

Collaborazioni tra ARPA e reti nazionali: il caso di Alicenet e ARPA Valle d'Aosta

Henri Diémoz¹, Francesca Barnaba², Annachiara Bellini¹ e il team Alicenet

¹ARPA Valle d'Aosta, Saint-Christophe, Aosta

²CNR-ISAC, Roma

h.diemoz@arpa.vda.it

Verso la nuova Direttiva Europea sulla qualità dell'aria:
dialogo e sinergie tra infrastrutture di ricerca, enti locali e agenzie ambientali
Roma, 7–8 aprile 2025



1 Introduzione: perché la qualità dell'aria in “3D”

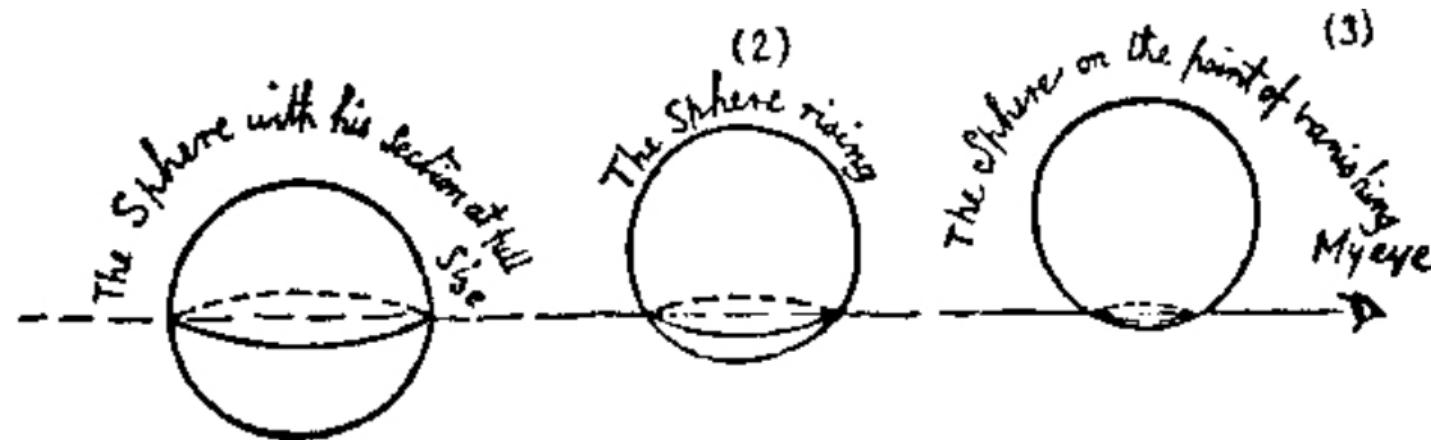
2 I lidar-ceilometer automatici e Alicenet

3 Alcuni esempi di applicazione in qualità dell'aria

4 Conclusioni



La qualità dell'aria in 3D

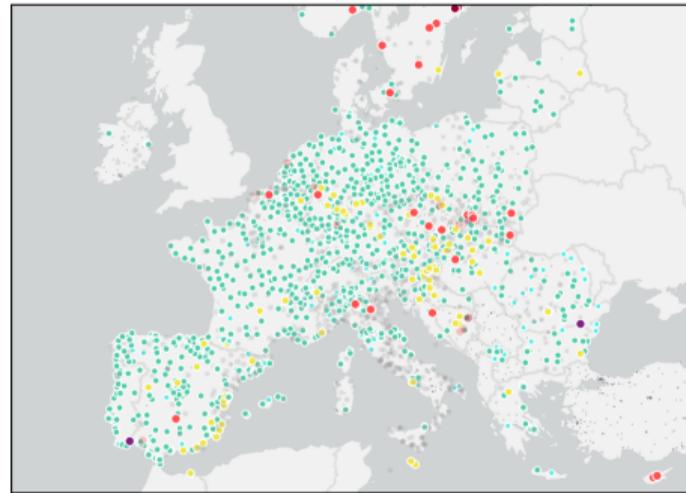


"Either this is madness or it is Hell." "It is neither," calmly replied the voice of the Sphere,
**"it is Knowledge; it is Three Dimensions: open your eye once again
and try to look steadily."**

Edwin A. Abbott, *Flatland: A Romance of Many Dimensions* (1884)



La qualità dell'aria in 3D



Dalla “Sfera” all’atmoSfera...!

Le reti di monitoraggio di qualità dell’aria in 2D, ma le dinamiche atmosferiche in 3D!
Qui parleremo di profili verticali dell’aerosol e di lidar-ceilometer



1 Introduzione: perché la qualità dell'aria in “3D”

2 I lidar-ceilometer automatici e Alicenet

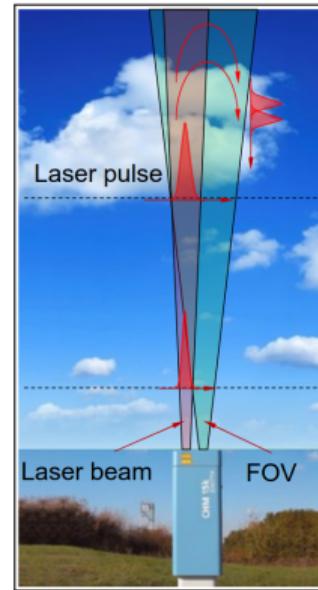
3 Alcuni esempi di applicazione in qualità dell'aria

4 Conclusioni



I lidar-ceilometer automatici

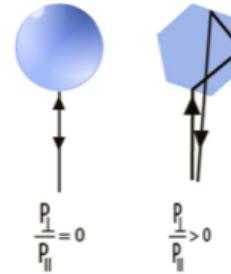
- Laser a impulsi (1064 o 910 nm)
- Retrodiffusione dal target (goccia o aerosol) verso la superficie
- Il tempo dall'emissione al rilevamento utilizzato per valutare la distanza del target
- Max distanza dal suolo 15 km
- Risoluzione spaziale 15 m (o anche meno), temporale 15 s
- Lidar-ceilometer e lidar di ricerca
- Operatività 24/7 *unattended*, in qualsiasi condizione meteorologica, con poca manutenzione



Credits: MeteoSwiss



I lidar-ceilometer automatici



Credits: www.tropos.de, www.vaisala.com

Primo prototipo realizzato da CNR-ISAC e Jenoptik/Lufft nel progetto DIAPASON (e.g., Gobbi et al., 2019). Recentemente commercializzati sistemi Vaisala a basso costo con sensibilità alla depolarizzazione (primi km da terra)



