

# L'ANALISI DELLE SIMULAZIONI CON MODELLI DI CALCOLO

I MODELLI DI CALCOLO SONO STATI GLI STRUMENTI UTILIZZATI PER VALUTARE GLI EFFETTI DEL LOCKDOWN SULLA QUALITÀ DELL'ARIA. ATTRAVERSO L'ELABORAZIONE DELLE CATENE MODELLISTICHE SONO STATI MESSI A CONFRONTO GLI EFFETTI DI DUE SCENARI A PARITÀ DI CONDIZIONI METEO: UNO CON LE MISURE ANTI-COVID E L'ALTRO IN ASSENZA DI TALI MISURE.

**L**a pandemia da Covid-19, nella sua tragicità, ha offerto un'opportunità pressoché unica di simultaneo abbattimento delle emissioni da diversi settori a elevato impatto: la fatalità ha messo forse in piedi il più grande esperimento di diffusione atmosferica su scala globale della storia. I ricercatori di tutto il mondo hanno potuto così mettere alla prova i loro strumenti e studiare in maniera approfondita le relazioni tra emissioni e concentrazioni. Il progetto ha fornito la prima valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle misure restrittive, relative al periodo febbraio-maggio 2020, attraverso l'uso dei modelli nazionali Minni, di Enea, e kAiros, sviluppato e mantenuto dalla struttura IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna, sulla base di una convenzione con Ispra, alle risoluzioni spaziali orizzontali rispettivamente di circa 4 e 7 km.

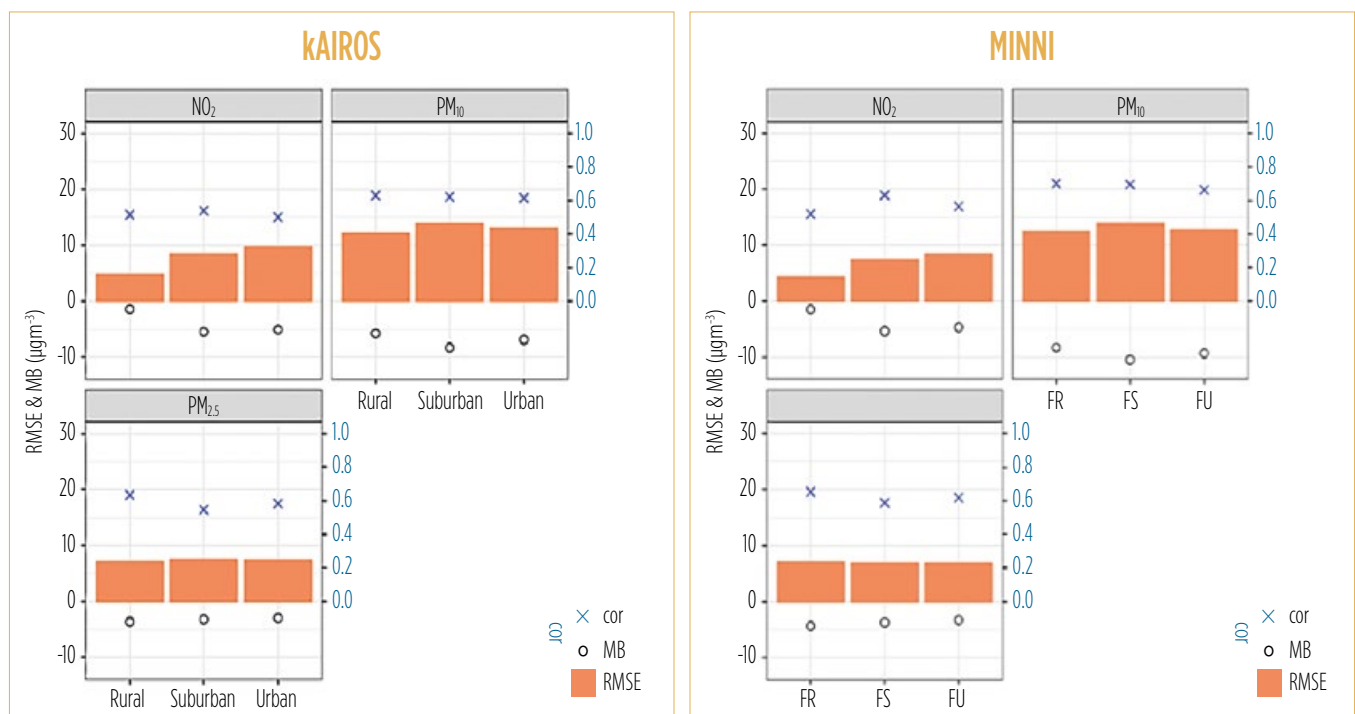


FIG. 1 INDICI DI PRESTAZIONE  
Indici di prestazione calcolati su base mensile e mediati sul periodo simulato per i modelli kAiros (a sinistra) e Minni (a destra).

