte dal 1° febbraio al 20 aprile.

### 5.3 Traffico aereo

Tutti gli aeroporti presenti sul territorio del bacino padano mostrano un drastico calo dei movimenti aerei nel periodo del *lockdown*.

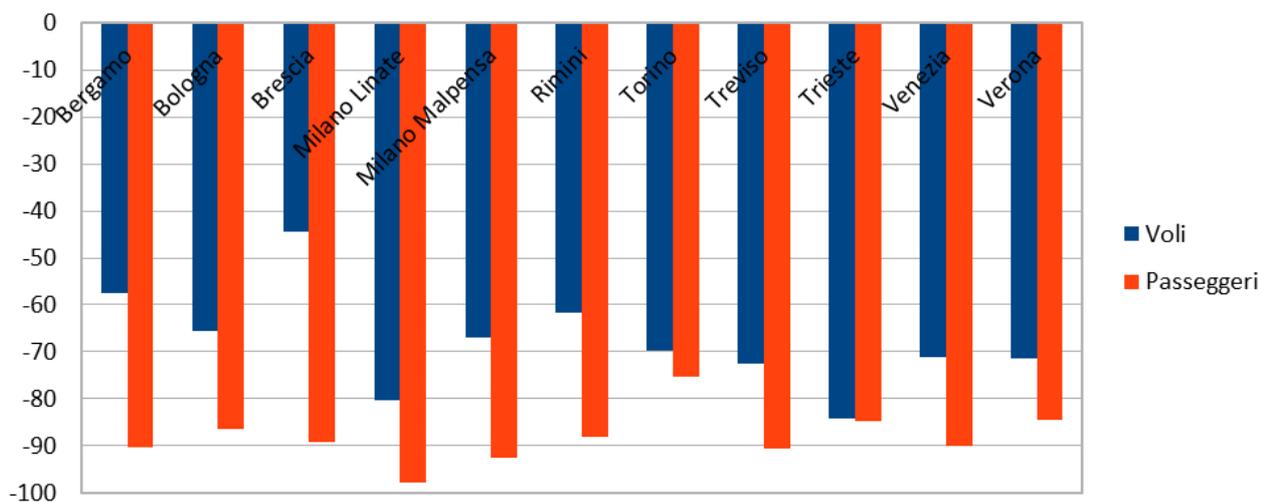


Figura 5.6 – Voli aerei, passeggeri trasportati marzo 2020

Si riporta l'andamento dei voli giornalieri per il mese di marzo forniti dagli aeroporti di Venezia, Torino, Milano e Trieste. Analizzando l'andamento settimanale a partire dal 14 febbraio si evidenzia che la crisi internazionale aveva provocato una riduzione dei voli. Al progredire delle limitazioni tale attività si è ridotta fino a un blocco pressoché totale.

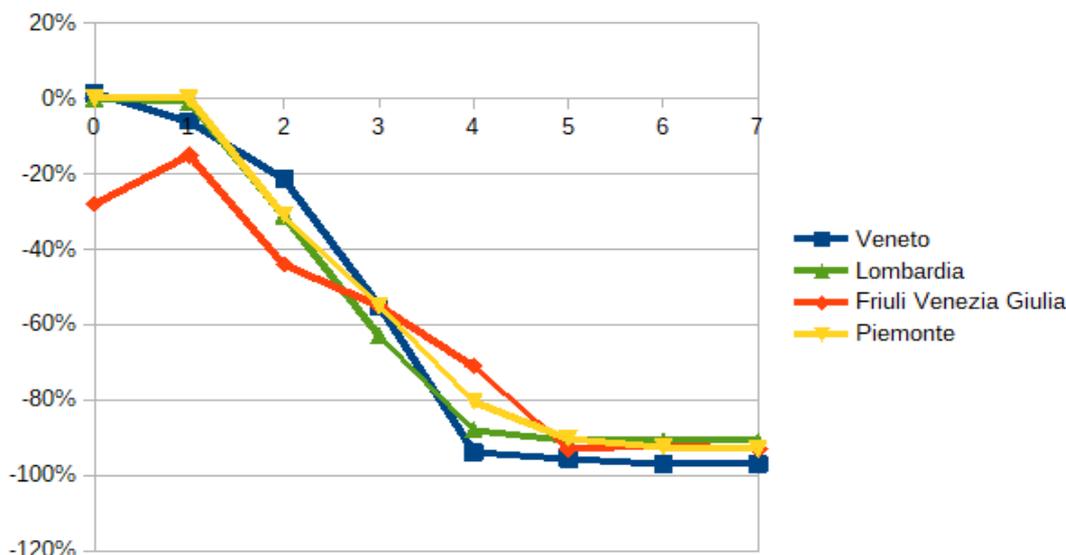


Figura 5.7 – Voli aeroporto Trieste – Venezia – Torino – Milano per settimana di lockdown

## 6. STIMA DELL' IMPATTO DELLE MISURE DI CONTENIMENTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Per stimare l'impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria che respiriamo, si deve confrontare lo scenario reale con uno scenario ipotetico "NO-LOCKDOWN", cioè con la situazione che si sarebbe verificata in assenza di limitazioni della mobilità individuale e di molte attività.

In questo studio, lo scenario reale è dato dalle misure delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, mentre lo scenario "NO-LOCKDOWN" non è direttamente misurabile. Infatti, una primavera 2020 senza *lockdown* non avrebbe registrato le stesse concentrazioni del 2019 né degli anni precedenti, e neppure le stesse dei primi mesi del 2020, dato che la meteorologia - fattore cruciale per la qualità dell'aria - cambia di anno in anno e con le stagioni.

Perciò lo scenario "NO-LOCKDOWN" è stato ricostruito con i modelli chimici e di trasporto NINFA-ER e FARM-PI, descritti in dettaglio in Appendice 1, simulando la qualità dell'aria su tutto il Nord Italia nei primi mesi del 2020. Per questa ricostruzione si è usata la meteorologia reale del 2020 e le emissioni attese in un anno "normale", cioè privo di *lockdown*. La simulazione dei primi due mesi dell'anno, prima dell'adozione delle misure restrittive, consente di calibrare i modelli aggiustandoli ai dati osservati dalle centraline. Dopo questa fase di calibrazione, i due scenari cominciano a divergere tra loro, e la differenza tra di essi può essere attribuita alle riduzioni emissive determinate dal *lockdown*.

La Figura 6.1 rappresenta le riduzioni percentuali dello scenario reale rispetto allo scenario ipotetico "NO-LOCKDOWN". Per il biossido di azoto NO<sub>2</sub> le riduzioni a fine marzo arrivano a valori mediani sul Bacino Padano di circa 35-50%, mentre per il PM<sub>10</sub> le riduzioni sono minori, più differenziate per area geografica, più variabili nelle varie settimane, ma raggiungono comunque una riduzione mediana del 15-30%.

Il metodo è stato sottoposto a una controprova, applicandolo al 2018. In un anno senza *lockdown* ci si aspetta che scenario reale e scenario ipotetico "NO-LOCKDOWN" non abbiano una tendenza divergente e che gli scarti tra essi siano ridotti. Effettivamente in questo caso non si osserva alcuna tendenza e gli scarti mediani tra i due scenari sono compresi tra -15% e +15%. Ciò dà una misura dell'affidabilità e robustezza del metodo di analisi. Inoltre, è interessante notare come i risultati dei due modelli NINFA-ER e FARM-PI siano assai simili tra loro, sia come andamenti sia come valori di riduzione stimati, il che avvalorata ulteriormente la bontà del metodo.