Alicenet, crescita condivisa tra ARPA Valle d'Aosta e CNR



Alicenet in May 2022

Alicenet today

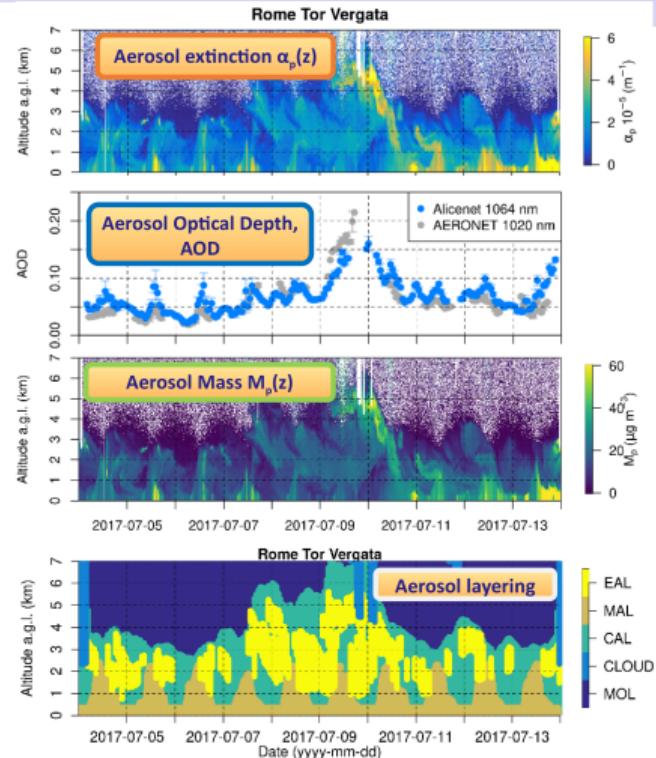


- 20 sites
- Homogeneous systems (CHM15K & CL61)
- Marked variety of monitored environments (coastal, mountain, volcanic and several urban areas)
- Alicenet data can be visualized in near real time on a dedicated web site (<https://www.alice-net.eu/>, under update)

Alicenet, crescita condivisa tra ARPA Valle d'Aosta e CNR



- Elaborazione *in tempo reale* e armonizzata delle misure da ALC, con i metodi disponibili più recenti
- Prodotti quantitativi utili alla qualità dell'aria (es. PM) e non solo
- Interpretazione automatizzata dei profili, es. classificazione degli strati
- Utile a chiunque, in Italia, voglia capire quali fenomeni sono in corso. I risultati/prodotti sono resi disponibili a tutti sul sito www.alice-net.eu o su richiesta



Bellini et al., 2024, AMT

DOI 10.5194/amt-17-6119-2024



Alicenet, crescita condivisa tra ARPA Valle d'Aosta e CNR

Nel contesto europeo



<https://e-profile.eu>



www.probe-cost.eu



<https://riurbans.eu>



1 Introduzione: perché la qualità dell'aria in “3D”

2 I lidar-ceilometer automatici e Alicenet

3 Alcuni esempi di applicazione in qualità dell'aria

4 Conclusioni



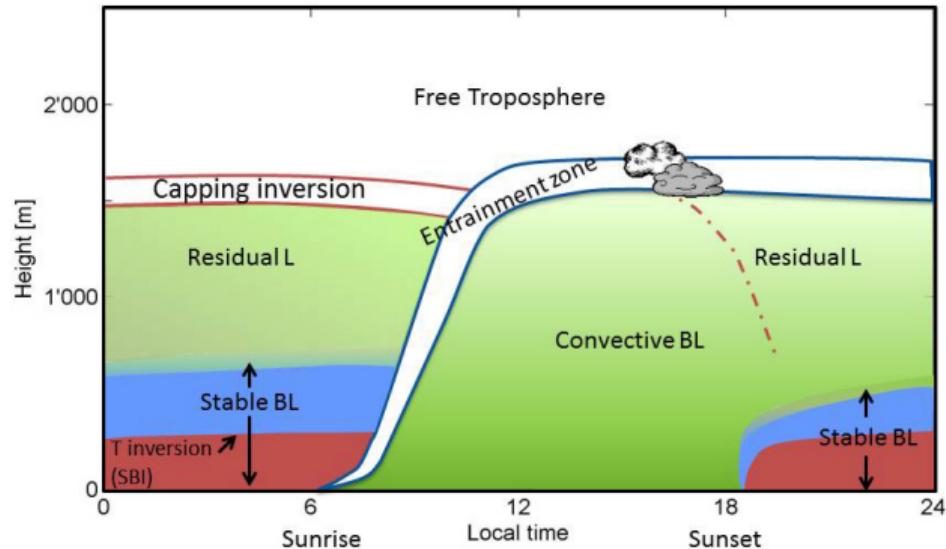
Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

10 anni fa: il nostro primo studio di casi

Motivazioni iniziali

- Studio dell'altezza del “mixing layer” e delle inversioni termiche in valle alpina
- Individuazione di alcune fonti emissive locali

Ma un risultato inaspettato ha reso tutto più interessante...