Entrambe le catene modellistiche hanno elaborato due scenari a parità di input meteorologico: lo scenario *lockdown*, costruito ipotizzando l'effetto sulle emissioni delle misure restrittive adottate in Italia per contenere la diffusione del virus Covid-19 durante la prima ondata della pandemia (febbraio-maggio 2020) e lo scenario base, in assenza di tali misure.

I due sistemi modellistici condividono lo stesso database emissivo provinciale per i casi base e *lockdown*.

I campi meteorologici di analisi per l'anno 2020 sono stati prodotti con il modello meteorologico ad area limitata Cosmo-Med (kAiros) e Wrf (Minni). I codici meteo-diffusivi, applicati off-line, sono Chimere 2017 (kAiros) e Farm 5.1 (Minni). Le condizioni al contorno per kAiros sono state fornite da Ineris, mentre Minni ha impiegato i campi europei Cams, autoprodotti nell'ambito dell'esercizio modellistico Cams71/Covid.

### Modelli e variazioni emissive temporanee

I modelli di qualità dell'aria sono in grado di riprodurre l'effetto di significative variazioni emissive circoscritte a un periodo temporale limitato?

Per poter rispondere a tale interrogativo, si è condotta la validazione dei modelli confrontando gli output della simulazione *lockdown* con le osservazioni valide della rete di monitoraggio nazionale. Considerate le risoluzioni dei modelli, non adatte a intercettare variazioni a scale spaziali locali, sono state scelte solo le stazioni di fondo di tipo rurale (Fr), urbano (Fu) e suburbano (Fs). Sono stati selezionati i seguenti indici statistici di prestazione: Rmse (*Root mean square error*), cor (*indice di correlazione*) e Mb (*mean bias*). La sintesi dei risultati è riportata in *figura 1*.

Una prima visione di insieme esalta l'omogeneità nelle prestazioni dei due modelli e la coerenza nei valori degli *score*, per ogni inquinante e tipo di stazione. kAiros mostra *bias* più contenuti per il PM, mentre Minni presenta correlazioni lievemente più alte. In generale, gli Rmse più elevati si riscontrano sul PM<sub>10</sub>, a testimonianza della difficoltà nel trattare questo inquinante, legata a componenti primarie poco controllabili.

Possiamo quindi sicuramente affermare che la modellistica permette di prevedere, con adeguata affidabilità, gli effetti delle emissioni sulle concentrazioni di inquinanti.

### Diversi inquinanti, diversi comportamenti

Come sono variate le concentrazioni degli inquinanti? Si sono evidenziati differenti comportamenti tra gli inquinanti?

Gli effetti del calo generalizzato delle emissioni sulle concentrazioni di inquinanti e sulle polveri sottili secondarie seguono dinamiche particolarmente complesse. Si è osservato un calo evidente di NO<sub>2</sub>, a fronte di un calo relativamente modesto di polveri sottili. In *figura 2* sono riportate le differenze di

FIG. 2  
NO<sub>2</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 kAiros, a destra Minni.

