

I modelli di simulazione della Qualità dell'Aria alla prova del lockdown. Le lezioni apprese per indirizzare le politiche di mitigazione

PULVIRUS – Obiettivo 2

Ilaria D'Elia

ENEA - Laboratorio di Inquinamento Atmosferico

Finalità dell'obiettivo 2

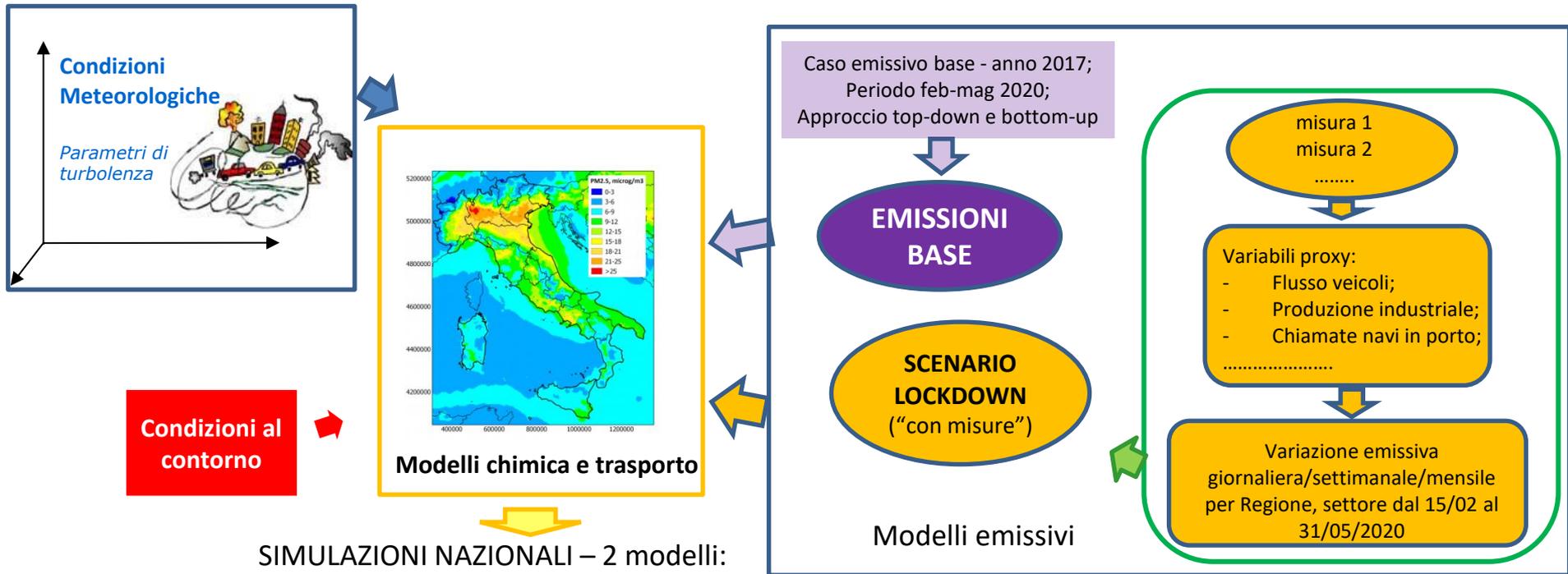
Le nostre domande:

- sono in grado i modelli di qualità dell'aria di riprodurre l'effetto di significative variazioni emissive in un periodo temporale limitato (feb-mag 2020)?
- come sono variate le emissioni in seguito alle misure adottate?
- come sono variate le concentrazioni? E con quali effetti su inquinanti parzialmente (il particolato) o completamente (l'ozono) secondari?
- ai fini della pianificazione della qualità dell'aria, quale lezione possiamo trarre da questo studio modellistico?



Utilizzo di modelli di qualità dell'aria per valutare l'effetto di variazioni emissive di concentrazione attraverso due casi studio:

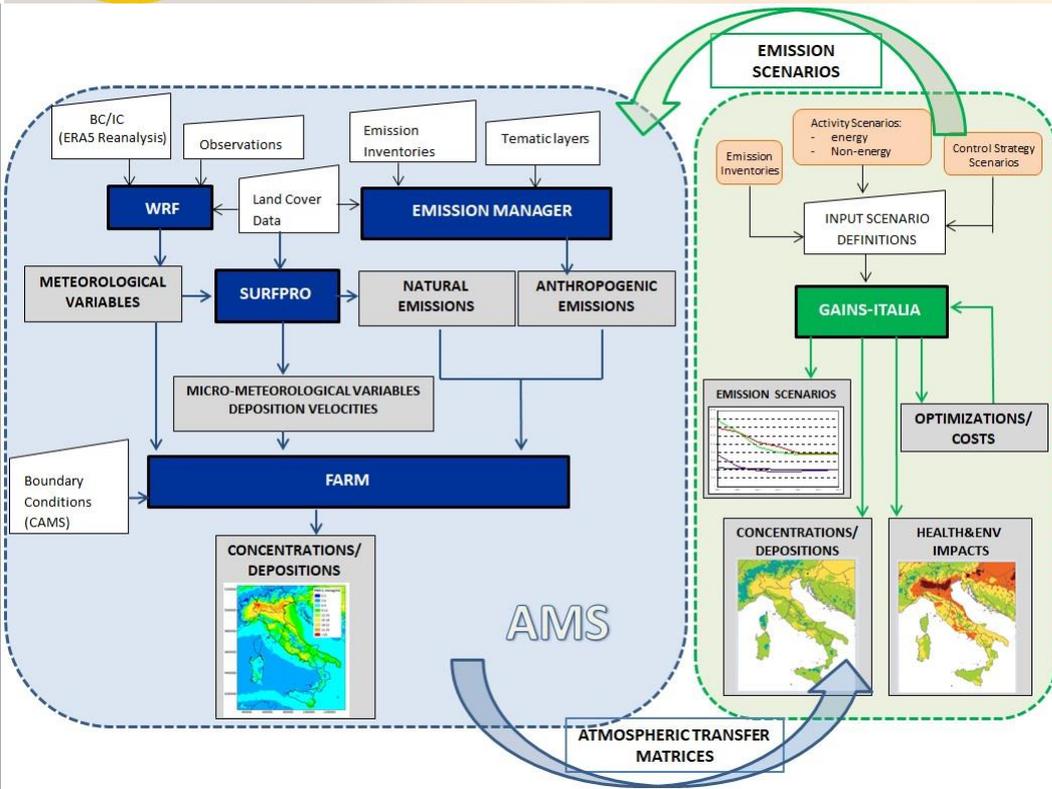
- SCENARIO BASE
- SCENARIO LOCK



SIMULAZIONI NAZIONALI – 2 modelli:

- MINNI (ENEA): 4km risoluzione
- KAIROS (SNPA): 7km risoluzione

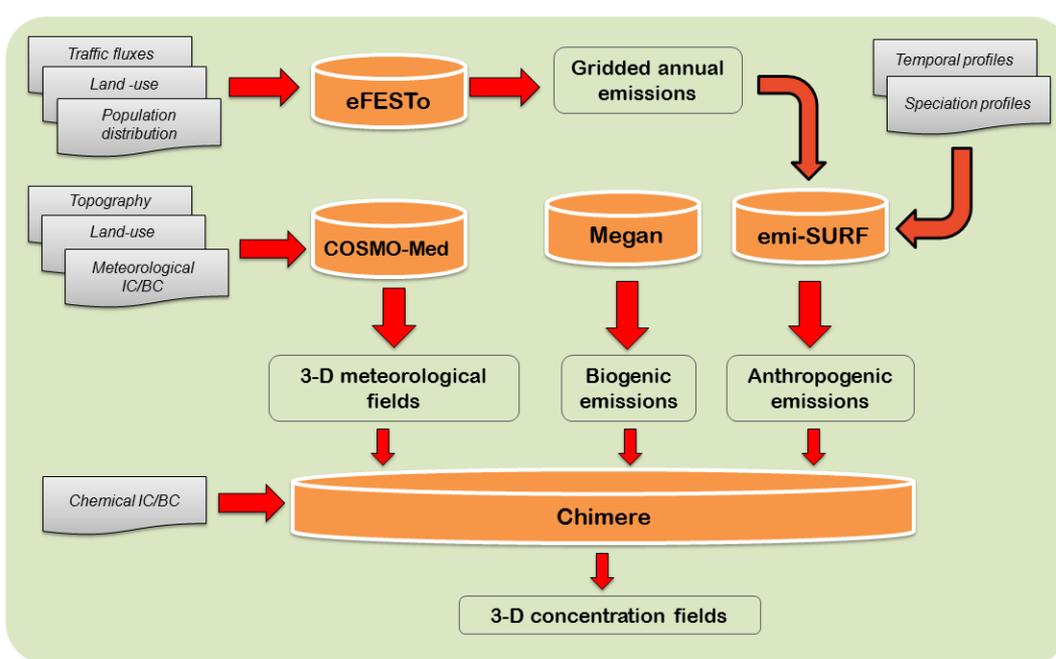
Setup del modello MINNI (ENEA)



2 simulazioni QA: BASE e LOCK;
 periodo: 1 febbraio – 31 maggio 2020;
 MINNI:

- 4km risoluzione;
- BC da simulazione CAMS Covid base e lockdown (MINNI_CAMS, ris 10km, dettagli:
 - emissioni -> CAMS_REG_APv4.2 – anno 2017;
 - meteo IFS;
 - Scenari base e lockdown (inizio lockdown il 21/02/2020).
- Meteo: WRF (anno 2020), two-way nesting (12km -> 4km) e ERA5 come BCs;
- BVOC: modello MEGAN.

Setup del modello kAIROS (SNPA)



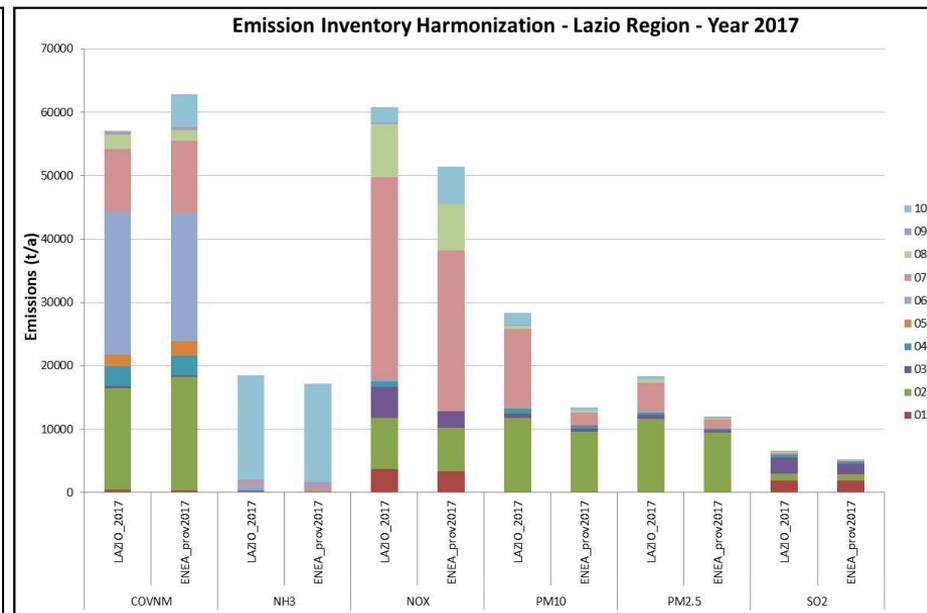
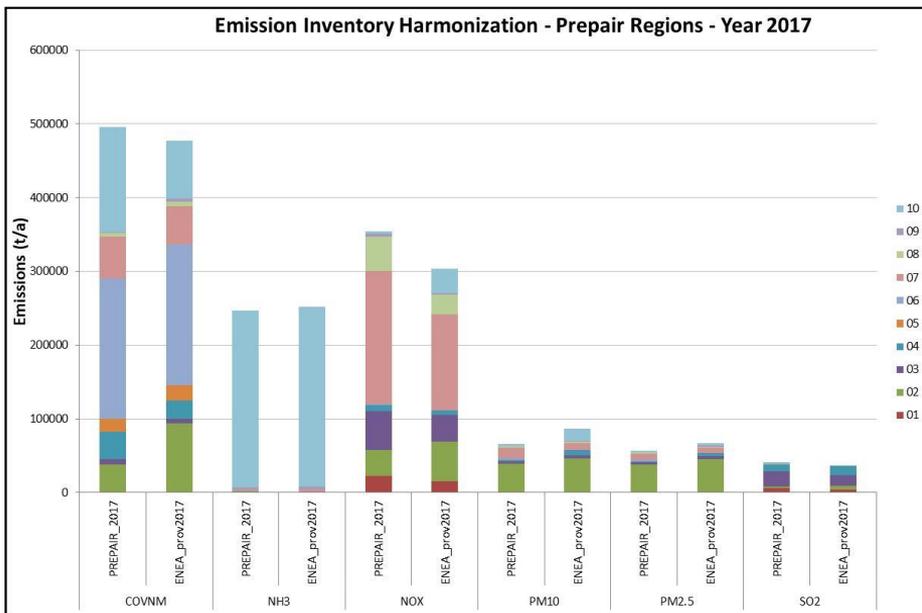
2 simulazioni QA: BASE e LOCK;
 periodo: 1 febbraio – 31 maggio 2020;
 kAIROS:

- 7km risoluzione;
- BC da simulazione CAMS Covid base e lockdown (modello CHIMERE di INERIS).
- Meteo: COSMO-MED;
- BVOC: modello MEGAN.