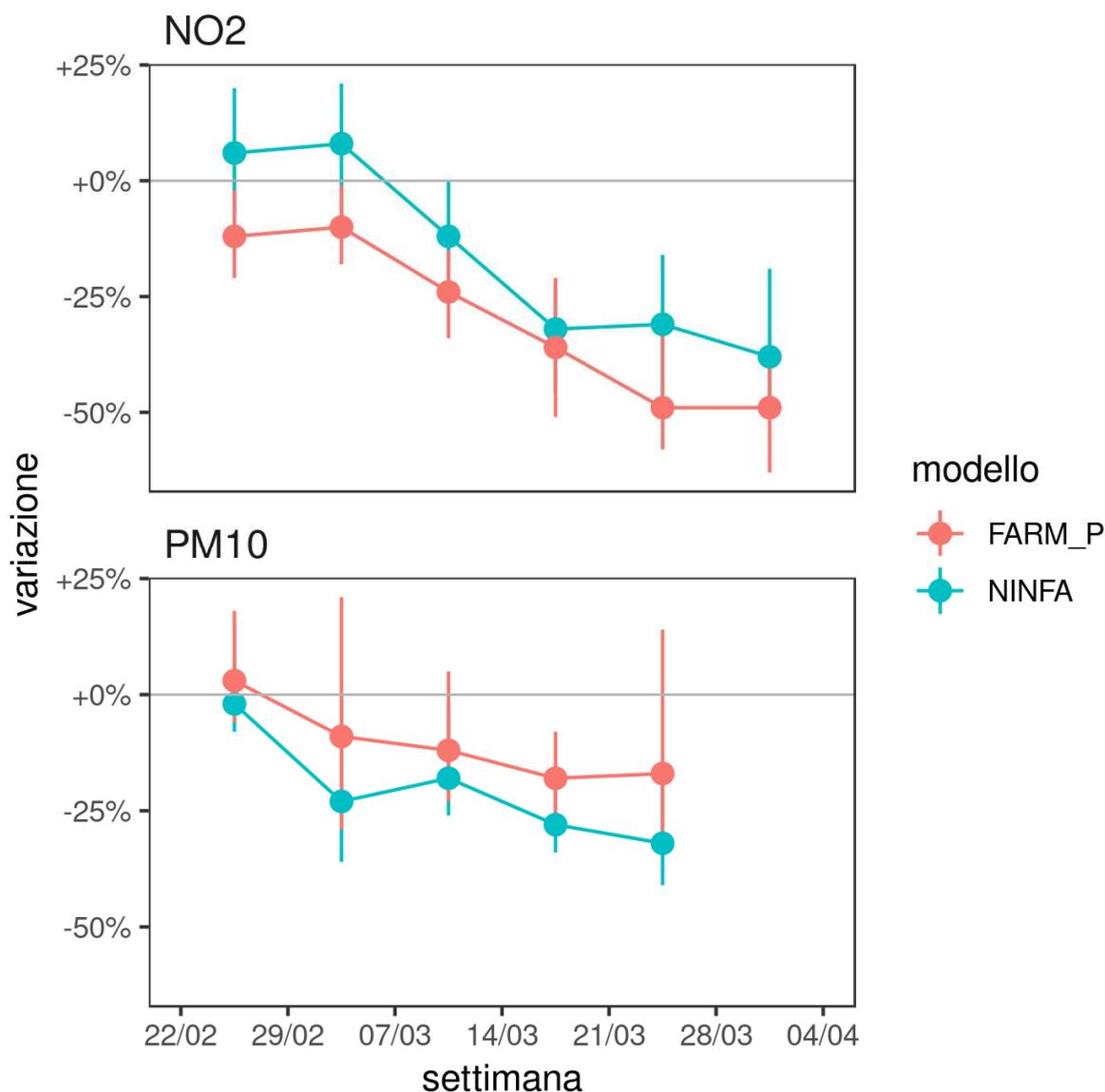


Figura 6.1 – Riduzione percentuale tra scenario reale e scenario “NO-LOCKDOWN”. In alto NO2, in basso PM10. In rosso gli andamenti relativi al modello FARM\_P, in blue a NINFA. I pallini rappresentano la mediana le barre il 25° ed il 75° percentile della distribuzione

## 7. DISCUSSIONE

Questo rapporto analizza il comportamento dei principali inquinanti atmosferici durante il primo periodo di *lockdown* (febbraio-marzo 2020), connesso alle misure sanitarie assunte per contrastare la pandemia da COVID-19. In particolare, sono state analizzate:

- Le concentrazioni degli inquinanti osservate nelle varie stazioni di monitoraggio poste nel bacino padano, confrontate con quelle misurate del periodo precedente e con quelle misurate negli stessi periodi degli anni precedenti, dal 2016 al 2019;
- L’andamento meteorologico nei periodi presi in esame;
- Gli andamenti dei principali determinanti che generano pressioni sull’ambiente atmosferico;
- I flussi di massa emessi, stimati attraverso delle proxy prese come riferimento;

- e. Le differenze ottenute tra gli scenari modellistici contenenti i livelli emissivi di anni senza *lockdown* e la meteorologia del periodo di *lockdown*, e i dati osservati dalle stazioni di monitoraggio.

I principali risultati ottenuti hanno evidenziato quanto segue:

1. Gli inquinanti gassosi presi in considerazione, benzene, monossido e biossido di azoto, , hanno mostrato cali importanti sia rispetto ai mesi di marzo 2016-2019 sia rispetto ai periodi precedenti il *lockdown*. In particolare, gli andamenti delle concentrazioni hanno mostrato una graduale diminuzione da gennaio a fine febbraio e particolarmente evidente nel mese di marzo 2020. Tali decrementi hanno raggiunto valori - nelle stazioni da traffico veicolare - fino al 58% per l'NO e al 33% e 38% rispettivamente per benzene e NO<sub>2</sub>. Il confronto con il periodo medio degli anni precedenti ha mostrato come le concentrazioni di questi gas presentino valori ampiamente inferiori alla media e prossimi ai valori minimi della media.

L'analisi del giorno tipo evidenzia anche una sensibile diminuzione dei picchi legati alle ore di punta. La presenza dei due massimi alla mattina e alla sera tuttavia - ancora ben visibili sebbene vi siano state importanti riduzioni delle emissioni - portano a ritenere che il ciclo giornaliero dello strato atmosferico superficiale (PBL) risulti determinante per la modulazione oraria del giorno tipo.

La valutazione delle variazioni emissive ha evidenziato una diminuzione delle emissioni di ossidi di azoto massima settimanale dell'ordine del 40% (Regione Emilia-Romagna) con variazioni da settimana a settimana e andamenti simili nelle varie regioni.

Infine, anche dallo scenario modellistico definito "No-lockdown" si sono evidenziate delle riduzioni mediane su tutto il bacino padano di circa il 35-50% nell'ultimo periodo di marzo.

In sintesi, per quanto riguarda gli inquinanti primari, tutti gli indicatori scelti confermano una riduzione importante delle concentrazioni atmosferiche, rispetto a quanto sarebbero state se non ci fossero state le misure di *lockdown*. I valori di riduzione, considerate le incertezze di stima, di valutazione e di misura, si muovono in un range compreso tra il 30 e il 50%.

2. Gli inquinanti in fase solida presi in considerazione, PM10 e PM2.5, che, come è noto, hanno un'origine mista, sia primaria sia secondaria hanno mostrato una dinamica complessa, frutto di aspetti termodinamici e cinetici. Relativamente al PM10, sebbene la mediana delle stazioni indagate non abbia mostrato variazioni marcate rispetto alla media dei mesi di marzo degli anni precedenti, nello stesso periodo è risultato altrettanto osservabile un calo dei valori più alti, a dimostrazione di una distribuzione di frequenza spostata verso concentrazioni più basse. Sono risultate altrettanto evidenti le diminuzioni di entrambe le frazioni di aerosol - PM10 e PM2.5 - a causa del rimescolamento causato da eventi meteorologici, come il brusco calo osservato a fine febbraio. Di segno opposto è stato invece il notevole aumento avvenuto a fine marzo a causa di un trasporto di masse d'aria ricca di polvere dai deserti dell'area del Caspio, dove però la componente dominante di tipo grossolano ha fatto aumentare enormemente i valori della frazione PM10 ma molto meno la frazione PM2.5. Oltre a questo, i periodi con valori più alti di PM10, durante il mese di marzo, sono tutti legati a fasi di stagnazione e ridotto ricircolo, come ben evidenziato dall'analisi meteorologica.

È importante notare che i superamenti del valore limite quotidiano di 50 µg/m<sup>3</sup> di PM10 - se si esclude il periodo legato al trasporto transfrontaliero di polveri - risultano avvenuti nei giorni tra il 10 e il 13 marzo e tra il 17 e il 19 marzo, giorni in cui l'indice di stagnazione si presentava elevato e le condizioni erano quindi di accumulo.

