







# Progetto PULVIRUS

OBIETTIVO 2 - Valutazione sull'intero territorio nazionale della riduzione delle emissioni e concentrazioni di inquinanti atmosferici per effetto dell'introduzione di misure per contrastare la diffusione del COVID 19.

ATTIVITÀ 2.3 – Analisi delle simulazioni nazionali di qualità dell'aria del Progetto Pulvirus.

Data: 13/06/2022









# GRUPPO DI LAVORO

### **ENEA**

Gino Briganti, Andrea Cappelletti, Massimo D'Isidoro, Mario Adani, Lina Vitali, Ilaria D'Elia, Antonio Piersanti, Mihaela Mircea, Maria Gabriella Villani

### Arpa Emilia Romagna

Michele Stortini, Roberta Amorati, Giulia Giovannini, Giorgio Verratti (UniMoRe)









# **SOMMARIO**

1.	. INTRODUZIONE	. 4
2.	. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI MODELLI	. 6
3.	. DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE DIFFERENZE DI CONCENTRAZIONE	. 8
	3.1 Differenze di concentrazioni medie di NO <sub>2</sub>	. 8
	3.2 Differenze di concentrazioni medie di PM	10
4.	. CONCLUSIONI	13









#### 1. INTRODUZIONE

La principale finalità dell'Obiettivo 2 del Progetto Pulvirus è la ricostruzione, attraverso gli strumenti resi disponibili dalle Istituzioni coinvolte, dell'impatto sulla qualità dell'aria delle misure restrittive adottate dai diversi Decreti per il contenimento della diffusione del virus SARS-CoV-2 in Italia durante la cosiddetta prima ondata della pandemia (da febbraio a maggio 2020).

Il prodotto finale dell'attività 2.3 del progetto è stato già completato e suddiviso in due report:

- il report "ATTIVITÀ 2.3 Simulazioni di qualità dell'aria di scenario", del 13/10/2021, in cui viene descritta la simulazione realizzata con il modello nazionale MINNI;
- il report "ATTIVITÀ 2.3 Simulazioni di qualità dell'aria di scenario con il modello Arpae-SNPA", del 26/01/2022, in cui viene descritta la simulazione del modello Arpae-SNPA.

Entrambe le catene modellistiche hanno elaborato due scenari: lo scenario *lockdown*, costruito ipotizzando l'effetto sulle emissioni delle misure restrittive adottate in Italia per contenere la diffusione del virus SARS-CoV-2 durante la prima ondata della pandemia (da febbraio a maggio 2020), e lo scenario teorico in assenza di tali misure, definito scenario base. Tutte le simulazioni hanno adottato l'anno meteorologico 2020.

Le simulazioni nazionali MINNI e Arpae-SNPA sono state condivise e messe a disposizione del gruppo di lavoro. Simulazioni regionali di maggiore dettaglio spaziale potranno invece avvalersi delle due simulazioni nazionali per ottenere coerenti condizioni al contorno. Attualmente le simulazioni nazionali del modello MINNI sono state fornite ad Arpa Lazio e Arpa Puglia che ne hanno fatto richiesta.

Il presente report è una sintesi dei due suddetti report di attività, mirata al confronto con le osservazioni, all'analisi delle prestazioni dei due sistemi modellistici e allo studio delle variazioni (caso *lockdown* rispetto al caso base) modellate dai due sistemi nel periodo di analisi.

Per entrambe le simulazioni, lo scenario di qualità dell'aria "con misure" (scenario *lockdown*) è stato confrontato con le osservazioni acquisite dalla rete di monitoraggio nazionale della qualità dell'aria, i cui dati sono stati raccolti durante lo svolgimento delle attività dell'obiettivo 1. L'analisi ha riguardato i seguenti inquinanti: NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e O<sub>3</sub>. Sono state selezionate solo quelle stazioni in grado di garantire un numero di osservazioni superiore al 75% su base mensile.