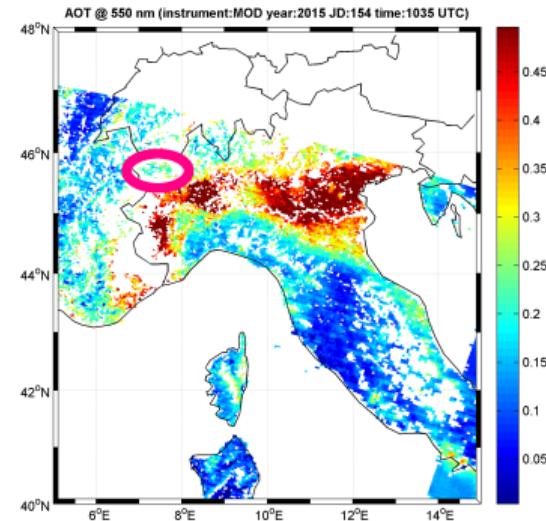


Collaud Coen et al., 2014



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

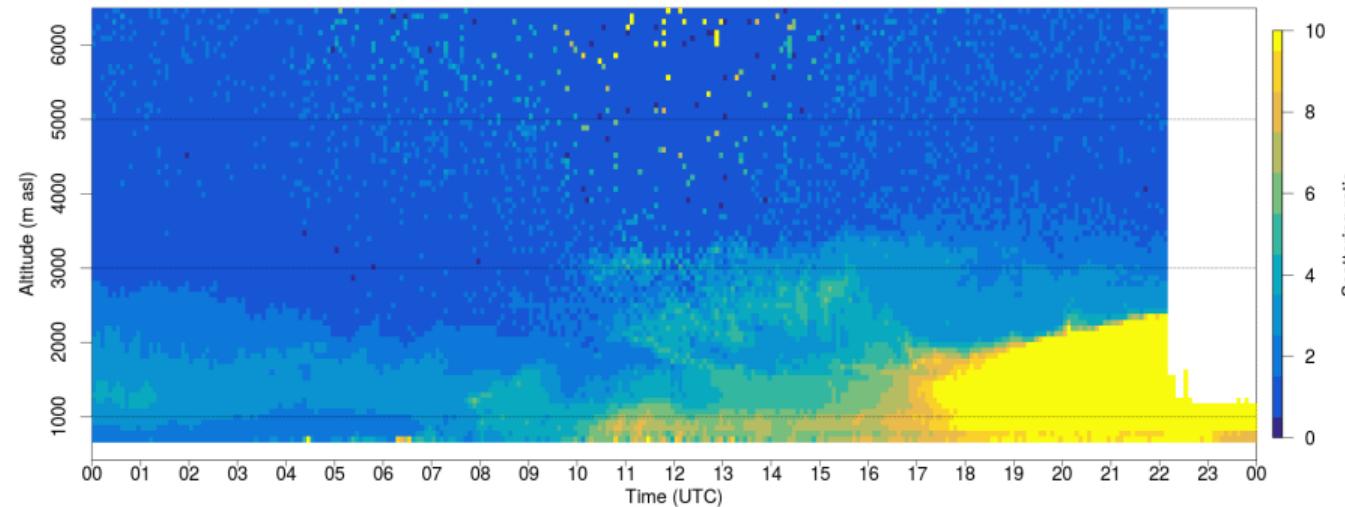
10 anni fa: il nostro primo studio di casi



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

10 anni fa: il nostro primo studio di casi

Esempio di profilo verticale sulle 24h da lidar-ceilometer automatico (Aosta, 25 maggio 2017)



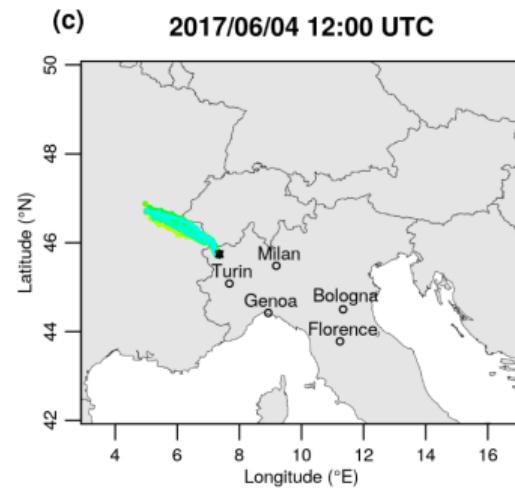
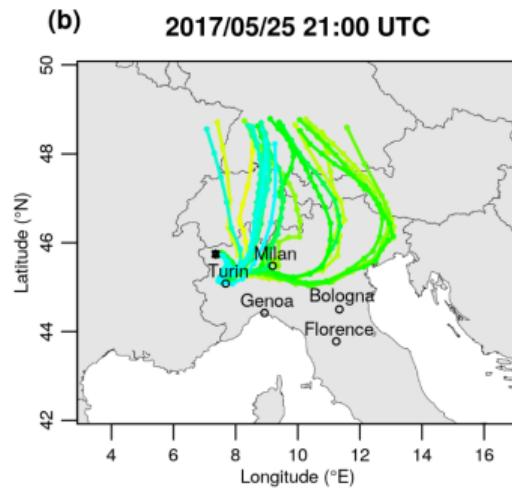
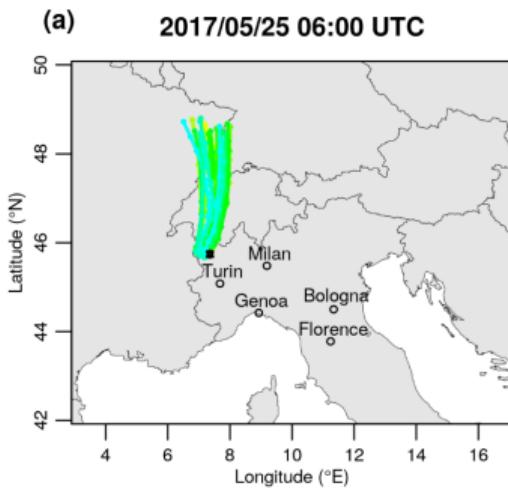
Diémoz et al., 2019, ACP
DOI 10.5194/acp-19-3065-2019



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Trasporto alla mesoscala

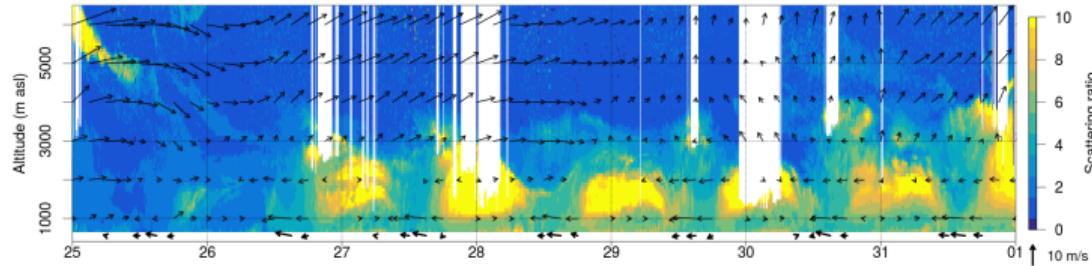
Retrotraiettorie ad alta risoluzione



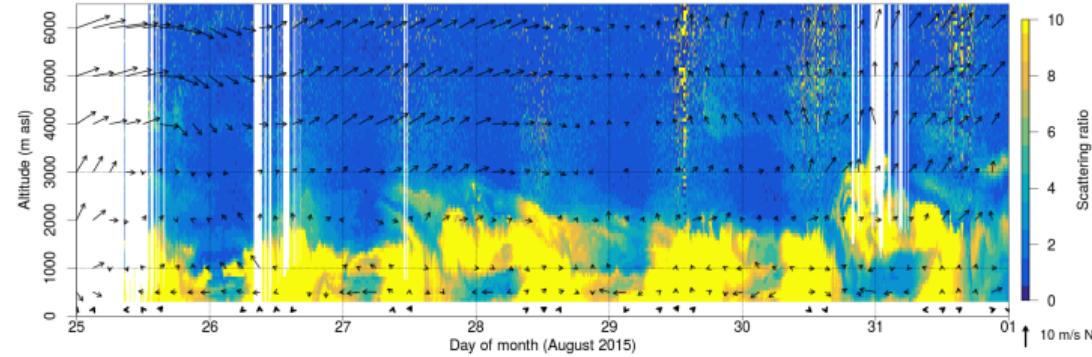
Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Trasporto alla mesoscala