Si può ipotizzare che tali condizioni possano essere state ulteriormente enfatizzate sia a causa di un possibile aumento dei consumi di combustibile, principalmente gas e legna, per riscaldamento domestico durante il *lockdown* con conseguente leggero incremento delle emissioni primarie di particolato, sia dalla



presenza di emissioni di ammoniaca legate alle pratiche agricole che nel mese di marzo vedono generalmente un incremento delle fertilizzazioni e degli spandimenti rispetto al periodo invernale precedente.

Tuttavia, per poter essere più precisi su tali aspetti è necessario attendere i risultati delle fasi successive, quando l'analisi della composizione del particolato potrà confermare o meno questi contributi.

Per cercare di comprendere al meglio le origini e le sorgenti dell'aerosol è infatti necessario considerare le emissioni di ammoniaca: è nota l'importanza di questo gas nella formazione dei sali d'ammonio - assieme agli ioni nitrato e solfato - che possono contribuire a formare notevoli quantità di masse di particolato. L'ipotesi più probabile potrebbe essere che l'emissione di ammoniaca, vista la sua origine principale da allevamenti zootecnici e spandimenti su terreni, durante il periodo di *lockdown* di marzo 2020, non sia mutata sensibilmente rispetto a quella degli anni precedenti. Ciò potrebbe avere avuto dei riflessi sulla formazione di aerosol secondario di tipo inorganico. Tuttavia, sebbene le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> mostrino andamenti in linea con quelle del PM<sub>10</sub> e il confronto tra le due frazioni evidenzia un trend tipico della stagione fredda con la presenza di una componente secondaria importante, per poter essere più precisi su tale argomento è necessario attendere i risultati delle fasi successive.

In sintesi, quindi, la difficoltà di spiegare il comportamento degli aerosol - che è funzione dei meccanismi chimico-fisici coinvolgenti sia i precursori sia i primari una volta immessi in atmosfera - non permette ad oggi di trarre conclusioni certe. Tuttavia, da questa prima analisi e con le assunzioni fatte, si può affermare che la riduzione delle emissioni di PM<sub>10</sub> non sembra aver portato a decrementi particolarmente significativi, sebbene sia stata evidenziata dalle misure di qualità dell'aria una diminuzione della frequenza delle concentrazioni più elevate rispetto al quadriennio precedente; questo minor effetto sulle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rispetto all'NO<sub>2</sub> può essere legato sia all'aumento stimato di emissioni da riscaldamento civile e quindi anche da biomassa legnosa, sia al ruolo svolto dalle emissioni ammoniacali generate dalle attività agricole e zootecniche sulla formazione di particolato secondario, sia alla meteorologia particolarmente sfavorevole in alcuni giorni.

## 8. CONCLUSIONI

Come è noto le principali criticità sulla qualità dell'aria nel bacino padano riguardano il superamento del valore limite annuale e giornaliero di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>. Questo determina rilevanti impatti sulla salute della popolazione. Nell'ambito del progetto PREPAIR si è valutato (rif.to Action A3 [3] e [5]) che la piena applicazione delle misure previste dai piani per la qualità dell'aria delle regioni e dagli accordi interregionali e nazionali, oltreché dal progetto stesso, consentirebbe di ottenere il rispetto dei limiti su gran parte della pianura padana, riducendo significativamente l'esposizione della popolazione agli agenti inquinanti.

Per poter incidere sulla concentrazione di PM e NO<sub>2</sub>, i piani hanno previsto misure che agiscono non solo sulle emissioni dirette di questi inquinanti, ma anche sui principali precursori, ovvero quegli inquinanti che danno luogo al complesso di processi fisico-chimici che, sotto l'influenza delle condizioni meteorologiche, determinano la formazione di PM cosiddetto secondario. Si tratta di ammoniaca (NH<sub>3</sub>), composti organici volatili (COV) e ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>), oltre che gli stessi ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>). Le emissioni di questi precursori sono dovute a molte attività umane (traffico, agricoltura, riscaldamento degli ambienti, industria).

Le riduzioni emissive associate allo scenario dei piani e delle misure di PREPAIR, che consentirebbero di rientrare nei limiti sono dell'ordine del 40% per PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> e del 20 % per NH<sub>3</sub>, e sono riepilogate nella Tabella 8.1.



		Emissions to be reduced in all macro-sectors (CLE-Plans-Agreements-PREPAIR)		Macro-sector reductions (CLE-Plans-Agreements-PREPAIR)	Reductions for CLE macro-sector
		% reduction compared to 2013	Tons	Tons per macro sector (MS)	
				MS7	MS7
<b>NO<sub>x</sub></b>		39%	147528	115484	94487
				MS2	MS2
<b>PM10</b>		38%	29876	20887	2485
				MS10	MS10
<b>NH<sub>3</sub></b>		22%	54170	52285	-5399

Tabella 8.1 – REPORT OF PREPAIR PROJECT - ACTION A3 “Preliminary assessment of the Air Quality Plans”  
<http://www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-16>

Le valutazioni delle **variazioni emissive** relative al periodo di *lockdown* possono essere messe a confronto con le riduzioni obiettivo dei piani. Questo confronto indica che:

- Le emissioni di NO<sub>x</sub> hanno avuto un decremento comparabile a quello previsto dai piani, con un massimo settimanale dell’ordine del 40% (variazioni da settimana a settimana e andamenti simili nelle varie regioni). Questo decremento è attribuibile principalmente alla riduzione della circolazione dei veicoli che ha raggiunto l’ 80% per i veicoli leggeri ed il 50 – 60 % dei veicoli commerciali pesanti.
- Le emissioni di PM10 (primario) hanno avuto un decremento massimo settimanale dell’ordine del 14%, sensibilmente inferiore a quello previsto dai piani (-40%), con variazioni da settimana a settimana e andamenti diversificati nelle varie regioni. Il minore decremento delle emissioni di PM10 è attribuibile principalmente al riscaldamento degli ambienti, le differenze tra le regioni sono dovute principalmente al diverso consumo di biomassa legnosa.
- Le emissioni di ammoniaca non risultano ridotte, in quanto le attività agricole/zootecniche, che emettono oltre il 90% dell’ammoniaca, non hanno subito variazioni durante il *lockdown*. Piccole variazioni (-1% circa) sono dovute alla riduzione dei veicoli circolanti (marmitte catalitiche).

Come si è visto, in questo quadro emissivo **le concentrazioni dei gas** (NO<sub>2</sub>, NO, benzene) nel mese di marzo 2020 hanno subito decrementi importanti se paragonati al periodo medio 2016-2019: NO -58%, NO<sub>2</sub> – 38%, benzene -33% nelle stazioni da traffico (tabella 3.1). La **concentrazione di PM10** invece, mostra una riduzione nel mese di marzo, ma meno marcata: - 19 e - 14% rispettivamente nelle stazioni da traffico e di fondo. La concentrazione di PM, pur ridotta, si mantiene all’interno della variabilità degli anni precedenti (2016-2019), con un andamento temporale che non segue l’andamento dei gas (disaccoppiamento). L’andamento del PM10 risulta coerente con il PM2.5, in quanto, soprattutto nel periodo invernale, il PM10 è composto principalmente dal PM2.5 (Figura 3.4).

Questi dati evidenziano ancora una volta la complessa dinamica del PM e delle relazioni tra emissioni di precursori e trasporto, diffusione e processi fisico-chimici che determinano la formazione del PM secondario, che costituisce una parte rilevante (dell’ordine del 70%) del PM10.

Questa dinamica, come si è visto, anche con emissioni ridotte, è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche e può portare ad episodi di superamento dei valori limite, seppure di intensità molto inferiore rispetto a quella che si avrebbe in condizioni di emissioni usuali.



Per valutare l'impatto sulla concentrazione di PM10 e NO<sub>2</sub> delle variazioni emissive si è fatto ricorso (capitolo 6) a due diversi modelli chimici di trasporto e dispersione che permettono di stimare le riduzioni percentuali dello scenario reale rispetto ad uno scenario ipotetico nel quale le emissioni non sono variate (scenario "NO-LOCKDOWN"). I risultati dei due modelli risultano tra loro coerenti ed indicano che per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) le riduzioni a fine marzo arrivano a valori mediani sul Bacino Padano di circa 35-50%, mentre per il PM10 le riduzioni sono minori, più differenziate per area geografica, più variabili nelle varie settimane, ma raggiungono comunque una riduzione mediana del 15-30%. In altre parole, in assenza del *lockdown*, nelle medesime condizioni meteorologiche, la concentrazione di NO<sub>2</sub> sarebbe stata circa il doppio e la concentrazione di PM sarebbe stata superiore di circa 1/3.