Il caso emissivo base

- Caso emissivo base anno di riferimento 2017
- Processo di armonizzazione con gli inventari regionali disponibili nel Progetto (Regioni Life Prepair + Lazio)



Maggiori informazioni disponibili al link <https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>

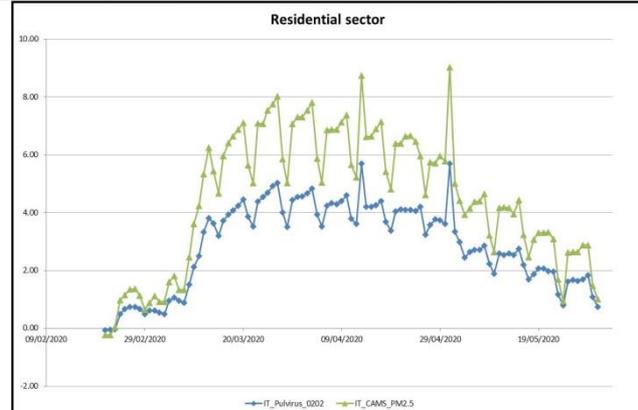
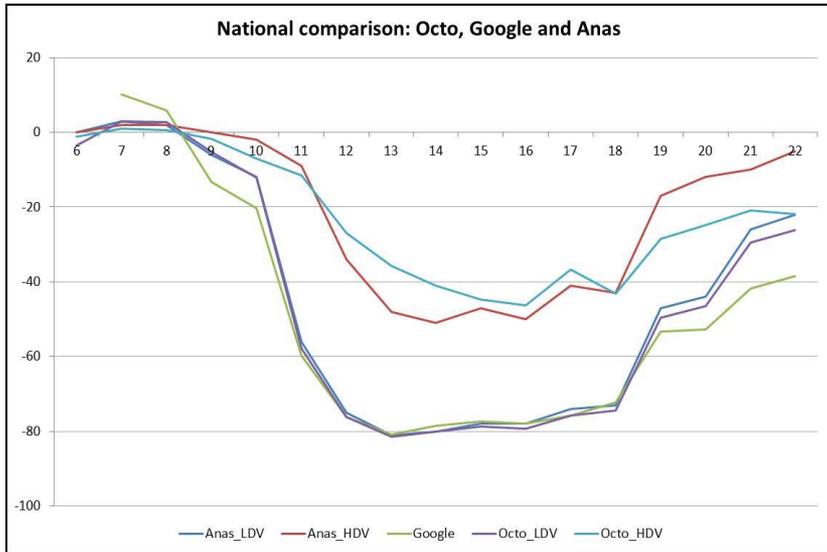
“Progetto PULVIRUS” | Presentazione dei risultati - Roma, 24 ottobre 2022





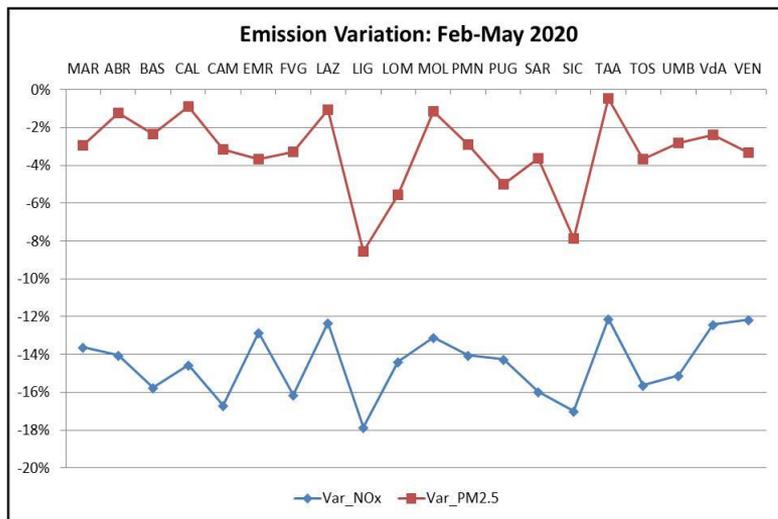
Il caso emissivo lockdown

- Variazione proxy selezionate per ciascun settore
- Confronto con variazioni regionali ed europee
- Costruzione di profili giornalieri/settimanali o mensili



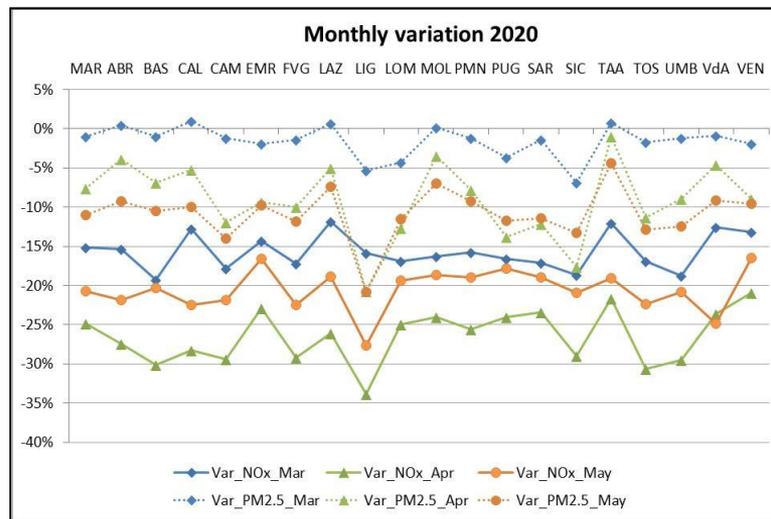


Variazione emissiva: LOCK vs BASE



In tutto il periodo di studio:

- le emissioni totali di NO_x mostrano una riduzione che varia dal 12% tal 18%;
- Le emissioni totali di PM2.5 mostrano una riduzione che varia dallo 0.5% all'8%