Aosta



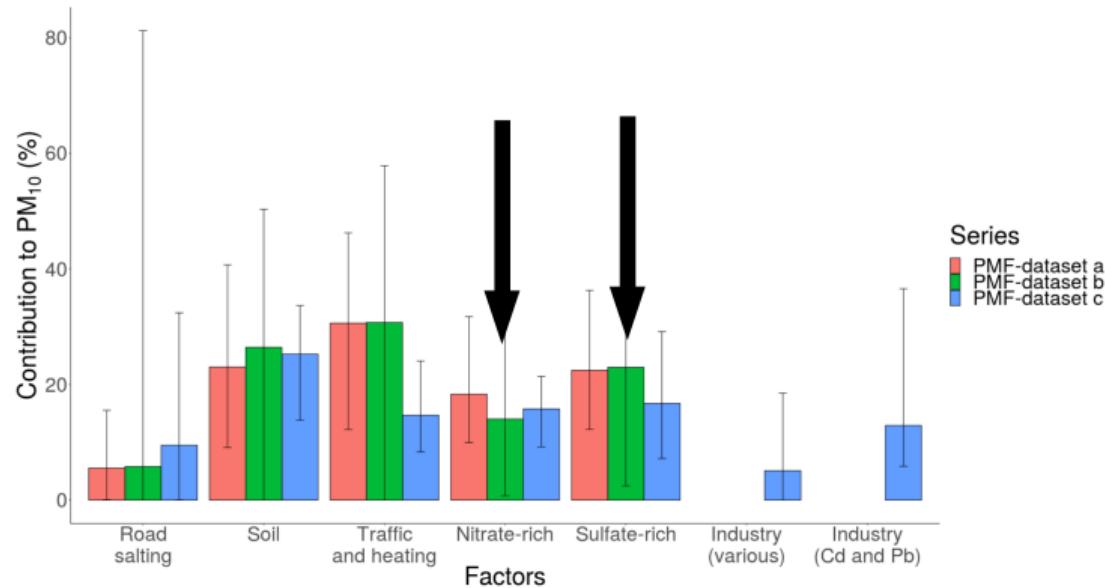
Milano



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Trasporto alla mesoscala

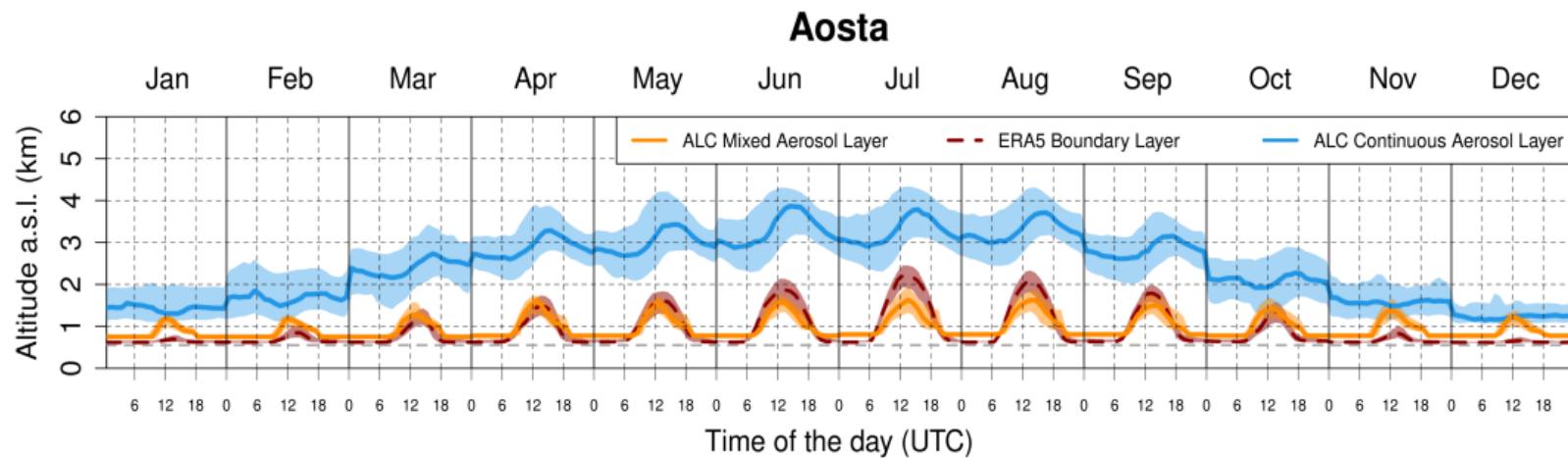
La Positive Matrix Factorization identifica due fattori connessi al trasporto di aerosol secondario dalla Pianura Padana (“ricco di solfati” e “ricco di nitrati”, > 25%)



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Identificazione degli strati ed effetti nelle zone ad alta quota

La copertura temporale 24/7 permette di elaborare “climatologie” dei profili per ogni sito



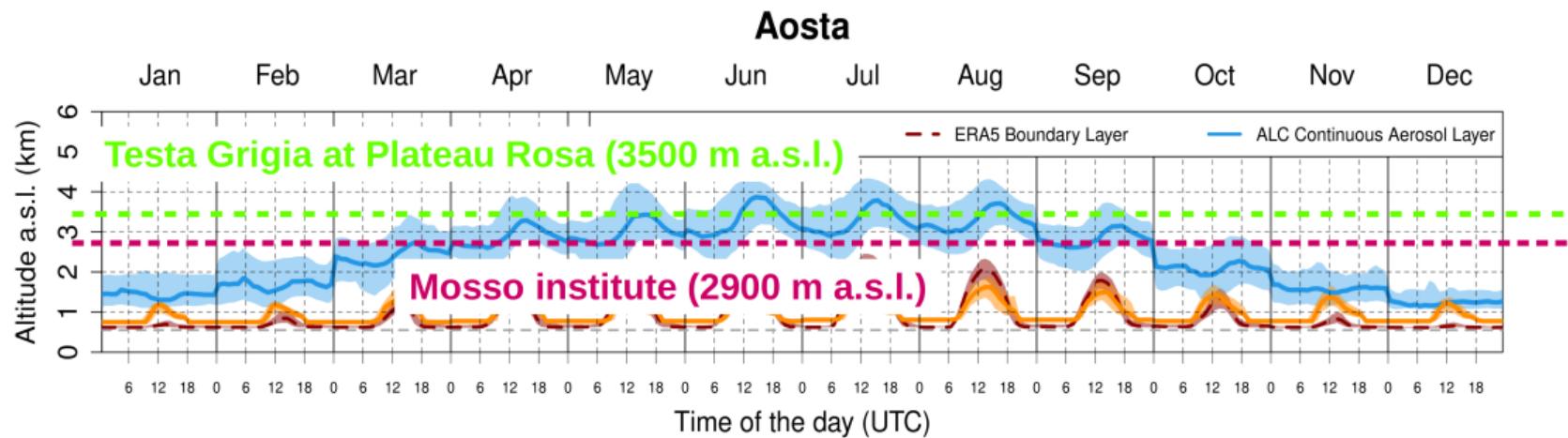
Bellini et al., 2025, Remote Sens.
DOI 10.3390/rs17030372