Riguardo ai setup modellistici, per il dettaglio si rimanda ai due sopra citati report di attività sull'obiettivo 2.3, disponibili sul sito del progetto Pulvirus: <a href="https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/">https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/</a>. Ai fini della presente discussione ed in ottica di confronto con le misure e tra le simulazioni, l'analisi è stata limitata alle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, inquinanti che mostrano le variazioni maggiori nel periodo oggetto dello studio del progetto (febbraio – maggio 2020). Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche salienti dei due sistemi modellistici:

- i campi meteorologici di analisi sono stati prodotti con il modello meteorologico ad area limitata COSMO-MED (Arpae-SNPA) e WRF (MINNI) e sono relativi al periodo 2020;
- i due sistemi modellistici condividono lo stesso database emissivo provinciale per il caso base e *lockdown* elaborato nelle attività 2.1 e 2.2, ai cui report si rimanda per maggiori dettagli, disponibili sul sito del progetto;
- i due modelli condividono anche lo schema per il calcolo delle emissioni naturali di COV (da modello MEGAN). È opportuno rimarcare che i diversi campi meteorologici usati come input a MEGAN non possono ovviamente garantire identici flussi di produzione di COV biogenici;
- le condizioni al contorno sono state fornite da INERIS per Arpae-SNPA; MINNI ha impiegato invece i campi europei CAMS prodotti dallo stesso sistema modellistico nell'ambito dell'esercizio modellistico CAMS71/COVID, facendo MINNI parte del consorzio dei modelli previsionali dei Servizi Atmosferici Copernicus;
- i codici chimici meteo-diffusivi usati sono CHIMERE versione 2017 (Arpae-SNPA) e FARM 5.1 (MINNI). Nei due codici sono implementati diversi meccanismi chimici in fase gassosa (MELCHIOR in CHIMERE e SAPRC-99 in FARM) e due differenti schemi per la dinamica dell'aerosol (un approccio sezionale in CHIMERE ed uno modale, AERO3, in FARM).
- la risoluzione spaziale orizzontale è di 4 km circa per MINNI e 7 km per Arpae-SNPA. Lo spessore della cella immediatamente a contatto con il suolo è di 40 m per MINNI e 25 m per Arpae-SNPA.









# 2. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI MODELLI

In Fig. 1 sono riportati gli indicatori statistici delle due simulazioni, calcolati su base mensile e successivamente mediati su tutto il periodo (febbraio-maggio 2020) e determinati separatamente per le stazioni di fondo rurale (FR), fondo suburbano (FS) e fondo urbano (FU). Sono stati scelti gli score: RMSE (Root Mean Square Error o valore di aspettazione dello scarto quadratico modello-osservazione), cor (indice di correlazione secondo Pearson) e MB (Mean Bias, bias medio). In Fig. 2 gli score sono riportati aggregati anche per zona climatica. Una prima visione di insieme porta ad osservare la coerenza delle prestazioni nei due casi: si osserva coerenza nei valori degli score per entrambi i modelli, per ogni inquinante, zona climatica e tipo di stazione. L'unica differenza rilevabile è che Arpae-SNPA mostra bias più contenuti per il PM, mentre MINNI presenta correlazioni lievemente più alte per NO<sub>2</sub> e PM. In generale, gli RMSE più elevati si riscontrano sul PM<sub>10</sub>, indipendentemente dall'area geografica e dal tipo di stazione; RMSE per PM<sub>2.5</sub> appare molto più contenuto, additando così la frazione coarse del PM come quella simulata con più difficoltà.

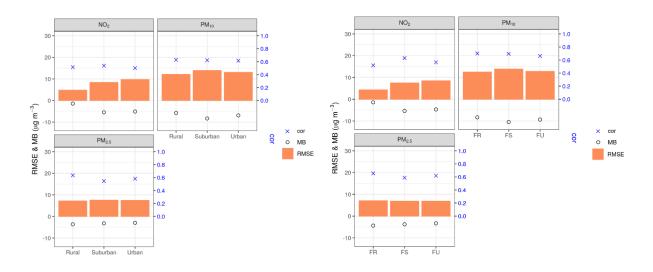


Fig. 1 – Indici di prestazione globali, calcolati su base mensile e mediati sul periodo simulato: Arpae-SNPA a sinistra e MINNI a destra.