Le principali ipotesi per spiegare le cause della relativamente meno efficace riduzione del PM rispetto a NO<sub>2</sub> sono:

- le emissioni di PM10 primario non sono state sufficientemente ridotte, a causa in particolare delle emissioni dovute al riscaldamento degli ambienti;
- alcuni precursori, principalmente (NH<sub>3</sub>) non sono diminuiti. La miscela dei gas precursori potrebbe essere rimasta tale da mantenere un elevato potenziale di produzione di secondario anche in presenza di proporzioni variate (meno NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> costante);
- l'elevata insolazione di marzo ha aumentato la produzione di PM secondario di origine fotochimica.

Nella seconda fase dello studio si dovranno quindi verificare queste ipotesi in base ai dati derivanti dalle analisi chimiche previste all'interno del progetto PREPAIR (rif.to azione A4) che permetteranno di comprendere se e come la composizione del particolato, soprattutto del secondario, sia cambiata.

Questi primi risultati sembrano confermare la strategia dei piani di qualità dell'aria adottati dalle Regioni e Province autonome del Bacino del Po, oltretutto degli accordi interregionali, incentrata su interventi plurisetoriali e multi-inquinante a larga scala. In particolare, i risultati dello studio, seppur preliminari, portano a confermare alcuni punti chiave della pianificazione:

- A. Il raggiungimento degli obiettivi europei di qualità dell'aria rende necessario conseguire riduzioni delle emissioni di NO<sub>x</sub> dell'ordine del 40%. Queste variazioni sembrano essere sufficienti per ridurre la concentrazione in aria di NO<sub>2</sub> e confermano la necessità di agire sul settore dei trasporti attraverso azioni finalizzate alla diminuzione consistente dei flussi di traffico ed alla promozione di modalità di spostamento più sostenibili (mobilità ciclistica, elettrica, micro-mobilità, ecc.).
- B. La riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> dell'ordine del 40% sull'intera pianura padana, accompagnata da una riduzione delle emissioni di PM primario dell'ordine del 14% può non essere sufficiente, nelle condizioni meteorologiche di stagnazione tipiche della pianura padana, a garantire il rispetto del valore limite giornaliero e annuale. Sono quindi necessarie misure che consentano di ridurre maggiormente le emissioni di PM10 primario, in particolare nell'ambito del riscaldamento degli ambienti. È inoltre necessario agire anche sulle emissioni dei precursori non direttamente legate al settore dei trasporti, come l'ammoniaca derivante dalle attività agricole/zootecniche.

Nella seconda parte dello studio PREPAIR si è programmato di approfondire le analisi in modo da verificare e consolidare queste conclusioni preliminari con l'obiettivo di ottenere ulteriori elementi di conoscenza necessari ad impostare la prossima fase di pianificazione in materia di qualità dell'aria.

## 9. Riferimenti

1. GRANT AGREEMENT LIFE15 IPE/IT/000013 LIFE-IP PREPAIR, 2019, Amendment n. 3, Annex II-bis "Description of the Project"- Project official website :<http://www.lifeprepare.eu/>(accessed 2020).
2. Marongiu,A., Angelino,E., Fossati,G., Moretti,M., Pantaleo,A., Peroni,E. (2019).LIFE IP PREPAIR ACTION A.1 Emissions data set - Final Report, 2019.[online] [http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset\\_final-report.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf) (accessed 2020).
3. Stortini,M., Amorati,R., Deserti,M., Ramponi,L., Carbonara,C., Raffaelli,K., Pillon,S., Bonafè,G., Petrini,A., Clemente,M., Zublena,M., Pession,G., Laiti,L., Buganza,E., Rus,M., Bec,D., Matavž,L., Ciglencečki,D., Žabar,R., Turšič,J., (2019). LIFE IP PREPAIR ACTION A3 Preliminary assessment of the Air Quality Plans - Final Report.[online] <http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/PRELIMINARY-ASSESSMENT-OF-THE-AIR-QUALITY-PLANS.pdf> (accessed 2020).
4. Doms, G.; Baldauf, M. A (2020). Description of the Non Hydrostatic Regional COSMO-Model. Part I: Dynamics and Numeric. User Guide Documentation. 2018. Available online: [www.cosmo-model.org](http://www.cosmo-model.org) (accessed on 10 January 2020)
5. Raffaelli,K., Deserti,M., Stortini,M., Amorati,R., Vasconi,M., Giovannini,G., (2020). Improving Air Quality in the Po Valley-Italy: Some Results by the Life-IP-PREPAIR Project. <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/4/429> (accessed 2020).
6. Lanzani,G., D'Angelo,L., Cuccia,E., Corbella,L., Dal Santo,U., Colombi,C., Algieri,A., Poluzzi,V., Ferrari,S., Bacco,D., Deserti,M. (2020). Analisi delle concentrazioni di ammoniaca e delle componenti secondarie inorganiche del PM10 nel bacino padano nell'inverno 2019/2020 (IN STAMPA).



## 10. Appendici

10.1 Metodologia per la stima dell'impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria

10.2 Distribuzione di frequenza del PM10

10.3 Cronosintesi delle misure di *lockdown*



## 10.1 Metodologia per la stima dell'impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria

In questa analisi preliminare, l'effetto delle misure di isolamento (lockdown) è stato stimato analizzando le concentrazioni simulate dai modelli NINFA-ER e FARM-PI ottenute con emissioni BAU (business as usual) a confronto con i dati di qualità dell'aria osservati nel periodo in cui lo scenario emissivo reale è cambiato. L'analisi va letta come completamento dell'analisi sulle emissioni, sui dati osservati di concentrazione e sulle condizioni meteorologiche del periodo, e si pone come primo tentativo di screening per valutare gli effetti della riduzione delle emissioni a parità di condizioni meteorologiche, fermo restando che un'analisi più strutturata necessita di simulazioni di scenario con modelli CTM (chemical transport model) e verrà affrontata nei prossimi mesi.

Il sistema modellistico FARM-PI implementato da ARPA Piemonte utilizza come modello di chimica e trasporto FARM (Flexible Air Quality Regional Model). Il sistema è multiscala, lavora su due domini innestati in two-way nesting, il più esterno (utilizzato ai fini del presente lavoro) comprende tutto il nord Italia con una risoluzione orizzontale di 8 km (rappresentato in Figura 10.1), il più interno comprende tutta la regione Piemonte con una risoluzione orizzontale di 4 km. Il sistema modellistico è operativo dal 2006 producendo quotidianamente le previsioni per il giorno in corso ed i due giorni successivi; il sistema fa parte degli strumenti previsti dal Piano di Valutazione della Regione Piemonte ai sensi del d.lgs 155/2010 ed è attualmente configurato ed implementato con le seguenti caratteristiche:

- *driver meteorologico COSMO-15*, parametri di turbolenza, coefficienti di diffusività e velocità di deposizione calcolate con il modello diagnostico SurfPRO;
- *condizioni al contorno sul dominio esterno* desunte dai campi di concentrazione su scala continentale messi a disposizione dal sistema *Prev'Air* ([www2.prevair.org](http://www2.prevair.org));
- *inventario delle emissioni*: inventario PREPAIR base 2013, realizzato nell'ambito del progetto ([http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset\\_final-report.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf)) sulle regioni partner del progetto; sulle restanti regioni italiane inventario ISPRA, sul resto del dominio emissioni EMEP; emissioni biogeniche derivanti dal modello MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature); modulazioni temporali specifiche e differenti da quelle del caso base PREPAIR 2013.
- *FARM* versione 4.13 con parallelizzazione ibrida OpenMp-MPI, schema chimico SAPRC99 (Carter, 2000) e schema per gli aerosols AERO3 (Binkowsky and Roselle, 2003).