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Identificazione degli strati ed effetti nelle zone ad alta quota

La copertura temporale 24/7 permette di elaborare “climatologie” dei profili per ogni sito



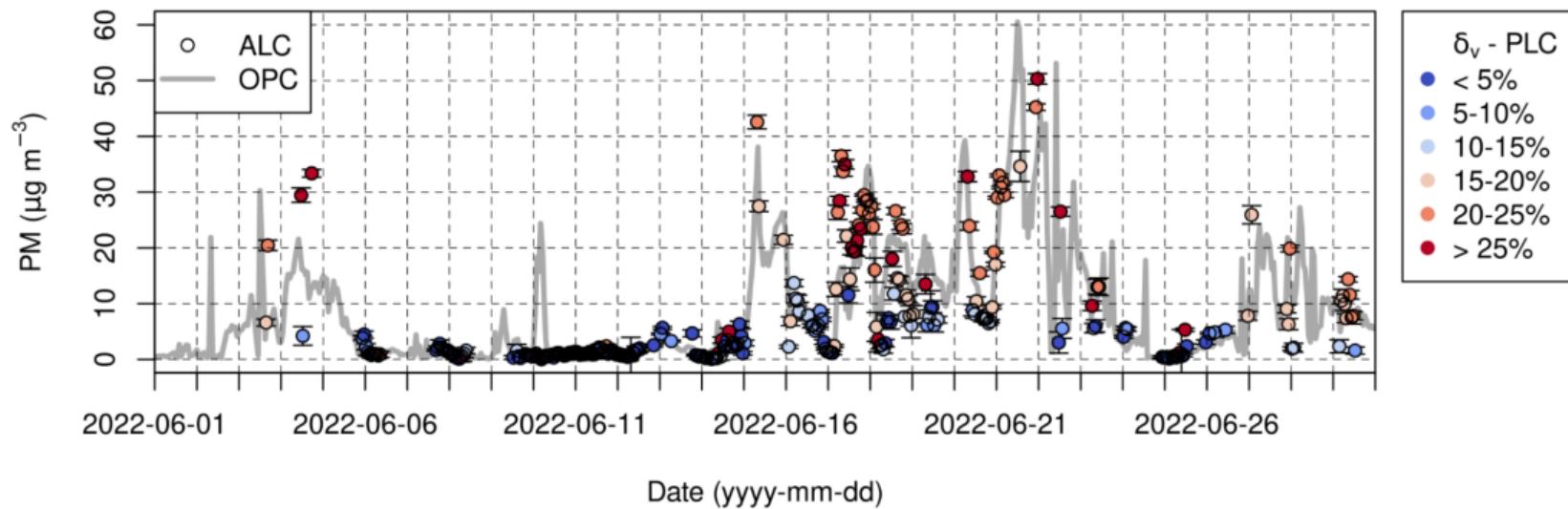
Bellini et al., 2025, Remote Sens.
DOI 10.3390/rs17030372



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Identificazione degli strati ed effetti nelle zone ad alta quota

Concentrazione di PM₁₀ dal lidar-ceilometer nel fondovalle (punti) e dall'OPC alla stazione di Testa Grigia (linea). Colore = depolarizzazione, il rosso indica presenza di dust minerale desertico.



Bellini et al., 2024, AMT, DOI 10.5194/amt-17-6119-2024



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Identificazione degli strati ed effetti nelle zone ad alta quota

Deposizioni di azoto (pioggia e neve) all'istituto di ricerca A. Mosso (2900 m s.l.m.)

The image shows the journal cover for "Atmospheric Environment". It features the Elsevier logo (a tree and the word ELSEVIER), the journal title "Atmospheric Environment", and the subtitle "An International Journal of Air Quality, Weather, Pollution, Climate Change and Atmospheric Chemistry". Below the journal title, it says "Contents lists available at ScienceDirect" and "journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv".

Contents lists available at [ScienceDirect](#)
Atmospheric Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv

Nitrogen atmospheric deposition in a high-altitude Alpine environment: A chemical and isotopic approach to investigate the influence from anthropized areas

