

# STRUMENTI E RISULTATI SU VASTA SCALA DI PREPAIR

IL PROGETTO PREPAIR HA CONTRIBUITO A MIGLIORARE GLI STRUMENTI DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA, A SUPPORTO DELLE MISURE DI RISANAMENTO, TRAMITE UNA MIGLIORE DEFINIZIONE DELLE SORGENTI, PROIEZIONI EMISSIVE, SVILUPPO DI STRUMENTI MODELLISTICI E CAMPAGNE DI MONITORAGGIO SPECIALI.

**L**e attività del progetto Prepair si sono svolte nell'ambito di *pillar* tematici all'interno di *action* specifiche. Questo articolo si focalizza sulle principali condotte dai due *pillar* "Valutazione qualità dell'aria" ed "Emissioni/stazioni speciali", rimandando al sito di progetto ([www.lifeprepare.eu](http://www.lifeprepare.eu)) per un più esteso e dettagliato quadro sui risultati ottenuti da tutti i *pillar*. Si è pensato di raggruppare, data la mole di dati e prodotti elaborati in questi sette anni, nei seguenti tre filoni trasversali alle *action*:

- sorgenti di emissioni, proiezioni emmissive e approfondimenti sulle sorgenti chiave
- modellistica di qualità dell'aria e di *integrated assessment*
- campagne di monitoraggio e siti speciali di Prepair.

## Sorgenti di emissioni, proiezioni emmissive e sorgenti chiave

L'individuazione delle sorgenti di inquinanti, la loro quantificazione

e distribuzione su un territorio costituiscono elementi alla base per supportare le scelte su tipo e priorità di interventi di mitigazione.

Nel progetto Prepair è stato prodotto un dataset delle emissioni, mosaicando le stime provenienti dagli inventari di emissione *bottom-up* realizzati dai molti enti partner mediante il sistema Inemar e dall'inventario nazionale della Slovenia. Il dataset è stato realizzato da Arpa Lombardia per gli anni 2013, 2017, 2019 su bacino del Po e Slovenia, introducendo ipotesi nel processamento delle stime per inserire eventuali informazioni mancanti (ad esempio classificazione, codici), allineare le annualità ecc., al fine di garantire quanto più possibile confrontabilità e riproducibilità tra gli aggiornamenti del database nel tempo, organicità e coerenza nello spazio [1]. Tale dataset è stato alla base dell'attività di costruzione di proiezioni future e di scenari emmissivi. Per esempio, la metodologia implementata a scala regionale per la valutazione delle emissioni durante il *lockdown* (figura 1a) ha consentito ad Arpa Lombardia di

sviluppare un catalogo di indicatori (es. variazione mobilità, riduzione voli, variazione presenze domestiche ecc.) [2, 3] e di condividerla per il calcolo delle emissioni giornaliere in Prepair, per la scala di bacino padano (figura 1b) [4] e nel progetto Pulviris, per la scala italiana [5]. Altri scenari emmissivi sono stati predisposti per simulare mediante modelli la sensibilità dei modelli Ctm (*Chemical transport model*) e l'impatto sulla qualità dell'aria per progressivi range di riduzioni [6, 7].

Il progetto Prepair prevedeva due filoni di approfondimento sulle sorgenti chiave: la combustione a biomassa legnosa per il riscaldamento domestico e il traffico. Per il primo sono state svolte su coordinamento di Arpa Veneto un'indagine campionaria, tramite tecnica Cati, e una valutazione del bilancio energetico nel settore residenziale che hanno permesso di aggiornare all'anno 2018 la stima dei consumi di biomassa legnosa negli impianti con potenza inferiore ai 35 kW in tutto il territorio del bacino padano [8]. Rispetto al secondo, sono stati