Il sistema modellistico NINFA implementato da ARPAE Emilia-Romagna utilizza come modello di chimica e trasporto CHIMERE. Il sistema è multiscala, lavora su diversi domini innestati: un dominio che comprende il nord Italia e la Slovenia con una risoluzione orizzontale di circa 5km (rappresentato in Figura 10.1) utilizzato ai fini del presente lavoro ed un dominio più interno centrato sull'Emilia Romagna con una risoluzione di 3 km. Il sistema modellistico è operativo dal 2004 producendo quotidianamente le previsioni per il giorno in corso ed i due giorni successivi. Nell'ambito del progetto PREPAIR il sistema è attualmente configurato ed implementato con le seguenti caratteristiche:

- *driver meteorologico COSMO-15*, parametri di turbolenza ed altri parametri relativi al boundary layer calcolati dal preprocessore meteo di CHIMERE;
- *condizioni al contorno sul dominio* ottenute dai campi di concentrazione su scala nazionale prodotti nell'ambito del progetto nazionale Mirror Copernicus ASI-SNPA;
- *inventario delle emissioni*: inventario PREPAIR base 2013 realizzato nell'ambito del progetto ([http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset\\_final-report.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf)) sulle regioni partner del progetto, sulle restanti regioni italiane inventario ISPRA, sul resto del dominio



emissioni EMEP; emissioni biogeniche derivanti dal modello MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature);

- CHIMERE versione 2017 (<http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/>)

Per lo studio dell'andamento delle concentrazioni stimate dai due modelli sul bacino padano è stato utilizzato un insieme di dati da stazioni in prevalenza urbane (in totale 115 stazioni), appartenenti alle regioni Val d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna. In Figura 10.1 è riportata la localizzazione delle stazioni sul territorio con l'indicazione del dominio di calcolo dei due sistemi modellistici.

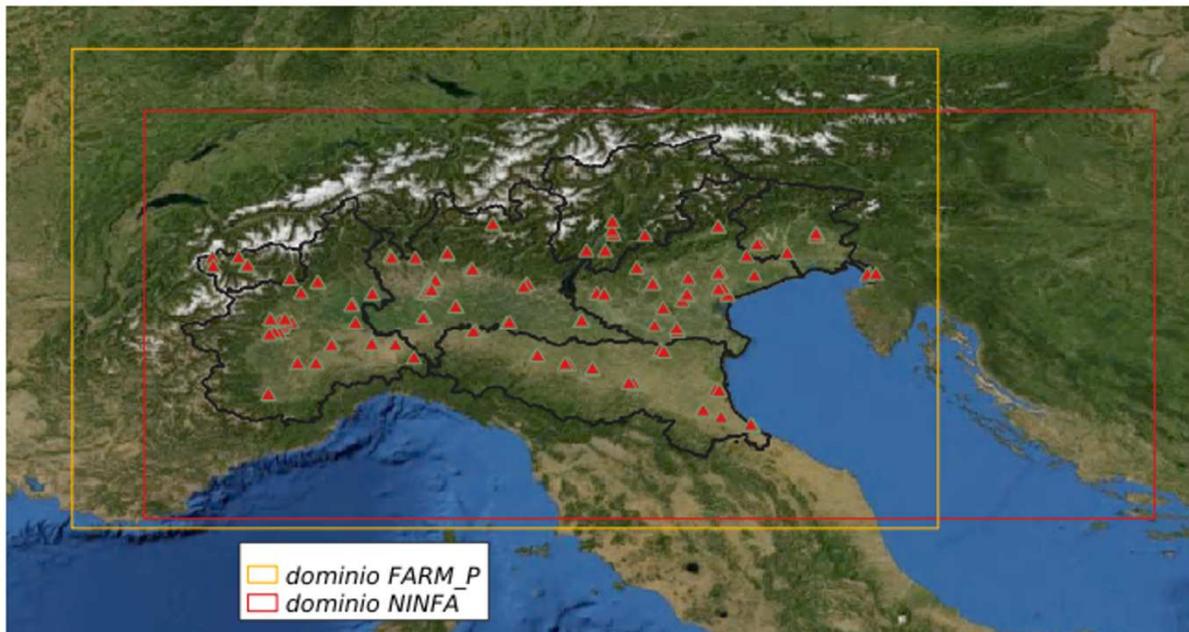


Figura 10.1 – Domini di calcolo dei sistemi modellistici e localizzazione delle stazioni di qualità dell'aria utilizzate nell'analisi.

È stata condotta un'analisi preliminare sulle prestazioni dei due sistemi nel periodo 01 gennaio 2020 - 31 marzo 2020 per mezzo dello studio delle serie temporali delle concentrazioni osservate e simulate, nonché delle loro differenze. L'analisi preliminare ha portato, da un lato, ad individuare NO<sub>2</sub> come inquinante più significativo per lo studio e dall'altro a definire i periodi di riferimento plausibilmente coerenti per il comportamento dei modelli al variare dello scenario emissivo reale.

Sono stati individuati sette periodi: il primo è quello pre emergenza (dal 21-01-2020 al 21-02-2020), mentre, dal 22-02-2020, si è utilizzata una suddivisione settimanale (6 settimane di Tabella 4.1, coerenti con l'analisi sulle riduzioni emissive) del periodo di lockdown.

La metodologia proposta nell'analisi utilizza la riduzione relativa per valutare come cambia la risposta, in termini di performance rispetto alle osservazioni, del modello nel momento in cui lo scenario emissivo reale cambia significativamente rispetto allo scenario emissivo utilizzato nelle simulazioni modellistiche.

Si è proceduto stimando la correzione  $C$  rispetto ai dati osservati in periodo pre emergenza e si è applicata la medesima correzione ai periodi successivi, ottenendo per ognuno il modello corretto  $S$ . La differenza residua è supposta dipendere dalla sola variazione dello scenario emissivo.

Per ciascun periodo, la riduzione relativa  $R$  viene quindi stimata come la differenza tra le osservazioni e il modello corretto, in rapporto al modello corretto, secondo le seguenti relazioni:

$O_i$  osservato medio sul periodo  $i$ -esimo,

$M_i$  modello medio sul periodo i-esimo

$C = O_0 - M_0$  differenza osservato - modello nel periodo pre-emergenza

$S_i = M_i + C = M_i + O_0 - M_0$  differenza osservato - modello corretto nel periodo i-esimo

$R_i = (O_i - S_i) / S_i$  riduzione relativa nel periodo i-esimo

Il calcolo viene effettuato per ognuno dei due sistemi modellistici per ogni stazione del dataset di confronto (estrazione tramite interpolazione bilineare sulle coordinate delle stazioni dei valori simulati); nelle tabelle e nei grafici seguenti viene riportata, per ciascun periodo settimanale a partire dal 22-02-2020, la distribuzione dei valori di R, indicando i quartili centrali (25esimo, 50esimo, 75esimo percentile).

Per l'analisi sul PM10 si sono considerate le prime cinque settimane del periodo in esame, escludendo i giorni dal 27 al 30 marzo, quando si è registrato un incremento di concentrazioni, anomalo per il periodo, dovuto al trasporto di polvere dalla zona del lago d'Aral, come evidenziato nell'analisi meteorologica.

Per l'analisi sui dati di NO2, non influenzato dal trasporto di polveri, si sono invece considerate tutte le sei settimane del periodo in esame, senza esclusione di giorni.

Dal momento che il bias di un sistema modellistico (differenza tra osservato e simulato) ha una sua stagionalità, si è deciso di estendere l'analisi anche ad anni precedenti, per valutarne l'effetto. Purtroppo, la necessità di avere configurazioni omogenee (in termini di dati di ingresso e parametri del sistema) tra i sistemi modellistici, per non introdurre errori di altra natura nel bias, non ha permesso di utilizzare un periodo ampio di confronto, limitandolo al solo 2018 per il modello NINFA.

Dall'analisi dei risultati innanzitutto emerge un comportamento della riduzione relativa omogeneo tra i due sistemi, sia in termini di valori assoluti, sia in termini di andamenti settimanali. Questo garantisce robustezza dei risultati, che non dipendono dal modello utilizzato, bensì dal fenomeno analizzato.

Per il biossido di azoto l'andamento della riduzione relativa evidenzia nettamente l'effetto del lockdown, con valori mediani di R che decrescono per entrambi i modelli rapidamente dalla terza settimana (dal 07-03), quella in cui le misure sulla mobilità iniziano ad essere più restrittive, fino ad arrivare a fine marzo a riduzioni mediane dell'ordine del 49% per FARM\_PI e del 38% per NINFA rispetto al periodo pre-emergenza. Se confrontiamo i valori di R di NINFA per il 2020 ed il 2018 (Figura 10.2), possiamo osservare come nelle prime due settimane le distribuzioni siano sostanzialmente simili, mentre a partire dalla terza la riduzione di R tende ad essere più marcata nel 2020, arrivando a differenze per i valori mediani tra i due anni dell'ordine del 30% nella quarta e quinta settimana e del 20% nell'ultima. Dal momento che NINFA 2020 è confrontabile con NINFA 2018 è plausibile attribuire questa riduzione agli effetti legati al lockdown.