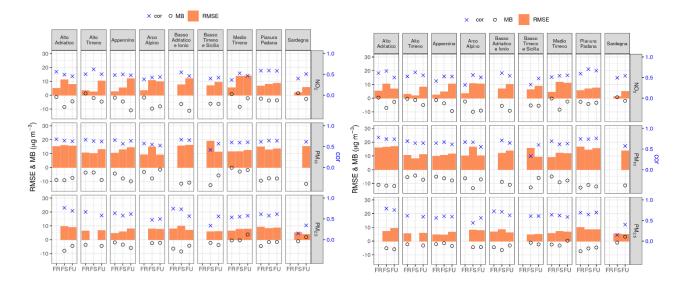


Fig. 2 – Indici di prestazione globali, calcolati su base mensile e mediati sul periodo simulato, raggruppati per tipologia di stazione e zona climatica: Arpae-SNPA a sinistra e MINNI a destra.









# 3. DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE DIFFERENZE DI CONCENTRAZIONE

Nelle figure seguenti, per gli inquinanti in esame, verrà mostrato il confronto, in termini di variazioni assolute e percentuali per l'intero periodo simulato, tra le simulazioni *lockdown* e base.

#### 3.1 Differenze di concentrazioni medie di NO2

In Fig. 3 sono riportate le distribuzioni delle differenze di concentrazione medie di NO<sub>2</sub> al livello del suolo, calcolate sul periodo febbraio-maggio 2020, sia in termini assoluti (in alto) che percentuali (in basso). Le due mappe a sinistra corrispondono agli output di Arpae-SNPA, a destra quelli ENEA.

Le due distribuzioni simulate delle differenze assolute di concentrazione presentano un pattern simile sul territorio nazionale, con variazioni relativamente elevate in corrispondenza delle aree urbane e portuali e delle principali arterie di comunicazione. Arpae-SNPA ha stimato le riduzioni più elevate, fino a 10 μg·m<sup>-3</sup>, cui corrispondono valori percentuali massimi intorno a 20 %; su gran parte del territorio nazionale, le differenze assolute appaiono tuttavia paragonabili e confermano quanto mostrato in Fig. 1, a proposito della sostanziale coerenza delle prestazioni delle due simulazioni.

In MINNI risultano inoltre meno evidenti le variazioni legate alle rotte navali, probabilmente a causa dello spessore maggiore della prima cella vicino al suolo, rispetto ad Arpae-SNPA, o di un strato limite marino più diffusivo.