R. Balestrini ^{a,*}, H. Diémoz ^b, M. Freppaz ^c, C.A. Delconte ^a, M. Caschetto ^d, I. Matiatos ^e

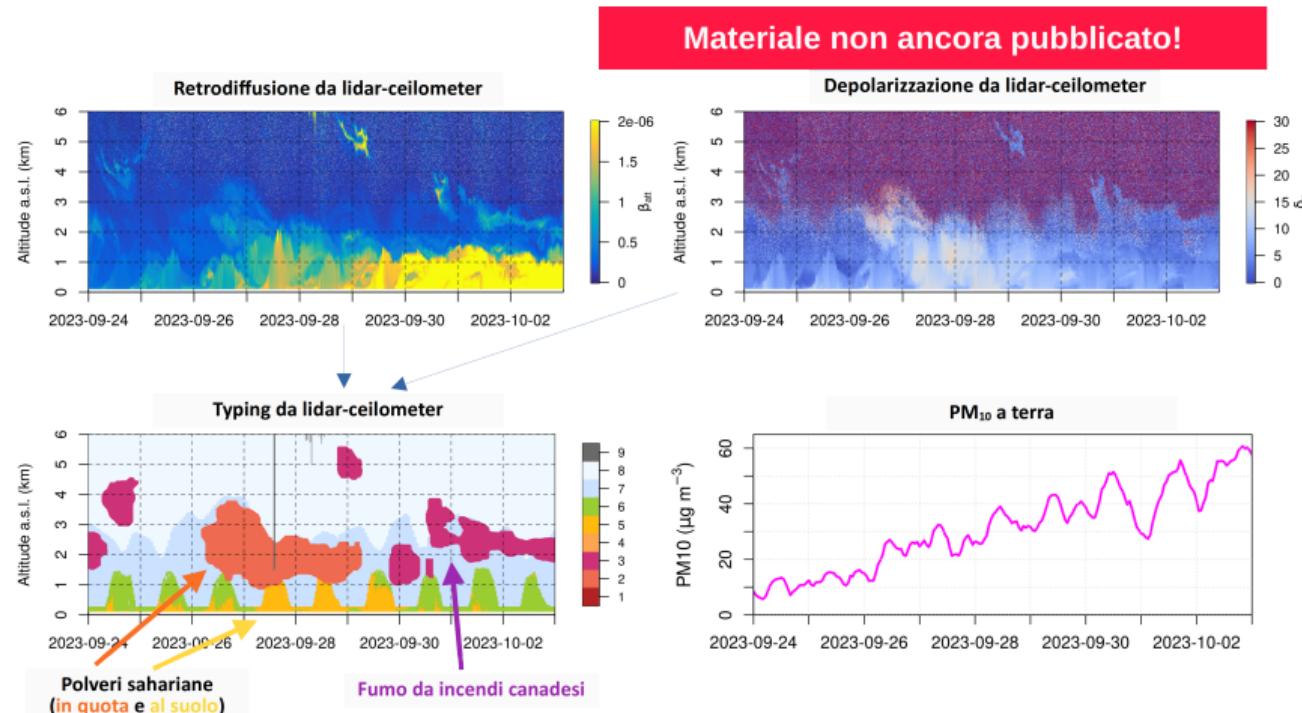


Balestrini et al., 2024, AE
DOI [10.1016/j.atmosenv.2024.120513](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120513)



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Avvezioni a lungo raggio, layering/typing

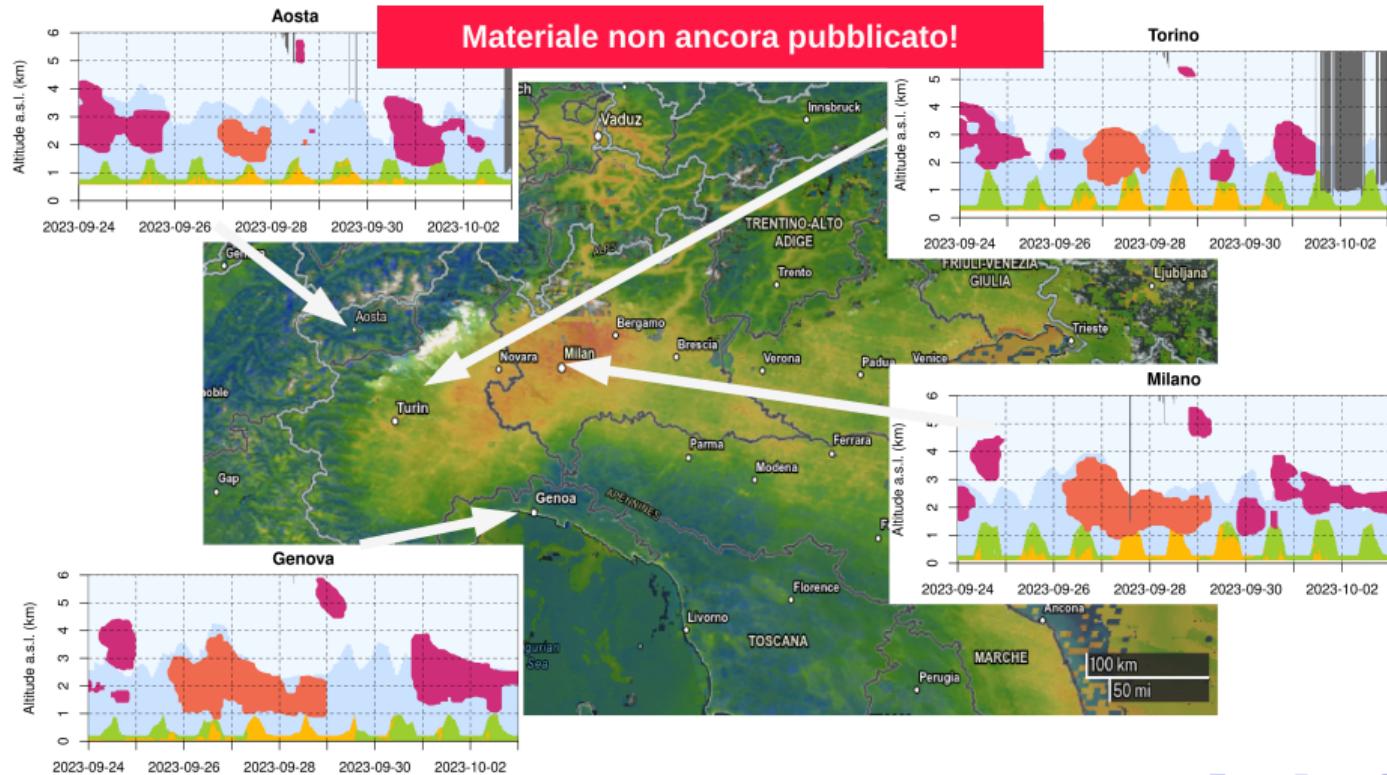


Milano, settembre 2023 – Prodotti derivati in Alicenet, a supporto della direttiva QA

Bellini et al., 2025, in preparazione

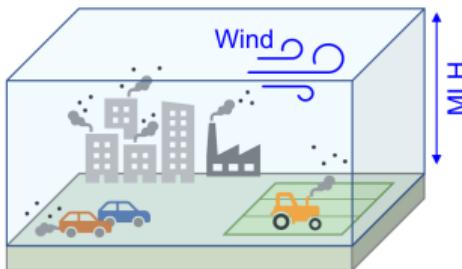
Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Avvezioni a lungo raggio, layering/typing

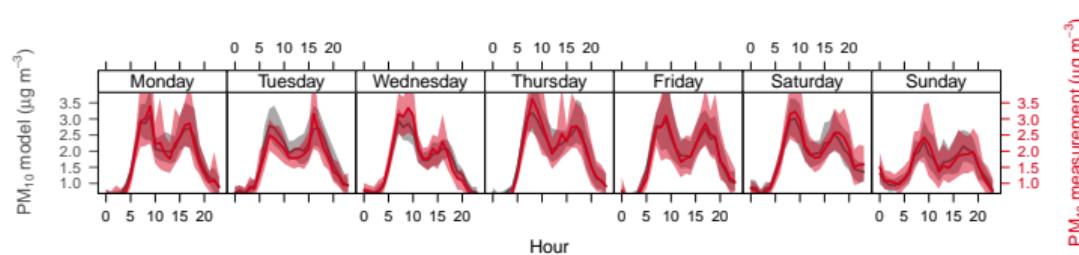


Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Non solo trasporto: importanza del rimescolamento per le sorgenti locali