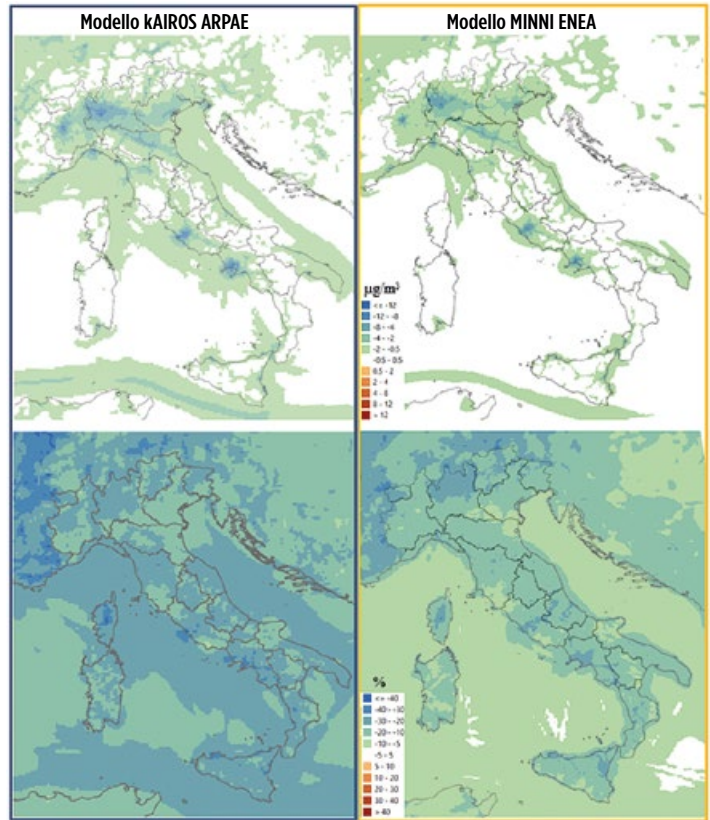
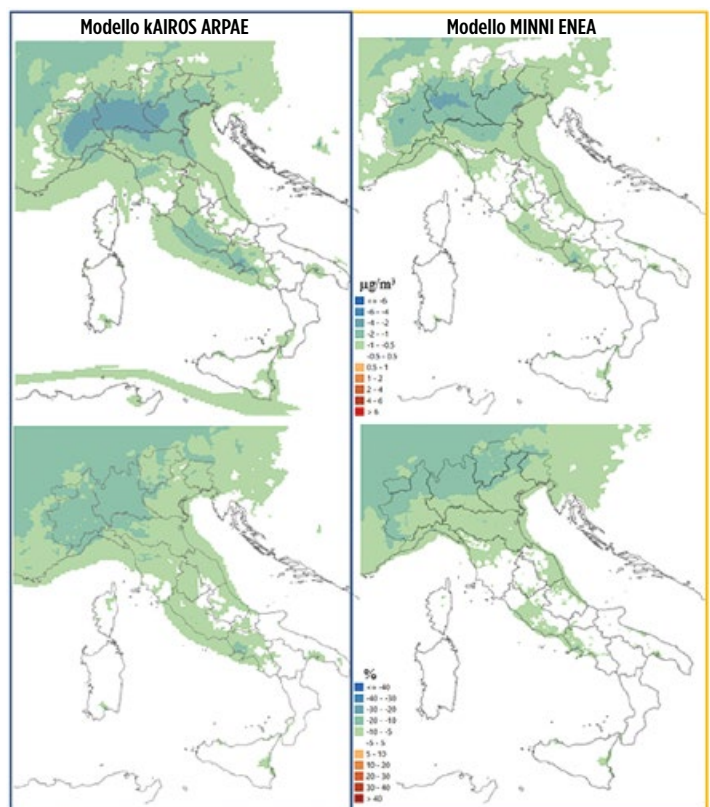


FIG. 3  
PM<sub>10</sub>

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 kAiros, a destra Minni.



concentrazione medie di NO<sub>2</sub> al livello del suolo, calcolate sul periodo febbraio-maggio 2020, in termini assoluti (in alto) e percentuali (in basso). A sinistra si osservano gli output di Arpa, a destra quelli di Enea. Come già osservato nella procedura di validazione, i due modelli presentano un pattern simile sul territorio nazionale. Le omologhe mappe relative al PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (figure 3 e 4), avvalorano la coerenza tra i due sistemi.

## Lezioni per la pianificazione

Ai fini della pianificazione della qualità dell'aria, quale lezione possiamo trarre da questo studio modellistico? Differenti simulazioni, se alimentate con input coerenti, danno a loro volta prestazioni coerenti, indipendentemente dalle diverse caratteristiche dei modelli impiegati. Noto che notevole attenzione deve però essere prestata alla selezione di misure per contenere l'inquinamento atmosferico: interventi mirati su un unico settore non necessariamente portano alle riduzioni di concentrazione auspicate, soprattutto per quanto concerne le polveri sottili. Si è visto infatti che, a fronte di un sensibile calo del flusso veicolare e delle emissioni di NO<sub>x</sub>, che ha comportato una notevole riduzione delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, non si è osservato un analogo comportamento per quanto concerne il PM, che ha una importante componente secondaria. Nel sud Italia, le variazioni di PM sono state molto contenute e ciò anche a causa di una compensazione tra la diminuzione della componente primaria delle attività industriali e del traffico, da una parte, e l'aumento delle emissioni residenziali dall'altra, essendo gran parte di tali aree non metanizzate. In pianura Padana il PM è diminuito, ma non nella misura in cui forse l'osservatore medio si sarebbe atteso: è stata abbattuta solo la componente primaria del PM<sub>10</sub>, che è intorno al 30-40% (al massimo) del totale, ma non la secondaria, non essendo state limitate le attività del settore agricolo, le cui emissioni di ammoniacca