Per il PM10 i risultati ottenuti non sono altrettanto chiari. Si nota sempre un comportamento abbastanza omogeneo tra i due sistemi modellistici, con valori mediani di R che diminuiscono dalla seconda settimana, indicano sempre una riduzione rispetto al periodo pre-emergenza, riduzione comunque inferiore (soprattutto per FARM\_PI) alle corrispondenti calcolate per il biossido di azoto.

In conclusione, l'analisi condotta mostra risultati sufficientemente robusti per il biossido di azoto e rimanda all'esigenza, per il PM10, di effettuare un'analisi più complessa, con simulazioni di scenario tramite modelli CTM ed analisi di composizione chimica del particolato.

NO2 2020

	22-02-2020			29-02-2020			07-03-2020			14-03-2020			21-03-2020			28-03-2020		
	q25	q50	q75															
NINFA ER	-0.07	0.06	0.2	-0.09	0.08	0.21	-0.21	-0.12	0	-0.46	-0.32	-0.22	-0.49	-0.31	-0.16	-0.5	-0.38	-0.19
FARM Pi	-0.21	-0.12	-0.02	-0.18	-0.10	-0.01	-0.34	-0.24	-0.15	-0.51	-0.36	-0.21	-0.58	-0.49	-0.29	-0.63	-0.49	-0.37

PM10 2020

	22-02-2020			29-02-2020			07-03-2020			14-03-2020			21-03-2020 (*)		
	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75
NINFA ER	-0.08	-0.02	0.15	-0.36	-0.23	0	-0.26	-0.18	-0.02	-0.34	-0.28	-0.16	-0.41	-0.32	-0.16
FARM Pi	-0.06	0.03	0.18	-0.29	-0.09	0.21	-0.23	-0.12	0.05	-0.29	-0.18	-0.08	-0.31	-0.17	0.14

NINFA NO2

	22-02-2020			29-02-2020			07-03-2020			14-03-2020			21-03-2020			28-03-2020		
	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75
2020	-0.07	0.06	0.2	-0.09	0.08	0.21	-0.21	-0.12	0	-0.46	-0.32	-0.22	-0.49	-0.31	-0.16	-0.5	-0.38	-0.19
2018	24-02-2018			03-03-2018			10-03-2018			17-03-2018			24-03-2018			31-03-2018		
	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75	q25	q50	q75
	-0.03	0.09	0.28	0.01	0.13	0.27	-0.19	-0.06	0.07	-0.2	-0.01	0.16	-0.13	0.05	0.23	-0.39	-0.17	0.1

Tabella 10.1 – Riduzioni relative ottenute tramite modello FARM-Pi e NINFA per NO2 e PM10. Confronto NO2 2018-2020 modello NINFA.

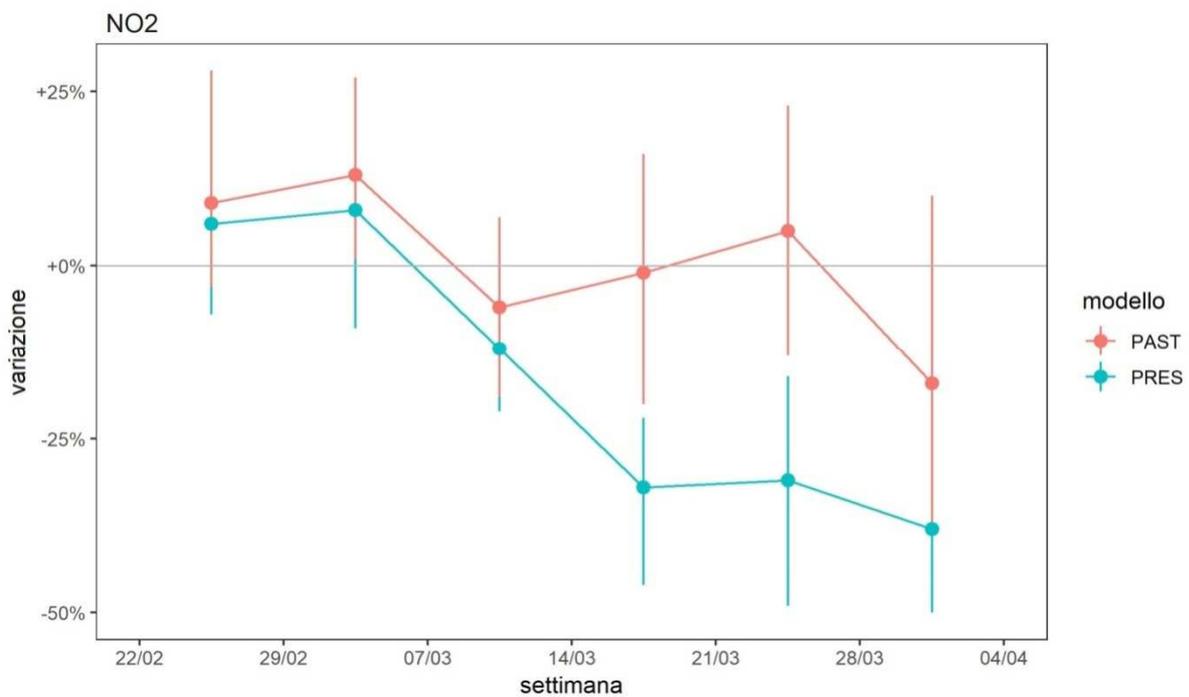


Figura 10.2 – Riduzione percentuale nel 2018 (rossa) e nello scenario "LOCKDOWN" (blu) per NO2 ottenuta con il modello NINFA. I pallini rappresentano la mediana le barre il 25° ed il 75° percentile della distribuzione

## 10.2 Distribuzione di frequenza del PM10

Nei grafici di Figura 10.3 è rappresentata sull'asse delle ordinate la frequenza, ossia il numero di volte che una certa concentrazione si è presentata nel mese di marzo, e in ascissa i valori misurati di PM10. I due istogrammi evidenziano una visibile differenza tra marzo 2020 e i mesi di marzo nel periodo 2016-2019, sia come frequenza che come range di valori.

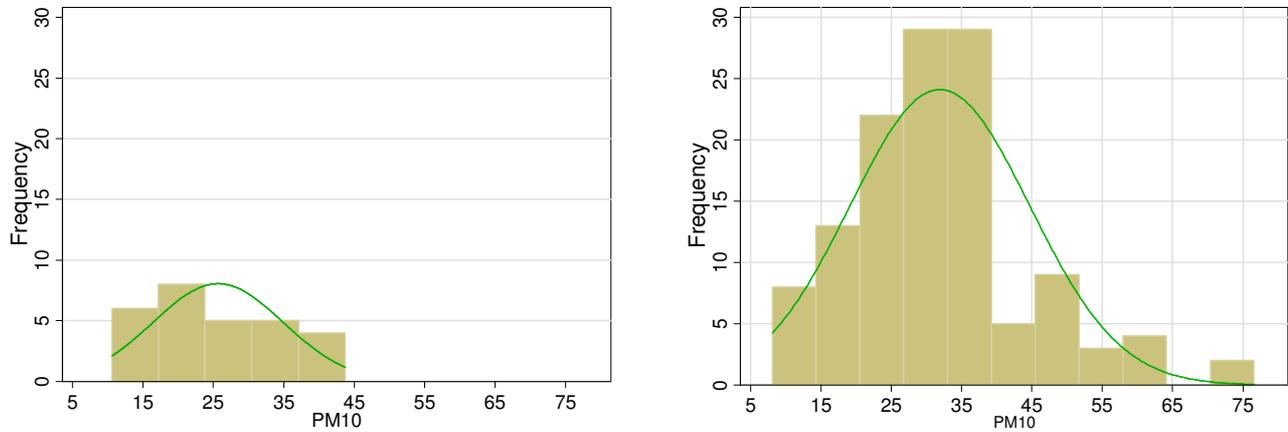


Figura 10.3 – Distribuzione di frequenza del PM10 medio giornaliero mediato sull'intero bacino (stazioni da traffico) nel mese di marzo 2020, a sinistra, e nei mesi di marzo negli anni 2016-2019 (comprensivo di tutti i giorni disponibili), a destra. Il mese di marzo 2020 è stato epurato dai giorni in cui era presente il contributo derivante dal trasporto di polveri dal mar Caspio.