Dispersion-normalized PMF
e.g., Crova et al., 2024

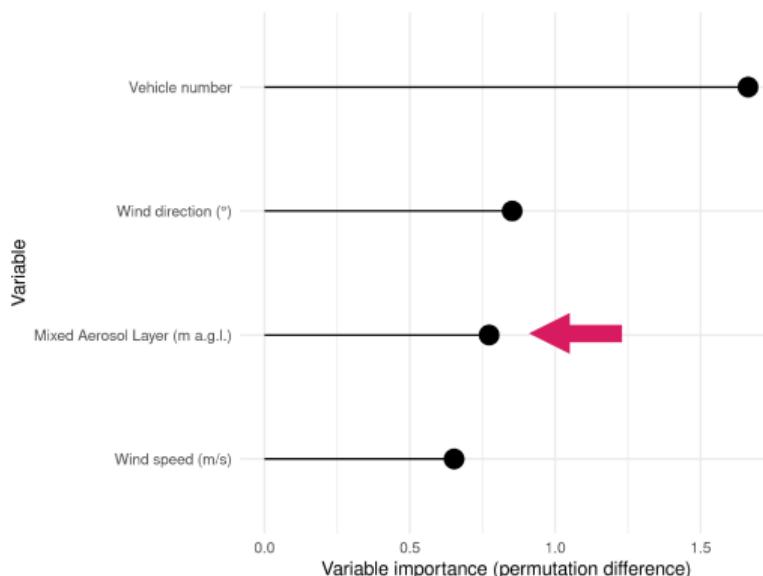


PM₁₀ da traffico
riprodotto da modello a random forest
Diémoz et al., in preparazione

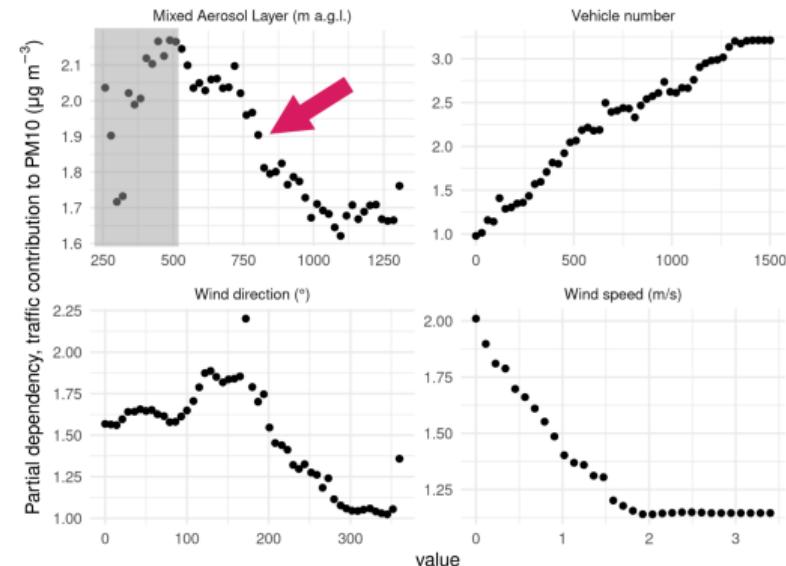
Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Non solo trasporto: importanza del rimescolamento per le sorgenti locali

Importanza dell'altezza dello strato di aerosol mescolato
(MAL) nel modello



Dipendenza parziale delle concentrazioni del PM da traffico
in funzione dell'altezza del MAL

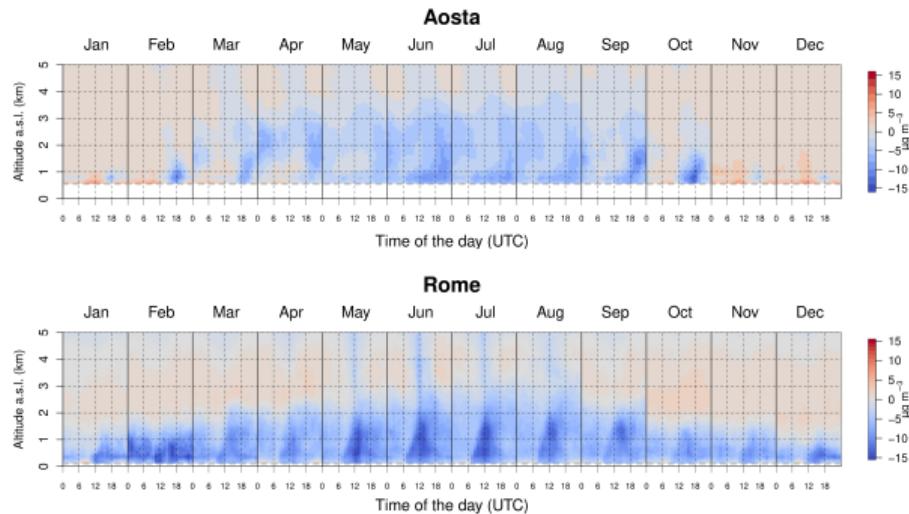


Diémoz et al., in preparazione

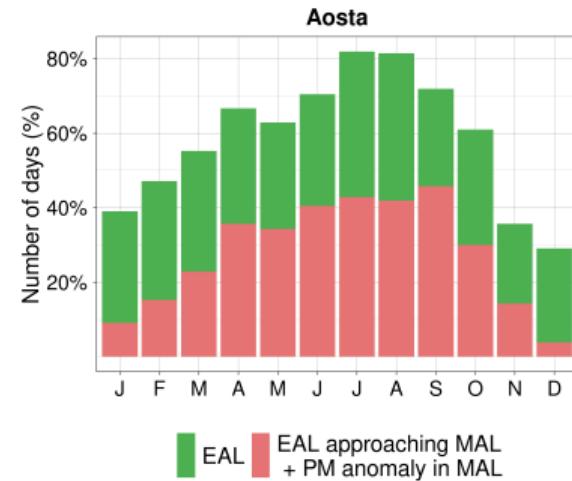
Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Statistiche e confronto coi modelli

Bellini et al., 2025, Remote Sens., DOI 10.3390/rs17030372



Differenza PM da CAMS - ALC
(ciclo medio giornaliero nei diversi mesi)