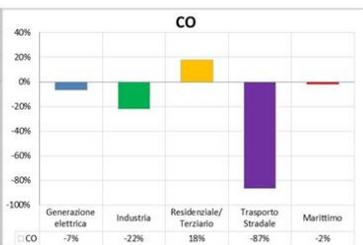
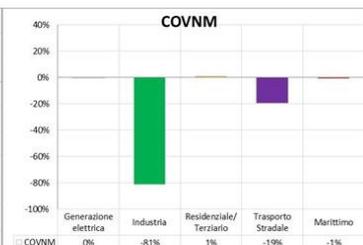
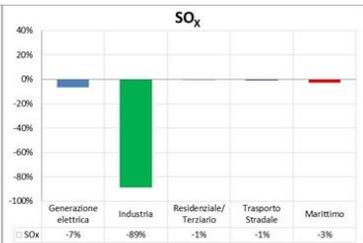
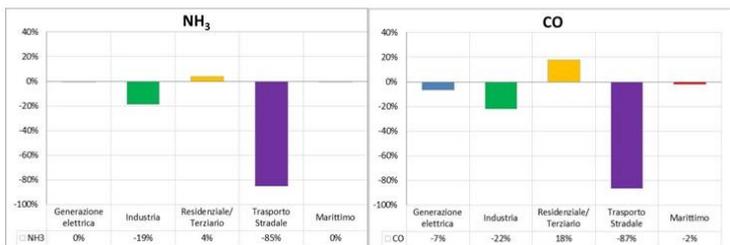
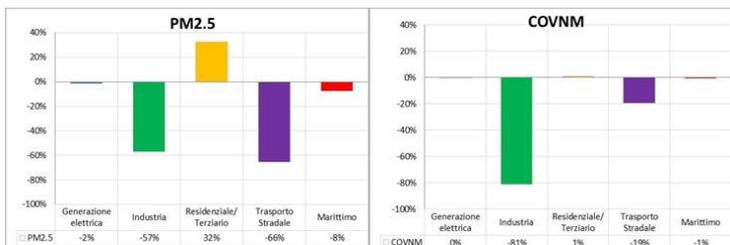
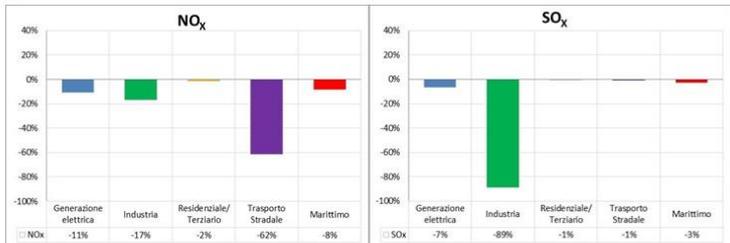
Variazioni mensili:

- maggiore riduzione degli NO_x totali si osservano nel mese di aprile;
- emissioni totali di PM2.5 incrementano in alcune Regioni nel mese di marzo

Maggiori informazioni disponibili al link <https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>

"Progetto PULVIRUS" | Presentazione dei risultati - Roma, 24 ottobre 2022

Variazione emissiva: LOCK vs BASE



Contributo variazioni emissive nel periodo feb – mag 2020:

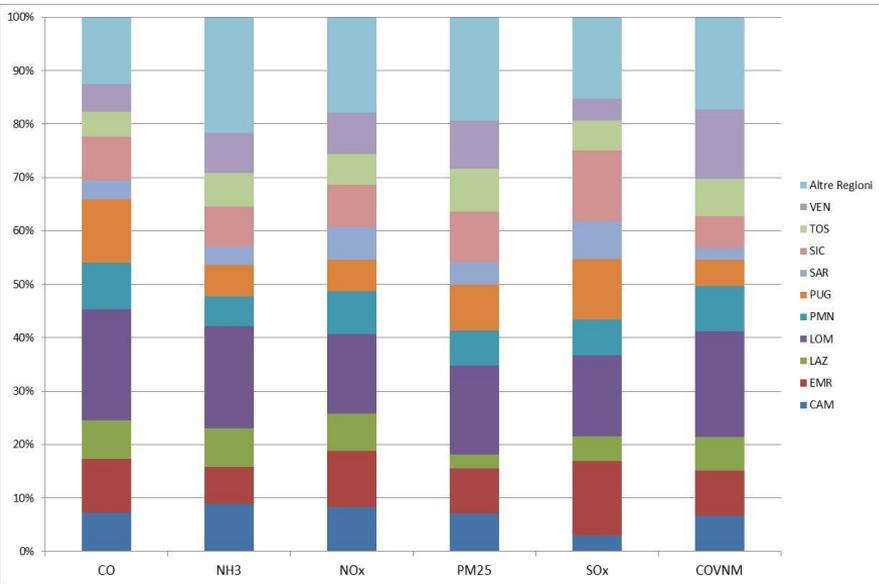
- Riduzione traffico stradale per NO_x (-60%), PM2.5 (-66%) e CO (-87%);
- Riduzione industria per SO_x (-90%) e COVNM (-80%);
- Riduzione marittimo per NO_x (-8%) e SO_x (-3%);
- Incremento Riscaldamento per PM2.5 (+32%);
- Il settore agricoltura non mostra variazioni e di conseguenza non si osservano variazioni significative nelle emissioni di NH₃

Maggiori informazioni disponibili al link

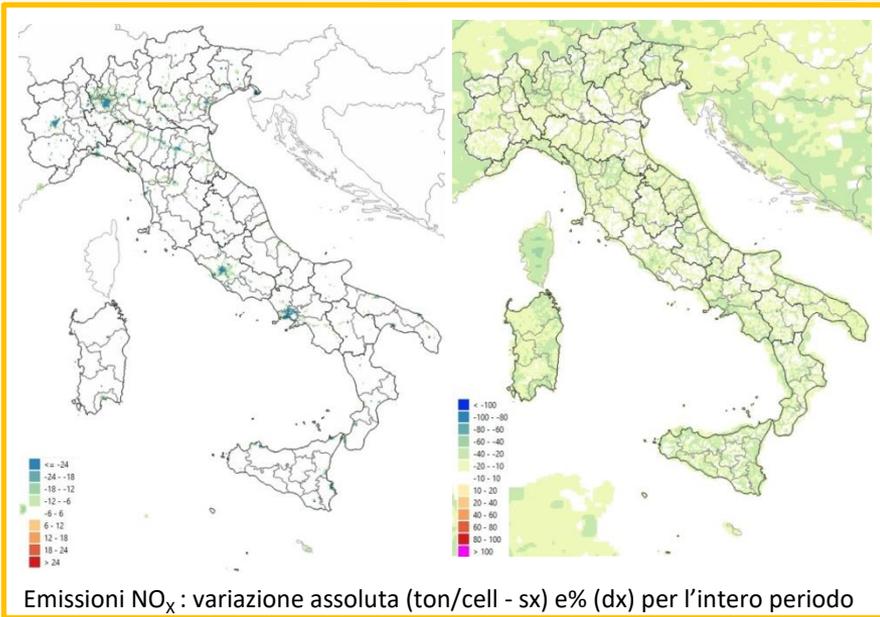
<https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>