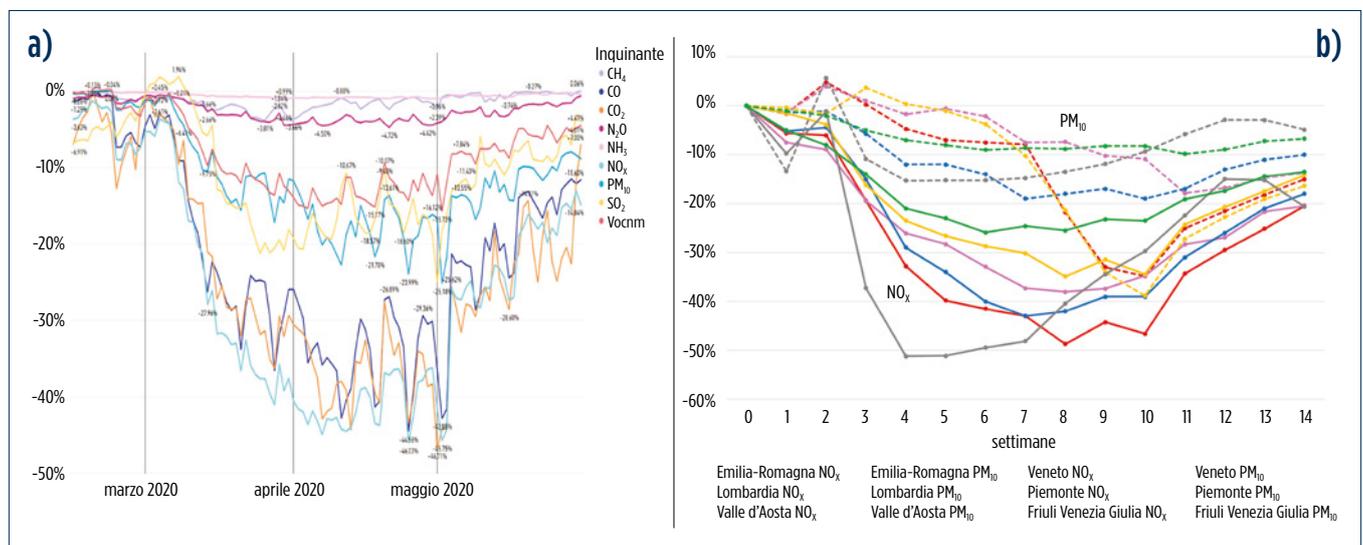


FIG. 1 STIMA DELLE VARIAZIONI EMISSIVE DURANTE IL LOCKDOWN

a) Stime di emissioni giornaliere calcolate come (Covid-Bau)/Bau (Covid: scenario lockdown, Bau: scenario usuale di riferimento).  
 b) Stime emissioni settimanali su bacino Life Prepair.

condotti, su coordinamento di Arpa Piemonte, l'elaborazione di un grafo stradale unico, esteso a tutto il bacino, con assegnazione dei flussi mediante modello di traffico [6]. "EmiTool", messo a punto nell'ambito di Prepair consente lo scambio e la visualizzazione dei dati emissivi tra i partner e l'elaborazione di scenari. Infine, attività di raccordo con altri strumenti elaborati in Prepair, come il Bat-Tool dal *pillar* Agricoltura, sono riscontrabili negli articoli indicati in bibliografia [9, 10].

### La modellistica di qualità dell'aria e di *integrated assessment*

Nel progetto Prepair sono stati applicati da alcuni enti partner i propri sistemi di modellizzazione, mettendo così a confronto i risultati di ben cinque sistemi Ctm: Ninfa-ER (Arpa Emilia-Romagna) [11], PieAms (Arpa Piemonte), Smal-lo (Arpa Lombardia), Cammx-Slo (Arso) e, a partire dalla presente relazione, Spiair (Arpa Veneto). L'attività di modellistica condotta in Prepair ha visto l'impiego di alcuni o tutti e cinque i sistemi per fornire campi di concentrazione ad alta risoluzione al fine di:

- realizzare la valutazione modellistica di qualità dell'aria (Vmqa) per tre anni (2020-2021-2022) su dominio Prepair
- produrre mappe quotidiane di previsioni di bacino

- simulare l'effetto di scenari o supportare la comprensione di fenomeni di inquinamento atmosferico. Le simulazioni sono state condotte utilizzando, tra gli input, il dataset di emissioni descritto sopra, i dati delle

reti di monitoraggio della qualità dell'aria, messi a disposizione dagli enti partner e raccolti nella piattaforma sviluppata nell'ambito del progetto che raccoglie, oltre ai dati, i risultati delle simulazioni giornaliere previsionali frutto