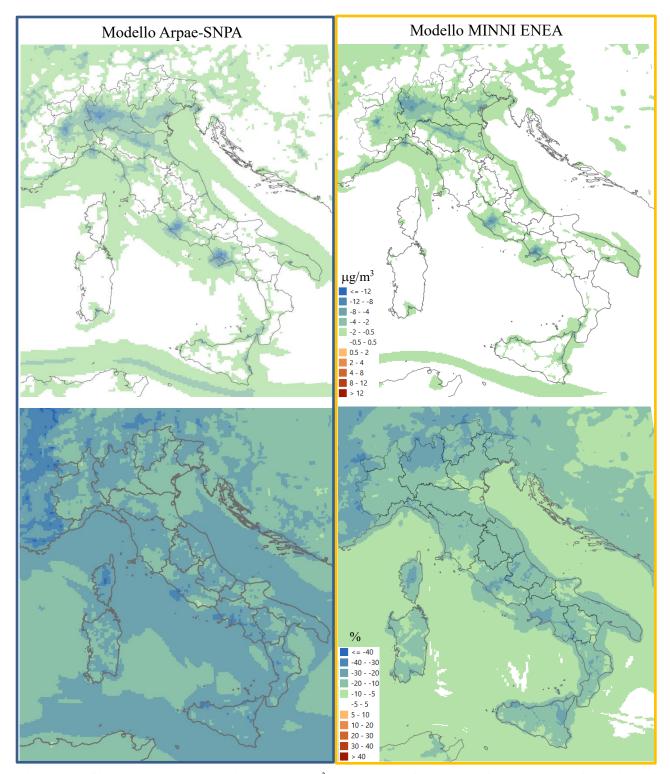


Fig.  $3-NO_2$ : differenze medie assolute (in alto, in unità  $\mu g \cdot m^{-3}$ ) e percentuali (in basso) tra simulazione *lockdown* e base, relative al periodo febbraio-maggio 2020. A sinistra Arpae-SNPA e a destra MINNI.









#### 3.2 Differenze di concentrazioni medie di PM

Riguardo alle differenze sulle medie di periodo delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> (Fig. 4), si osservano distribuzioni spaziali per i due sistemi modellistici essenzialmente molto simili, con valori simulati da Arpae-SNPA lievemente più elevati, in termini assoluti, fino a -4 μg·m<sup>-3</sup>. Abbattimenti più elevati sono evidenziati in Pianura Padana, Lazio e Campania, ovvero dove maggiore è la densità emissiva. Le differenze percentuali appaiono invece molto simili nei due casi, con una variabilità spaziale contenuta entro valori di -20 %: proprio la scarsa variabilità spaziale in termini percentuali e la maggiore coerenza delle due simulazioni nello stimarla possono essere indice che le variazioni assolute più elevate previste da Arpae-SNPA possano essere attribuibili ad uno strato limite simulato mediamente più stabile, oppure siano determinate dalla diluizione iniziale più elevata in MINNI.

Per il PM<sub>2.5</sub> (Fig. 5) vale esattamente quanto osservato per il PM<sub>10</sub>, essendo le distribuzioni delle differenze, assolute e percentuali, molto simili.

Vale la pena osservare che i valori riportati nelle mappe confermano la sostanziale coerenza delle due simulazioni, emersa anche dall'analisi delle prestazioni, mostrate in sintesi in Fig. 1.









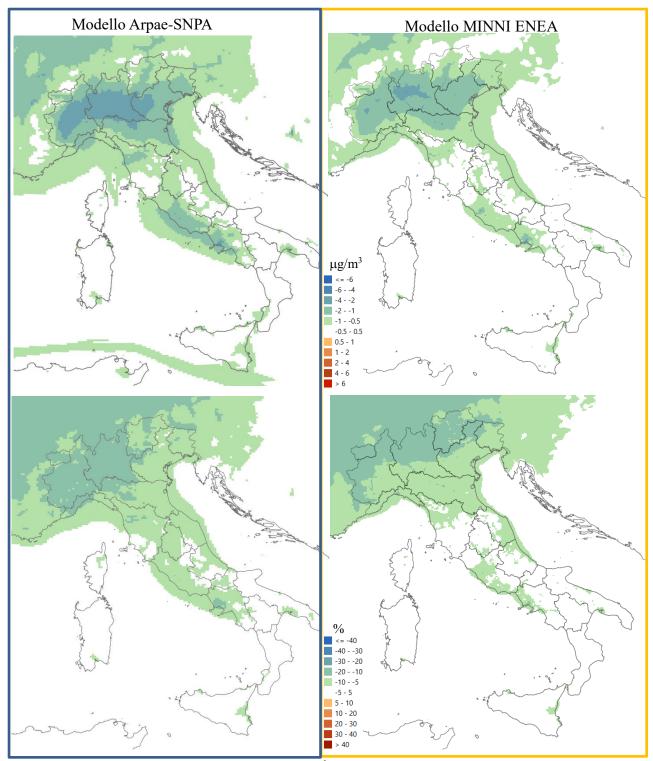


Fig.  $4-PM_{10}$ : differenze medie assolute (in alto, in unità  $\mu g \cdot m^{-3}$ ) e percentuali (in basso) tra simulazione *lockdown* e base, relative al periodo febbraio-maggio 2020. A sinistra Arpae-SNPA e a destra MINNI.