Variazione emissiva: LOCK vs BASE



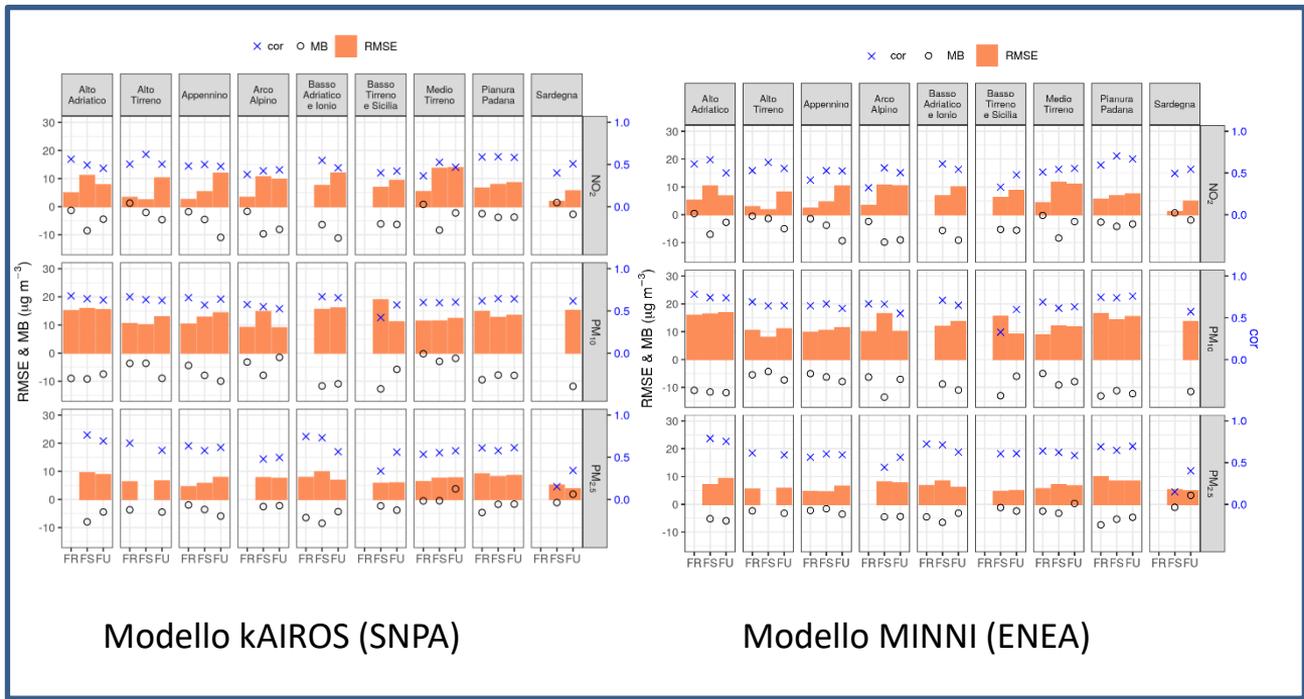
La Regione Lombardia mostra il contributo più alto alla riduzione delle emissioni di tutti gli inquinanti (con un contributo che varia dal 15% al 21%) seguita dalla Regione Emilia Romagna



Le mappe sono disponibili per tutti gli inquinanti con dettaglio giornaliero, mensile o per l'intero periodo



Analisi delle simulazioni: il confronto con le osservazioni



Calcolati indicatori statistici per la simulazione LOCK nel periodo feb-mag 2020:

- Valori giornalieri per NO₂ e PM
- MDA8 (maximum daily 8-hour average concentration) per O₃



Modello MINNI e kAIROS medesime prestazioni e in linea con simulazioni di letteratura



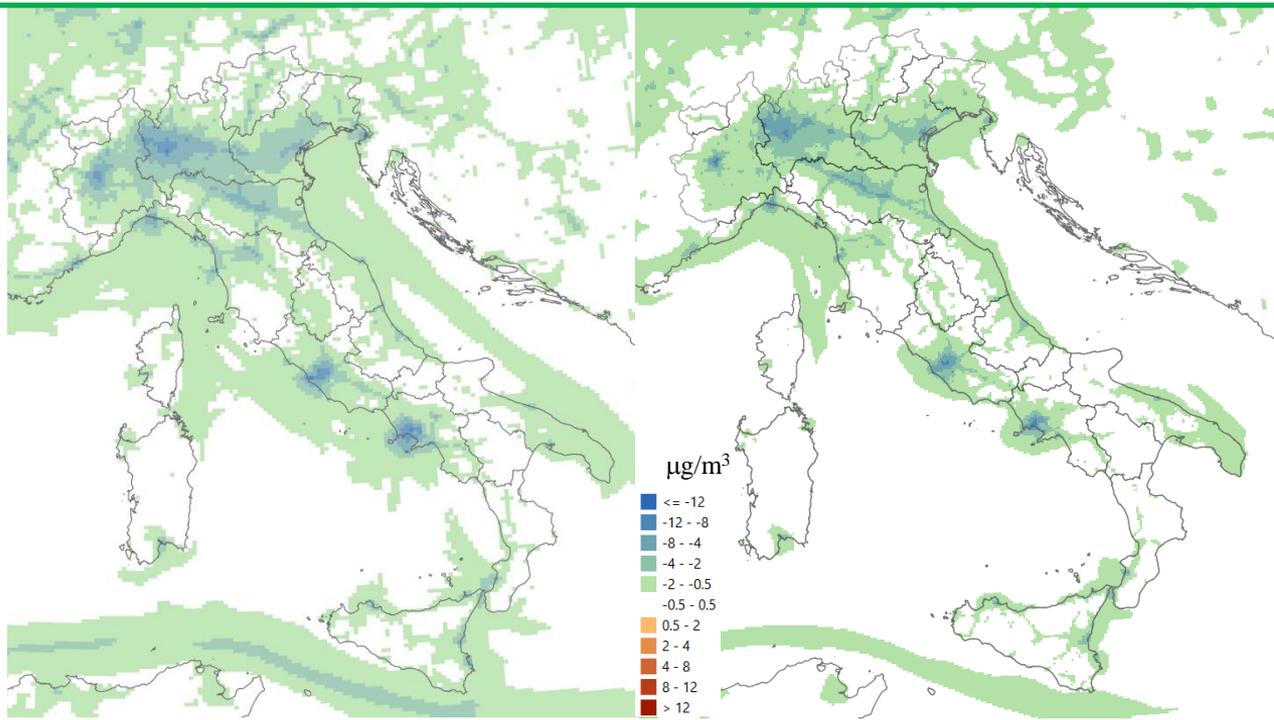
Indicatori calcolati per ogni stazione, per ogni inquinante, per mese e zona climatica

Maggiori informazioni disponibili al link <https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>





Variazioni di concentrazione: LOCK vs BASE NO₂



Modello kAIROS (SNPA)

Modello MINNI (ENEA)