### 10.3 Cronosintesi delle misure di *lockdown*

La Tabella sotto riportata include le principali misure di contenimento adottate nel periodo di *lockdown*. Si noti che il quadro non è esaustivo dei numerosi provvedimenti assunti dai singoli Enti, ma vuole costituire uno schema di riferimento delle misure maggiormente legate alle finalità del Report.

SETTIMANA	DATE SETTIMANA	PROVVEDIMENTO	MISURE DI LOCKDOWN	AREA DI INTERESSE
1	22/2-28/2	Ordinanza del 21 febbraio 2020	Misure urgenti di contenimento e sospensione delle attività commerciali, delle manifestazioni pubbliche, delle attività ludiche, attività scolastiche, etc..	Comuni lombardi (Codogno, Castiglione D'Adda, Casalpusterlengo, Fombio, Maleo, Somaglia, Bertonico, Terranova dei Passerini, Castelgerundo, San Fiorano)
		DPCM 23 febbraio 2020	Misure urgenti di contenimento	Comuni "zone rosse" delle Regioni Lombardia e Veneto
		Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Ministro della Salute e dal Presidente della Regione Emilia-Romagna il 23/02/2020 e decreto legge 23/2/2020 n. 6	Chiusura scuole	Emilia-Romagna
		Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Ministro della Salute e dal Presidente della Regione Veneto il 23/02/2020	Chiusura scuole	Veneto
		Decreto n°498 del 24/02/2020	Ulteriori misure applicative dell'ordinanza del 23 febbraio 2020- Riunioni in uffici pubblici ed attività di front-office	Regione Lombardia
		DPCM 25 febbraio 2020	Sospensioni eventi sportivi, viaggi di istruzione...	Regioni Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Veneto, Liguria e Piemonte
2	29/2-6/3	DPGR n. 24 del 1 marzo 2020 "Ordinanza regionale di sospensione delle attività didattiche nei giorni 2 e 3 marzo 2020		Piemonte
		DPGR n. 25 del 2 marzo 2020 "Ordinanza regionale di sospensione delle attività didattiche ed educative fino al giorno 8 marzo 2020		Piemonte



SETTIMANA	DATE SETTIMANA	PROVVEDIMENTO	MISURE DI LOCKDOWN	AREA DI INTERESSE
2	29/2-6/3	DPCM 4 marzo 2020 del 4 marzo 2020 (Misure riguardanti il contrasto e il contenimento sull'intero territorio nazionale del diffondersi del coronavirus)		Intero territorio nazionale
		Ordinanza contingibile e urgente n. 1, "Misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-2019", firmata dal Presidente della Provincia	Chiusura scuole	Trentino
		Linee Guida della Provincia Autonoma di Trento (DPCM 4 marzo 2020) firmate dal Presidente della Provincia	Sospensioni eventi sportivi, viaggi di istruzione...	Trentino
3	7/3-13/3	DPCM 8 marzo 2020	<p>Divieto di spostamento delle persone fisiche in entrata e in uscita dai territori e all'interno di essi, non motivato da comprovate esigenze lavorative o situazioni di necessità o motivi di salute.</p> <p>Chiusura impianti nei comprensori sciistici.</p> <p>Sospensione di tutte le manifestazioni organizzate e degli eventi in luogo pubblico o privato.</p> <p>Chiusura dei musei e degli altri istituti e luoghi della cultura.</p> <p>Sospensione dei servizi educativi per l'infanzia e delle attività didattiche in presenza nelle scuole di ogni ordine e grado, della frequenza delle attività di formazione superiore, comprese le Università.</p> <p>Sospensione delle attività di palestre, centri sportivi, piscine, centri natatori, centri benessere, centri termali, centri culturali, centri sociali, sportivi, ricreativi.</p> <p>Sospensione di convegni, riunioni meeting, ed eventi sociali;</p> <p>Sospensione delle attività di pub, scuole di ballo, sale giochi, scommesse, discoteche, ecc;</p> <p>Accesso limitato di parenti e visitatori a strutture residenziali per anziani (RSA), hospice, ecc.</p>	<p>Prima parte: Regione Lombardia e province di Modena, Parma, Piacenza, Reggio nell'Emilia, Rimini, Pesaro e Urbino, Alessandria, Asti, Novara, Verbanio-Cusio-Ossola, Vercelli, Padova, Treviso e Venezia</p> <p>Seconda parte: Intero territorio nazionale.</p>
		DPCM 9 marzo 2020	<p>Estensione delle misure di contenimento all'intero territorio nazionale.</p> <p>Divieto di ogni forma di assembramento di persone in luoghi pubblici o aperti al pubblico.</p>	Intero territorio nazionale



		DPCM 11 marzo 2020	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. Sospensione dei servizi di ristorazione salvo la sola ristorazione con consegna a domicilio; Sospensione delle attività inerenti ai servizi alla persona.	Intero territorio nazionale
		Direttiva 2/2020 di Funzione pubblica (registrata presso la Corte dei conti il 12/03/2020 - n. 446)	Il lavoro agile dovrà diventare la modalità ordinaria ed essere esteso anche ad attività escluse in precedenza. Inoltre, non sono più previste soglie minime o massime.	Intero territorio nazionale
		Ordinanza del Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 34 del 12/3/2020	Riduzione del servizio ferroviario regionale; Erogazione del servizio di trasporto pubblico locale su bus (urbano ed extraurbano) secondo la programmazione prevista nei periodi di vacanza scolastica; rimodulazione servizio taxi e servizio di noleggio con per garantire i servizi minimi essenziali.	Regione Emilia-Romagna
		Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 28 del 12/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico Locale su ferro.	Veneto
		Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 29 del 12/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico Locale su gomma e acqua.	Veneto
		ORDINANZA N. 104 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (11 MARZO 2020) - misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-2019. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica		Valle d'Aosta
4	14/3-20/3	Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 30 del 18/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il Trasporto Pubblico non di linea taxi e noleggio con conducente e per i servizi atipici.	Veneto

		Ordinanza del Presidente della Regione Veneto n. 30 del 18/3/2020	Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da virus COVID-19. Disposizioni per il contrasto dell'assembramento di persone	Veneto
		Ordinanza 3 del 19/03/2020	Chiusura dei parchi pubblici, chiusura nella giornata di domenica di tutti gli esercizi commerciali, obbligo di effettuazione della spesa da parte di una sola persona per nucleo familiare	Friuli-Venezia Giulia
		ORDINANZA N. 115 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (19 marzo 2020) - misure per la prevenzione, e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica		Valle d'Aosta
		ORDINANZA N. 116 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (19 marzo 2020) - ulteriori misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica. Chiusura dei cantieri e contrasto alle forme di assembramenti di persone		Valle d'Aosta
5	21/3-27/3	Ordinanza Ministro Salute 20 marzo 2020	Divieto di accesso del pubblico ai parchi, alle ville, alle aree gioco e ai giardini pubblici; divieto di svolgere attività ludiche o ricreative all'aperto.	Intero territorio nazionale
		Ordinanza del Ministero della Salute del 22/3/2020	Divieto a tutte le persone fisiche di trasferirsi o spostarsi, con mezzi di trasporto pubblici o privati, in comune diverso da quello in cui si trovano, salvo che per comprovate esigenze lavorative, di assoluta urgenza ovvero per motivi di salute (previsti dalla norma)	Intero territorio nazionale
		DPCM 22 marzo 2020	Chiusura attività produttive non essenziali o strategiche.	Intero territorio nazionale
		DPGR n. 34 del 21 marzo 2020 "Ulteriori misure per la prevenzione e la gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica"		Piemonte