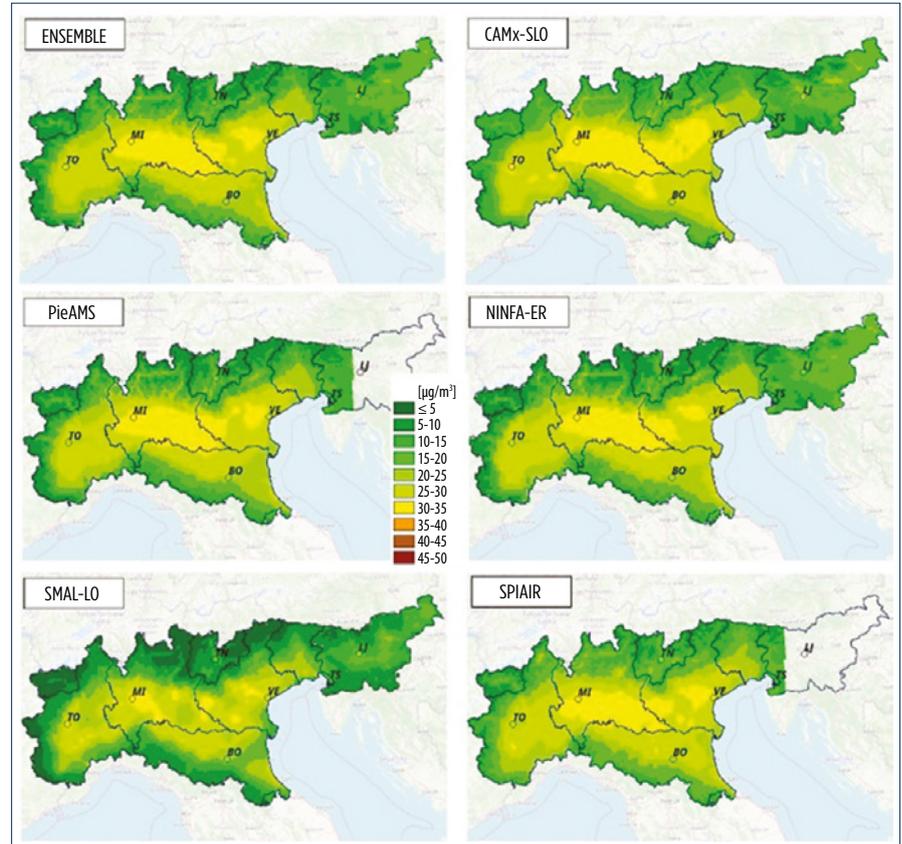


FIG. 2  $PM_{10}$   
Mappe della media annua di  $PM_{10}$  per l'anno 2022 prodotte dai cinque sistemi di fusione dati e dall'ensemble D5 (in alto a sinistra nella figura).



dell'applicazione operativa delle catene modellistiche che vengono così condivisi giornalmente tra i partner.

La figura 2 mostra i risultati nella Vmqa per l'anno più recente ottenuta a valle dell'ensemble, approccio d'avanguardia diffuso anche nei servizi Cams/Ecmwf [11] che, con algoritmi appositi, consente in modo combinato di tener conto dei risultati prodotti dai singoli Ctm. La valutazione viene effettuata tenendo conto degli indicatori più critici rispetto ai valori limite stabiliti dalla direttiva 2008/50/CE dettagli su dati di input, tecniche di *data fusion* e i risultati dell'attività di validazione riportati nei report [12].

L'applicazione dei modelli è avvenuta nell'ambito di Prepair sia per simulare l'effetto di riduzione delle emissioni ipotizzati in scenari [6, 7] sia per riprodurre e interpretare fenomeni come l'impatto della qualità dell'aria delle azioni anti Covid-19 [4].

La valutazione modellistica si è avvalsa anche di strumenti modellistici di *integrated assessment*, utilizzando una versione aggiornata nell'ambito del progetto Prepair di Riat+ [13, 14] utilizzata da alcuni enti partner nella valutazione dei piani.

## Le campagne di monitoraggio e i siti speciali di Prepair

Il progetto Prepair ha previsto, su coordinamento di Arpa Lombardia, la creazione di una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM<sub>10</sub>. Tale rete è stata creata sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti ed è composta da quattro siti di fondo urbano (Milano, Bologna, Torino e Vicenza) e uno rurale (Schivenoglia, MN).

In ogni sito sono in funzione due campionatori gravimetrici a basso volume per la raccolta di campioni di PM<sub>10</sub> su filtri con diametro 47 mm, uno per membrane in fibra di quarzo e l'altro in esteri misti di cellulosa o teflon. Quest'ultimi sono dedicati all'analisi degli elementi con Z>11, condotta tramite la tecnica Xrf, mentre i filtri in quarzo sono impiegati per la determinazione della componente carboniosa, tramite tecnica termo-ottica Tot/Tor, e di anioni, cationi e zuccheri (levoglucosano) tramite cromatografia ionica.

Le misure vengono effettuate giornalmente e, su ogni filtro, Arpa Lombardia effettua le seguenti analisi:

- elementi: Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb e Pb
- cationi: Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>
- anioni: Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- zuccheri: levoglucosano
- composti carboniosi: OC (carbonio organico) e EC (carbonio elementare).