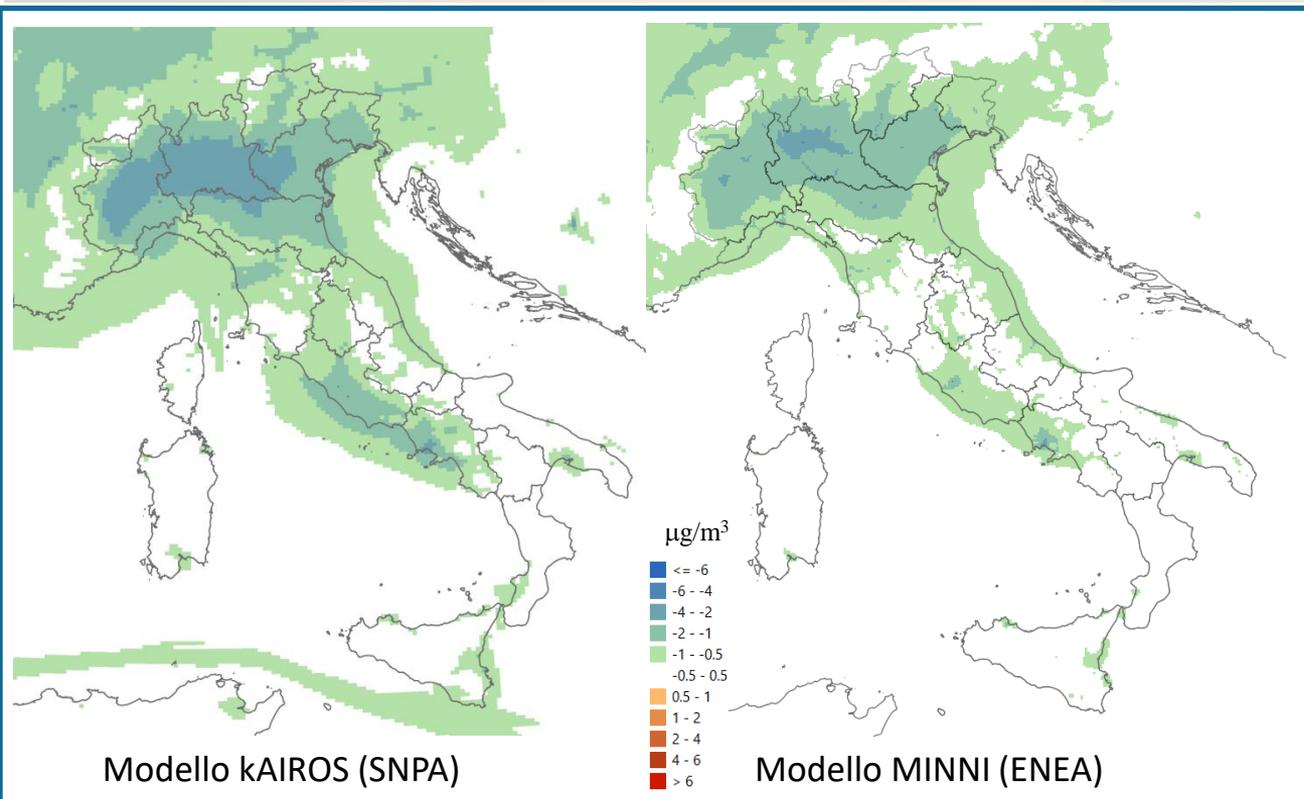
Variazioni di concentrazione di NO₂ –
analisi intero periodo:

- riduzioni maggiori fino a 10 µg/m³ raggiunte in area urbana
- variazioni % raggiungono il 30%

Maggiori informazioni disponibili al link
<https://www.pulvirus.it/index.php/documen-tazione-obiettivo-2/>



Variazioni di concentrazione: LOCK vs BASE PM2.5



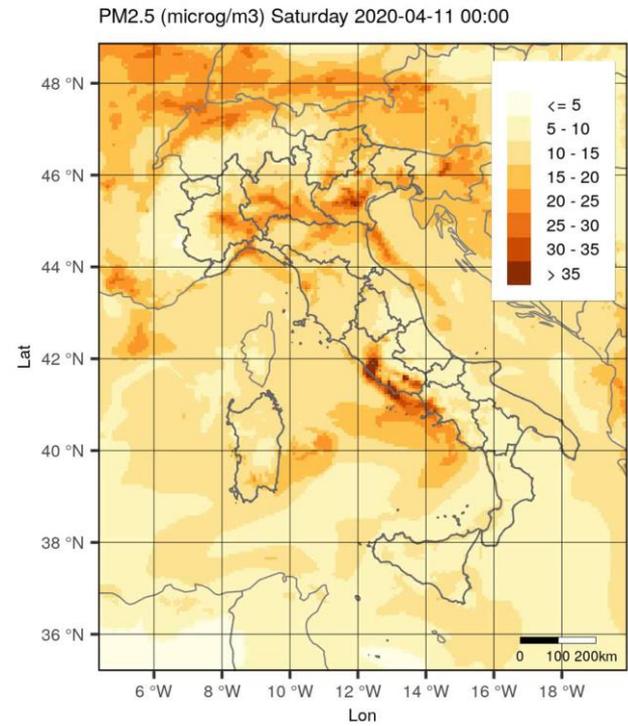
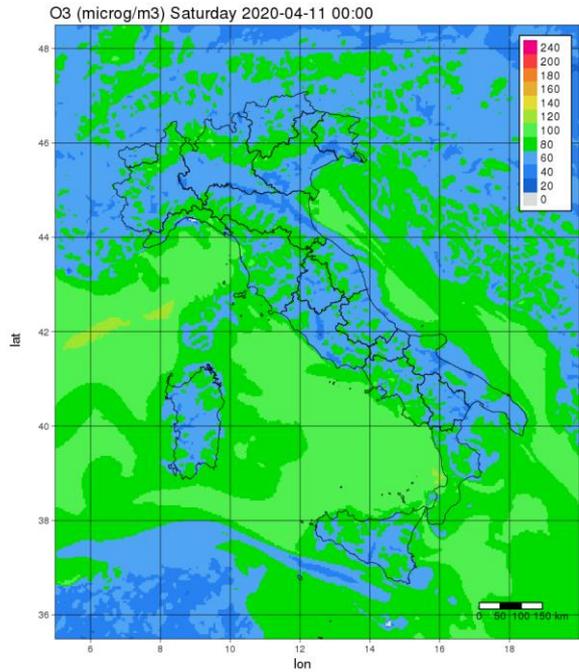
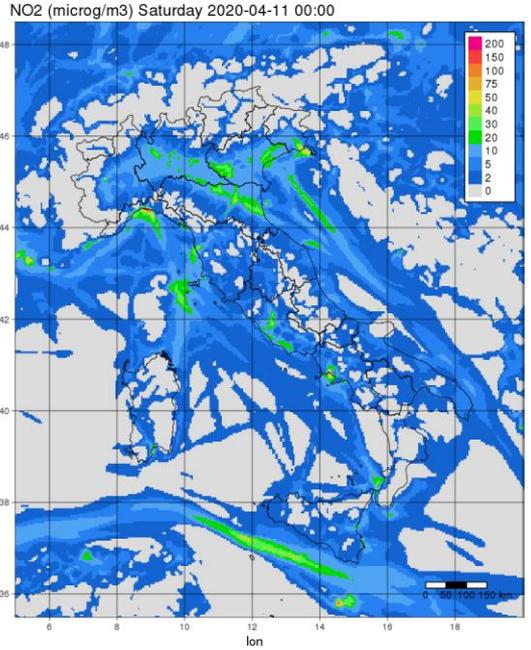
Variazioni di concentrazione di PM2.5
– analisi intero periodo:

- riduzioni fino a 4 µg/m³
- riduzioni % raggiungono il 20%
- Variazioni maggiormente concentrate in Pianura Padana, Lazio e Campania

Maggiori informazioni disponibili al link
<https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>



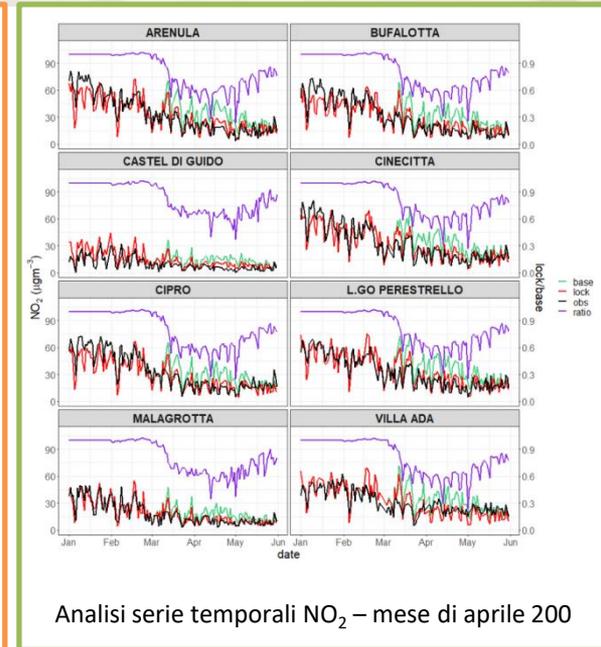
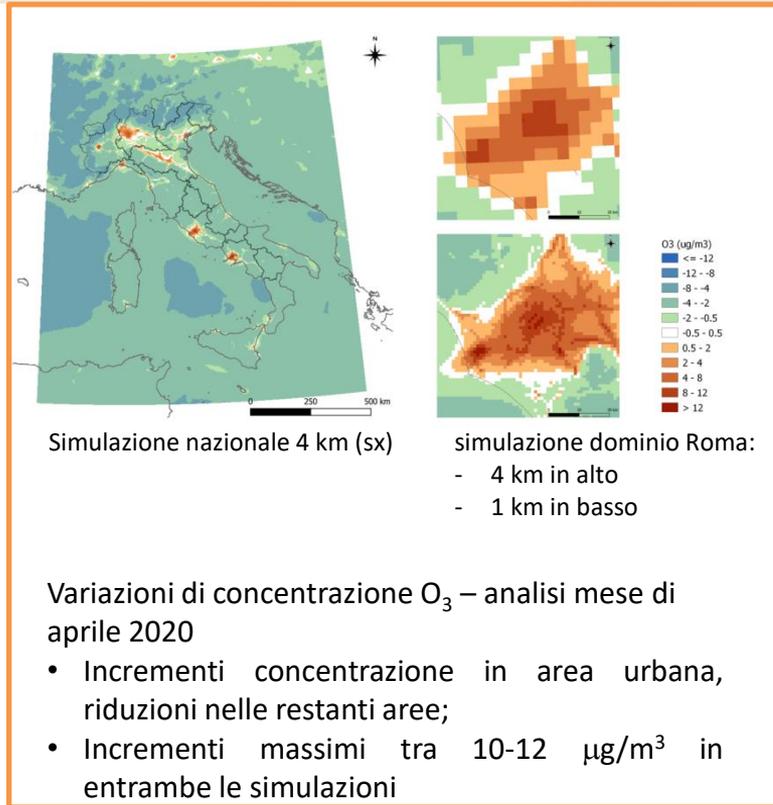
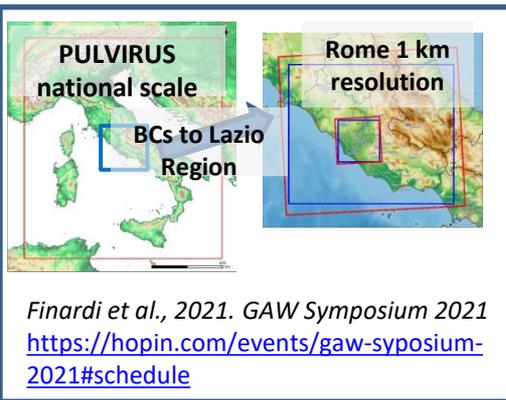
Le simulazioni di qualità dell'aria



Andamento orario delle concentrazioni di NO₂ (sx) e O₃ (dx) durante il lockdown simulate dall'11 al 25 aprile 2020 con il modello MINNI (ENEA) e KAIROS (SNPA) per PM_{2.5}



Le simulazioni nazionali come condizioni al contorno di simulazioni regionali

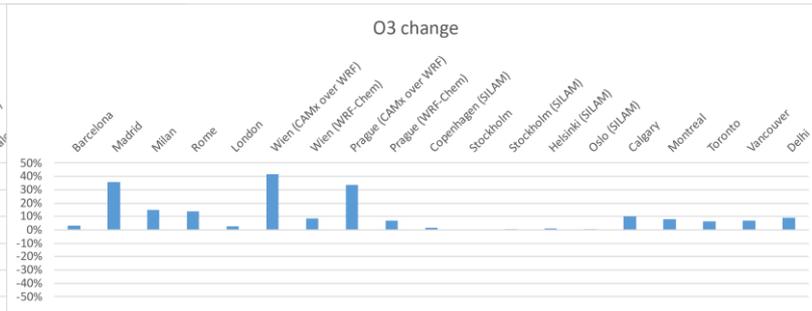
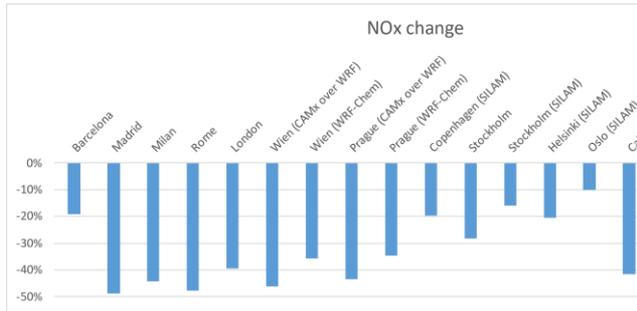
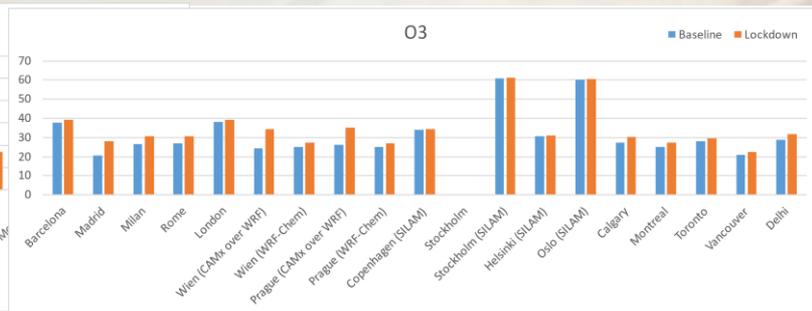
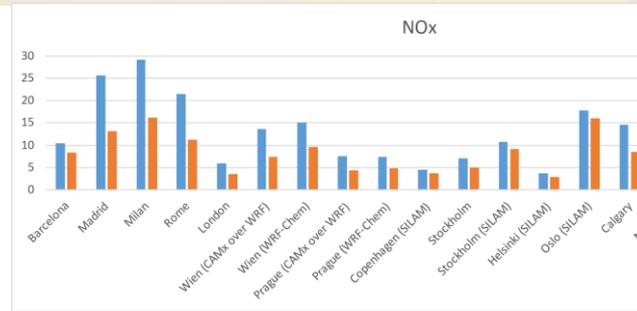