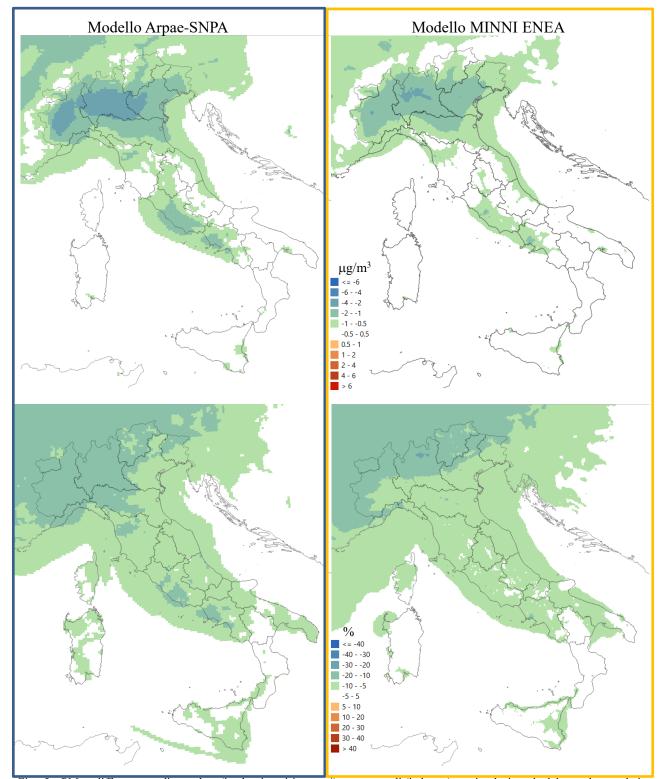


Fig. 5 – PM<sub>2.5</sub>: differenze medie assolute (in alto, in unità μg·m<sup>-3</sup>) e percentuali (in basso) tra simulazione *lockdown* e base, relative al periodo febbraio-maggio 2020. A sinistra Arpae-SNPA e a destra MINNI.









# 4. CONCLUSIONI

Come ampiamente illustrato e documentato nel report dell'attività 2.4, il numero limitato (due) di simulazioni prodotte nell'ambito dell'Obiettivo 2 non ha consentito di testare alcuna metodologia di sintesi di ensemble sugli output del Progetto. Tale attività era stata infatti programmata prevedendo che un numero maggiore di Istituzioni coinvolte nel Progetto mettessero a disposizione una propria elaborazione modellistica; per tale motivo, nel presente report, i risultati delle due simulazioni sono stati confrontati solo in termini di prestazioni e di variazioni spaziali di periodo e per inquinante stimate dai due sistemi modellistici.

Le prestazioni delle due simulazioni appaiono molto simili ed i rispettivi benchmark in linea con i valori di letteratura: la conclusione è che differenti simulazioni, se alimentate con input coerenti, danno a loro volta prestazioni coerenti, indipendentemente dalle diverse caratteristiche (risoluzione, schemi chimici, meteorologia, micrometeorologia e spazializzazione delle emissioni), soprattutto se li si confronta su un periodo sufficientemente lungo.

A livello di distribuzione delle differenze di concentrazioni medie sul periodo, si osserva un generale accordo tra le risposte dei due modelli, compatibile con la distribuzione delle emissioni simulata e degli effetti indotti dai provvedimenti di *lockdown*. Gli effetti della diversa schematizzazione dello strato limite atmosferico, che incidono sui valori delle diffusività, sono probabilmente all'origine delle lievi differenze che si osservano, in particolar modo, sulle polveri sottili. MINNI appare un po' più diffusivo rispetto ad Arpae-SNPA, anche a causa dello spessore maggiore delle celle immediatamente vicine al suolo, che è di 40 m, rispetto a 25 m di Arpae-SNPA, che implica una diluizione iniziale superiore.