Il progetto prevede campionamenti per tutti i siti speciali dal 1° aprile 2018, analisi e raccolta dei dati, elaborazione dei risultati con tecniche statistiche e di ripartizione delle fonti per identificare l'evoluzione dei contributi delle diverse fonti relative alle azioni implementate. Nel seguito sono presentati alcune elaborazioni sui risultati validati relativi alla determinazione della composizione

chimica del primo quadriennio, dal 1° aprile 2018 al 31 marzo 2022, rimandando al report per ulteriori dettagli sugli interessanti risultati ottenuti per i vari siti e mediante l'utilizzo di tecniche di *source apportionment* [15]. Come quella emissiva e modellistica, anche l'attività di monitoraggio ha attivato analisi dei dati approfonditi per esaminare l'impatto sulla qualità dell'aria delle azioni anti-Covid-19 ("Studio degli effetti del lockdown sul PM<sub>10</sub> e sua composizione chimica") [16].

**Elisabetta Angelino<sup>1</sup>, Michele Stortini<sup>2</sup>**

1. Arpa Lombardia
2. Arpa Emilia-Romagna

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Marongiu A., Angelino E., Moretti M., Malvestiti G., Fossati G., 2022, "Atmospheric emission sources in the Po-basin from the Life-Ip Prepair project", *Open Journal of Air Pollution*, 11, 70-83. doi: 10.4236/ojap.2022.113006
- [2] [www.harmo.org/Conferences/Proceedings/\\_Tartu/publishedSections/H20-149\\_elisabetta\\_angelino.pdf](http://www.harmo.org/Conferences/Proceedings/_Tartu/publishedSections/H20-149_elisabetta_angelino.pdf)
- [3] Marongiu A., Angelino E., Malvestiti G. et al., 2023, "Emission estimates and air quality simulation on Lombardy during lockdown", *Air Qual Atmos Health*, 16, 61-75. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01265-1>
- [4] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/09/COVIDQA-Prepair-2-17Settembre2020.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/09/COVIDQA-Prepair-2-17Settembre2020.pdf)
- [5] [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus/delia\\_et\\_al\\_obiettivo2\\_pulvirus\\_es2022\\_5-6.pdf/view](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus/delia_et_al_obiettivo2_pulvirus_es2022_5-6.pdf/view)
- [6] [www.lifeprepare.eu/index.php/2022/06/03/inproving-air-quality-together-the-slides](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2022/06/03/inproving-air-quality-together-the-slides)
- [7] Veratti G., Stortini M., Amorati R., Bressan L., Giovannini G., Bande S., Bissardella F., Ghigo S., Angelino E., Colombo L., Fossati G., Malvestiti G., Marongiu A., Dalla Fontana A., Intini B., Pillon S., 2023, "Impact of NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub> emission reduction on particulate matter across Po Valley: A Life-Ip-Prepair Study", *Atmosphere*, 14(5):762. <https://doi.org/10.3390/atmos14050762>
- [8] [www.lifeprepare.eu/index.php/2021/10/12/presentazioni-conferenza-sui-consumi-di-biomassa-domestica-nel-bacino-padano-7-ottobre-2021](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2021/10/12/presentazioni-conferenza-sui-consumi-di-biomassa-domestica-nel-bacino-padano-7-ottobre-2021)
- [8] [www.tfeip-secretariat.org/\\_files/ugd/e5a9c7\\_cfd990a2bf646e0a58dc9cf55825c09.pdf](http://www.tfeip-secretariat.org/_files/ugd/e5a9c7_cfd990a2bf646e0a58dc9cf55825c09.pdf)
- [9] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2022/05/8\\_Bologna\\_Marongiu\\_05052022.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2022/05/8_Bologna_Marongiu_05052022.pdf)
- [10] Vitali L., Cuvelier K., Piersanti A., Monteiro A., Adani M., Amorati R., Bartocha A., D'Ausilio A., Durka P., Gama C., Giovannini G., Janssen S., Przybyła T., Stortini M., Vranckx S., Thunis P., "A standardized methodology for the validation of air quality forecast applications (F-MQO): Lessons learnt from its application across Europe", *Geosci. Model Dev. Discuss.*, [preprint], <https://doi.org/10.5194/gmd-2023-65>, in review, 2023.
- [11] <https://regional.atmosphere.copernicus.eu>
- [12] [www.lifeprepare.eu/index.php/2023/06/22/online-the-2022-air-quality-assessment-report-for-the-po-valley-basin-and-slovenia/?lang=en](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2023/06/22/online-the-2022-air-quality-assessment-report-for-the-po-valley-basin-and-slovenia/?lang=en)
- [13] [www.arpae.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera](http://www.arpae.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera)
- [14] <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1/quadro-conoscitivo.pdf/@@download/file/Quadro%20Conoscitivo.pdf>
- [15] [www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-13](http://www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-13)
- [16] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/02/Prepair\\_covidQA\\_Report3\\_def2.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/02/Prepair_covidQA_Report3_def2.pdf)