Le simulazioni nazionali/regionali nel progetto WMO-Covid19

Il progetto “WMO/GAW Coordinated study on impacts of covid-19 lockdown measures on air quality”

- coinvolge 12 sistemi modellistici diversi di 17 gruppi di ricerca indipendenti su 24 città di America, Europa e Australia.
 - simulazioni di NO₂, O₃, PM10 e PM2.5
 - due periodi del 2020: pre-lockdown e lockdown
- Per l'Italia sono presenti la città di Roma con la simulazione di ARIANET-Arpa Lazio (modello ARPAFARM) e Milano con la simulazione di ENEA (modello MINNI)



Nel periodo di simulazione (feb – mag 2020):

- Il trasporto stradale, traina la riduzione delle emissioni totali di NO_x ; il settore industriale ha maggiormente inciso sulla riduzione delle emissioni di SO_x e COVNM, mentre il settore residenziale/ terziario ha registrato un incremento delle emissioni di $\text{PM}_{2.5}$;
- la riduzione delle concentrazioni di NO_2 varia fino a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (circa 30%), con maggiori riduzioni in area urbana;
- le concentrazioni di O_3 si riducono in area rurale e incrementano nelle aree urbane (nel mese di aprile fino 10-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- il PM mostra riduzioni comprese tra 3 e 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ localizzate maggiormente nel bacino padano, Lazio e Campania.



- 1. La modellistica permette perciò di prevedere con adeguata affidabilità gli effetti delle variazioni emissive sulle concentrazioni di inquinanti atmosferici.**
- 2. Gli effetti delle variazioni emissive sulle concentrazioni di inquinanti di natura secondaria (O_3) o con una importante componente secondaria (particolato) risultano particolarmente complessi.**
- 3. Notevole attenzione deve essere prestata nella selezione di misure per contenere l'inquinamento atmosferico: interventi mirati in un unico settore non necessariamente portano alle riduzioni di concentrazione auspiccate.**



Gruppo di lavoro

Le attività dell'obiettivo 2 hanno coinvolto 38 ricercatori di

ENEA: Ilaria D'Elia, Antonio Piersanti, Gino Briganti, Massimo D'Isidoro, Lina Vitali, Mario Adani, Andrea Cappelletti, Luisella Ciancarella, Felicità Russo, Giovanni Vialetto, Mihaela Mircea, Maria Gabriella Villani

ISPRA: Daniela Romano, Riccardo De Lauretis, Ernesto Taurino, Andrea Gagna, Antonella Bernetti, Emanuele Peschi, Antonio Caputo, Monica Pantaleoni, Marina Colaiezzi

Arpa Emilia Romagna: Michele Stortini, Roberta Amorati, Giulia Giovannini, Giorgio Veratti (UniMoRe).

Arpa Lombardia: Alessandro Marongiu, Giuseppe Fossati, Pierfrancesco Bonamassa, Marco Moretti, Elisabetta Angelino, Edoardo Peroni, Guido Lanzani

Arpa Veneto: Silvia Pillon, Laura Susanetti

Arpa Lazio: Laura Bennati, Silvia Barberini, Andrea Bolignano

ISS: Maria Eleonora Soggiu



I risultati del progetto Pulvirus

Le attività dell'obiettivo 2 sono state

- descritte in 6 report disponibili online sul sito del progetto al seguente link <https://www.pulvirus.it/index.php/documentazione-obiettivo-2/>
- presentate a maggio 2022 a PM2022 (simulazione modello kAIROS, *Stortini et al., 2022*, https://www.pulvirus.it/wp-content/uploads/2022/06/stortini_pm2022.pdf)
- presentate il 29/11/2021 al workshop UNECE 3rd Expert Panel on Clean Air in Cities (simulazione modello MINNI, *D'Elia and D'Isidoro, 2021*, https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/13_D_Elia_COVID_Italy.pdf)



I risultati del progetto Pulvirus

Le attività dell'obiettivo 2 sono state

- sottomesse alla rivista Atmospheric Pollution Research (*D'Isidoro et al., 2022, under review, modello MINNI-ENEA*)
- utilizzate come input per simulazioni regionali (modello MINNI-ENEA)
- fornite come condizioni al contorno per le simulazioni del progetto europeo LIFE REMY (simulazioni modello KAIROS, SNPA)
- utilizzate come contributo per la parte modellistica nel progetto WMO/GAW Coordinated study on impacts of covid-19 lockdown measures on air quality (simulazioni modello MINNI-ENEA per Milano e Arpa Lazio/Arianet per Roma)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE
Per maggiori informazioni:
ilaria.delia@enea.it

Le simulazioni sono disponibili inviando una mail a

- Gino Briganti (gino.briganti@enea.it) per il modello MINNI (ENEA)
- Michele Stortini (mstortini@arpae.it) per il modello KAIROS (SNPA)

Le risorse informatiche e il relativo supporto tecnico utilizzati per le simulazioni del modello MINNI di ENEA sono stati forniti dall'infrastruttura di Calcolo ad Alte Prestazioni CRESCO/ENEAGRID e dal suo personale. L'infrastruttura di Calcolo ad Alte Prestazioni CRESCO/ENEAGRID è finanziata dall'ENEA, e dai programmi di ricerca italiani ed europei. Per informazioni: <http://www.cresco.enea.it>