		DECRETO-LEGGE 25 marzo 2020, n. 19 Misure urgenti per fronteggiare l'emergenza epidemiologica da COVID-19		Intero territorio nazionale
		Ordinanza n° 514 del 21/03/2020	Limitazione degli spostamenti su tutto il territorio regionale	Regione Lombardia
		Ordinanza n° 515 del 22/03/2020	Sospensione attività in presenza di amministrazioni pubbliche e dei soggetti privati preposti all'esercizio di attività amministrative nonché modifiche dell'ordinanza n° 514 del 21/03/2020	Regione Lombardia
		Decreto MiSE del 25 marzo	Sospensione delle attività non essenziali con elenco dei codici ATECO	Intero territorio nazionale
		Ordinanza 5 del 25/03/2020	demandare alle aziende di TPL di riorganizzare una riduzione del servizio	Friuli-Venezia Giulia
		ORDINANZA N. 123 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (26 marzo 2020) - misure per la prevenzione e la gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-19, finalizzate alla riduzione dei servizi di trasporto pubblico locale		Valle d'Aosta
6	28/3-3/4	DPGR n. 35 del 29 marzo 2020 "Ulteriori misure per la gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19. Ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica"		Piemonte
		ORDINANZA N. 124 DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE (27 marzo 2020) - ulteriori misure per la prevenzione e gestione dell'emergenza epidemiologica da covid-2019. ordinanza ai sensi dell'art. 32, comma 3, della legge 23 dicembre 1978, n. 833 in materia di igiene e sanità pubblica. indicazioni per la gestione dell'emergenza covid-19 sul territorio della regione autonoma Valle d'Aosta e la standardizzazione dei comportamenti da adottare in tutti gli ambiti socio-sanitari e territoriali		Valle d'Aosta

NOTA: Ogni provvedimento, di norma, è entrato in vigore il giorno successivo alla sua emanazione, salvo diversa specificazione riportata nel testo.





LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution  
of the LIFE Programme  
of the European Union



## IL PROGETTO PREPAIR

*Il Bacino del Po rappresenta un'area di criticità per la qualità dell'aria, con superamenti dei valori limite fissati dall'Unione Europea per polveri fini, ossidi di azoto ed ozono. Questa zona interessa il territorio delle regioni del nord Italia ed include città metropolitane quali Milano, Bologna e Torino.*

*L'area è densamente popolata ed intensamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca sono emesse ogni anno in atmosfera da un'ampia varietà di sorgenti inquinanti legate soprattutto al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia ed all'agricoltura. L'ammoniaca, principalmente emessa dalle attività agricole e zootecniche, contribuisce in modo sostanziale alla formazione di polveri secondarie, che costituiscono una frazione molto significativa delle polveri totali in atmosfera.*

*A causa delle condizioni meteo climatiche e delle caratteristiche morfologiche del Bacino, che impediscono il rimescolamento dell'atmosfera, le concentrazioni di fondo del particolato, nel periodo invernale, sono spesso elevate.*

*Per migliorare la qualità dell'aria nel Bacino padano, dal 2005, le Regioni hanno sottoscritto Accordi di programma in cui si individuano azioni coordinate e omogenee per limitare le emissioni derivanti dalle attività più emissive.*

*Il progetto PREPAIR mira ad implementare le misure, previste dai piani regionali e dall'Accordo di Bacino padano del 2013, su scala più ampia ed a rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: il progetto coinvolge infatti non solo le Regioni della valle del Po e le sue principali città, ma anche la Slovenia, per la sua contiguità territoriale lungo il bacino nord adriatico e per le sue caratteristiche simili a livello emissivo e meteorologico.*

*Le azioni di progetto riguardano i settori più emissivi: agricoltura, combustione di biomasse per uso domestico, trasporto di merci e persone, consumi energetici e lo sviluppo di strumenti comuni per il monitoraggio delle emissioni e per la valutazione della qualità dell'aria su tutta l'area di progetto.*

### **DURATA**

Dal 1° febbraio 2017 al 31 gennaio 2024.

### **BUDGET COMPLESSIVO**

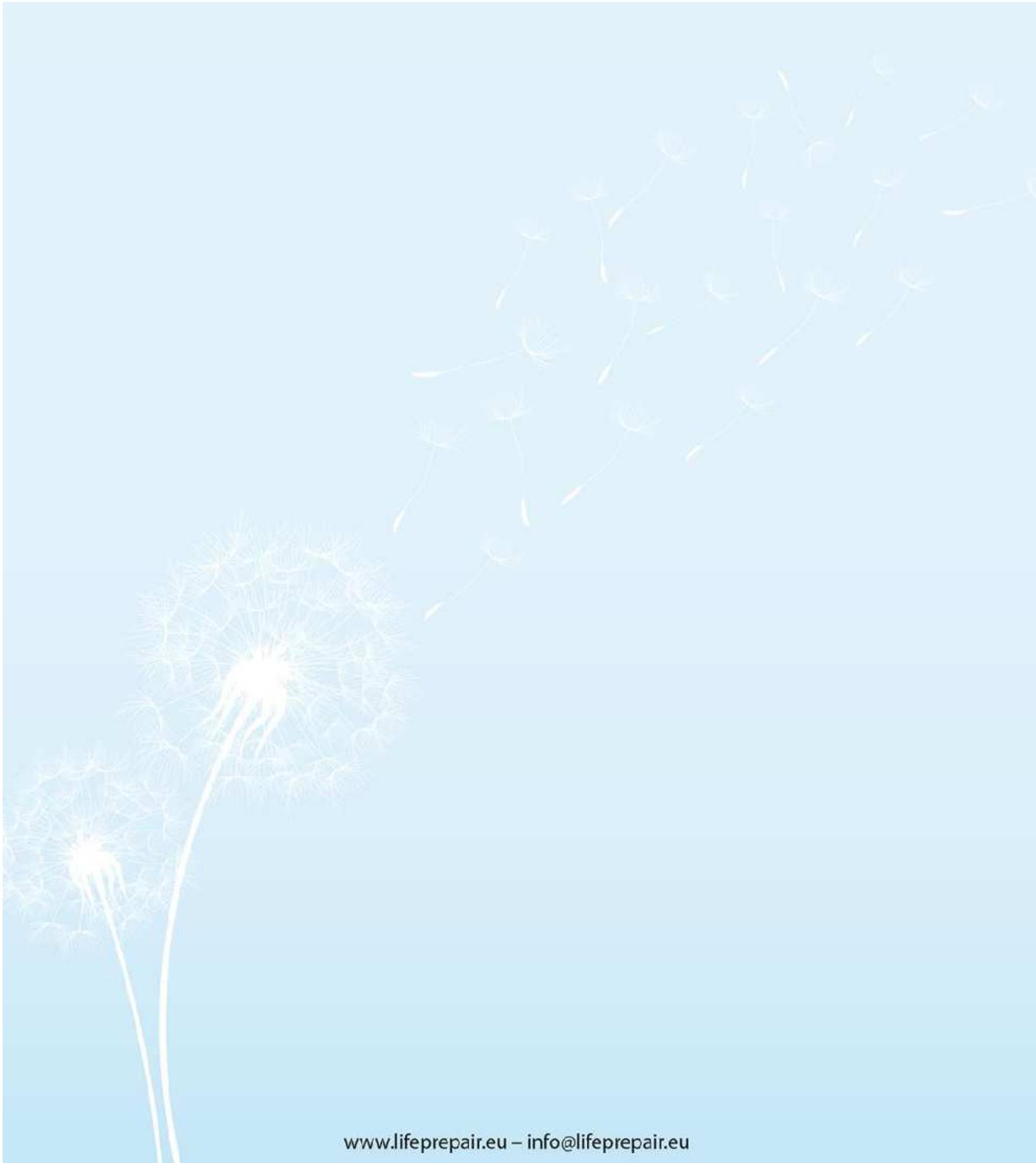
A disposizione 17 milioni di euro da investire nell'arco di 7 anni: 10 quelli in arrivo dall'Europa grazie ai fondi del Programma Life.

### **FONDI COMPLEMENTARI**

PREPAIR è un progetto LIFE integrato: oltre 850 milioni di euro provenienti dai fondi strutturali (risorse regionali e nazionali dei diversi partner) per azioni complementari che hanno ricadute sulla qualità dell'aria.

### **PARTNER**

Il progetto coinvolge 17 partner ed è coordinato dalla Regione Emilia-Romagna - Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente.



[www.lifepreparepair.eu](http://www.lifepreparepair.eu) – [info@lifepreparepair.eu](mailto:info@lifepreparepair.eu)