contribuiscono pesantemente alla formazione del PM. Risulta, quindi, indispensabile l'adozione di un approccio integrato che consideri gli impatti dovuti alle emissioni in atmosfera nella loro totalità, piuttosto che singolarmente.

I risultati descritti sono stati recentemente pubblicati sulla rivista *Atmospheric Pollution Research* (D'Isidoro et al., 2022) e presentati al convegno nazionale sul particolato atmosferico PM2022 (Stortini et al., 2022). Maggiori

informazioni sono, inoltre, disponibili sul sito del progetto ([www.pulviris.it/index.php/documentazione-obiettivo-2](http://www.pulviris.it/index.php/documentazione-obiettivo-2))

A cura dell'obiettivo 2 del progetto Pulviris (v. il gruppo di lavoro a p. 63)

Referenti:

Gino Briganti e Lina Vitali, ricercatori Enea del laboratorio di inquinamento atmosferico, per il modello Minni

Michele Stortini (Arpa Emilia-Romagna) e Giorgio Veratti (Arpa e UniMoRe), per il modello kAiros.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

D'Isidoro et al., 2022, "Lessons learnt for air pollution mitigation policies from the Covid-19 pandemic: The Italian perspective", *Atmospheric Pollution Research*, 13, 2022, 101620, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101620>

Stortini, M. et al., 2022, "Gli effetti del lockdown 2020 sulla qualità dell'aria in Italia", Atti del convegno PM2022, <https://pm2022.iasaerosol.it/wp-content/uploads/2022/07/LIBRO-DEI-PROCEEDINGS-PM2022-VD.pdf>

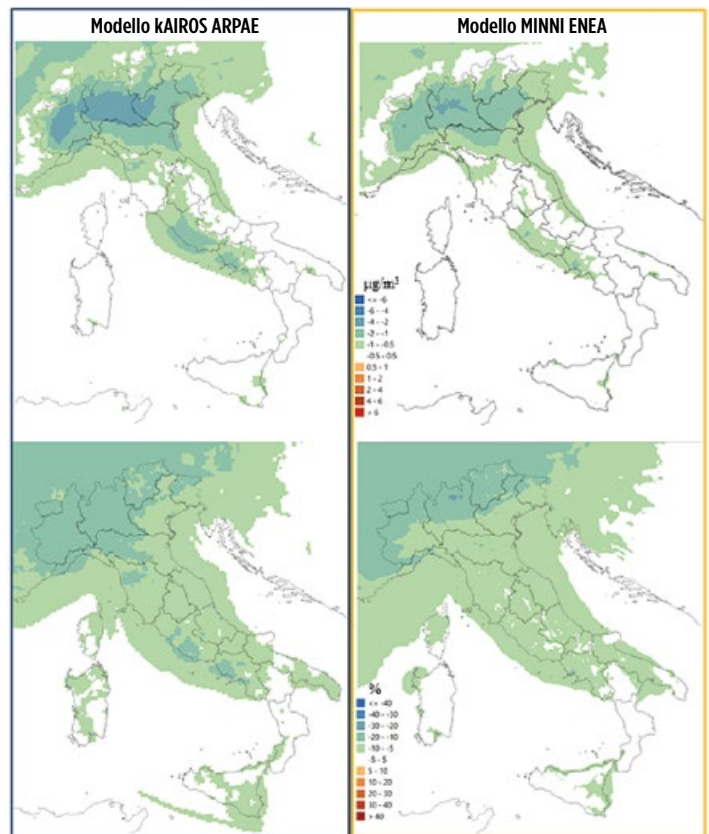


FIG. 4  
PM<sub>2,5</sub>

Differenze medie assolute (in alto, in unità  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e percentuali (in basso) tra simulazione lockdown e base, relative al periodo febbraio-maggio 2020. A sinistra kAiros, a destra Minni.