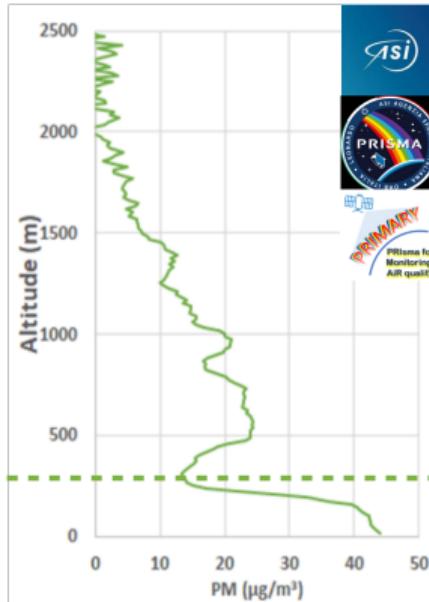
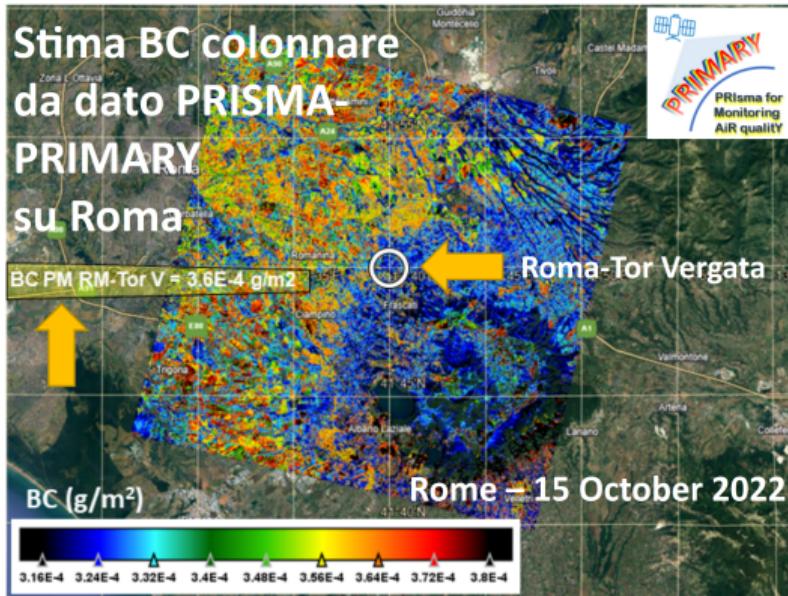


Possibilità di elaborare statistiche,
e.g. progetto NCP CAMS bis



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

La qualità dell'aria dallo spazio



Profilo verticale e valore MAL ricavato da ALC al passaggio PRISMA

www.isac.cnr.it/en/projects/asi-primary-prisma-monitoring-air-quality



1 Introduzione: perché la qualità dell'aria in “3D”

2 I lidar-ceilometer automatici e Alicenet

3 Alcuni esempi di applicazione in qualità dell'aria

4 Conclusioni



Conclusioni

I profili verticali dell'aerosol e Alicenet

- ① **L'informazione verticale:** un elemento chiave per meglio comprendere le dinamiche dell'inquinamento atmosferico al suolo
- ② Valutare l'effettiva capacità dispersiva dell'atmosfera per gli inquinanti emessi localmente
- ③ ... e di identificare contributi da sorgenti non locali (**trasporto**), aspetto di particolare rilevanza nel contesto della **nuova Direttiva Europea** sulla qualità dell'aria
- ④ Una rete coordinata di strumenti/enti sul territorio italiano consente di massimizzare il valore informativo delle osservazioni, ottimizzando al contempo risorse e sforzi operativi.



Conclusioni

Perché Alicenet è un esempio riuscito di collaborazione tra ARPA e reti nazionali

- **Non un modello unidirezionale:** CNR-ISAC e ARPA dialogano da pari
 - **Co-progettazione** reale, basata su ascolto delle **esigenze operative**
 - **Stakeholder coinvolti dall'inizio**, non solo a posteriori per legittimare l'impatto della ricerca
 - Le agenzie danno **valore**: dati, continuità, capacità osservativa, conoscenza del territorio
 - **Disponibilità da parte di ARPA** a fare “qualcosa in più”, oltre gli obblighi normativi.



Grazie per l'attenzione!

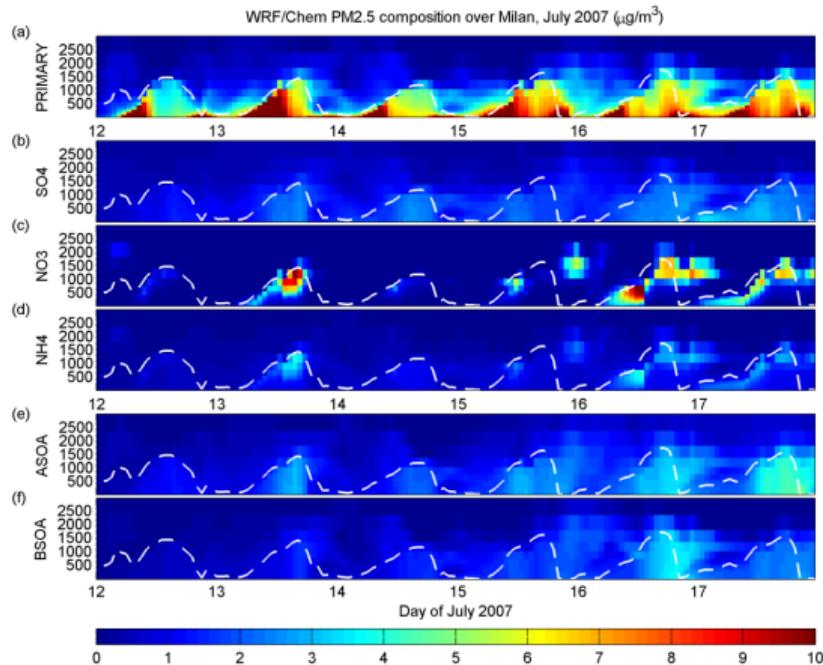


h.diemoz@arpa.vda.it



La qualità dell'aria in 3D

"Secondary PM_{2.5} produced in the upper half of the PBL may contribute up to $7\text{--}8 \mu\text{g m}^{-3}$ to ground-level concentrations on an hourly basis. The residual aerosol layer above the PBL is also found to potentially play a large role [...] up to $10\text{--}12 \mu\text{g m}^{-3}$ [...] during the morning hours"
(Curci et al., 2015, ACP)



Esempi di applicazioni in qualità dell'aria

Trasporto alla mesoscala

