

# Un episodio record di avvezione di fumo sulle Alpi: attribuzione, caratteristiche fisico-chimiche e potenziale ossidativo

H. Diémoz<sup>1</sup> M. Feltracco<sup>2</sup> E. Barbaro<sup>3</sup> D. Contini<sup>4</sup> L. Martina<sup>4</sup> S. Potì<sup>4,5</sup>  
G. Deluca<sup>4</sup> A. Bellini<sup>1</sup> C. Desandrè<sup>1</sup> F. Joly<sup>1</sup> M. Pignet<sup>1</sup> A. Golzio<sup>6</sup>  
L. Ferrero<sup>7</sup> F. Barnaba<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ARPA Valle d'Aosta <sup>2</sup>ENEA <sup>3</sup>CNR-ISP <sup>4</sup>CNR-ISAC <sup>5</sup>Università del Salento

<sup>6</sup>ARPA Piemonte <sup>7</sup>GEMMA center, DISAT, University of Milano-Bicocca

PM2026, Napoli, 2026



1 Cronaca di una domenica particolare

2 Gli approfondimenti scientifici

3 Conclusioni

# Cronaca di una domenica particolare

## Gli incendi 2025 della foresta boreale in Canada

### Stagione incendi 2025 in Canada

- Tra le più intense mai registrate, con inizio precoce
- Oltre 160 incendi attivi già a metà maggio

### Cambiamento climatico e condizioni favorevoli agli incendi

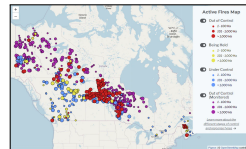
- Temperature elevate, siccità persistente e “zombie fires”

### Emissioni e impatti atmosferici

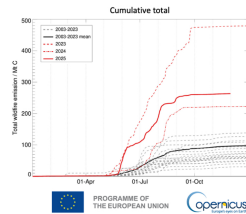
- Emissioni cumulative eccezionali (seconde solo al 2023) con trasporto di fumo fino all'Europa



[CNN World, 29 maggio 2025]



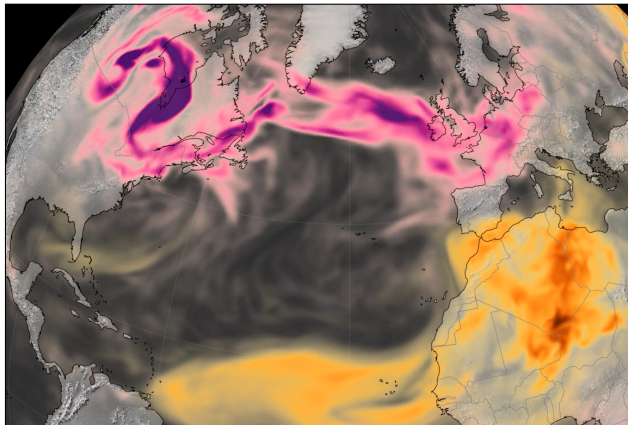
[Canadian Interagency Forest Fire Centre Inc.]



[CAMS GFAS]

# Cronaca di una domenica particolare

Il trasporto verso l'Europa – Che cosa ci aspettavamo per il fine settimana 7-8 giugno 2025

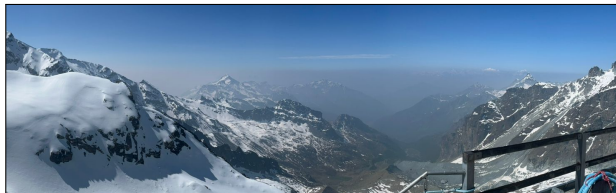


CAMS global – AOD a 550 nm (combustione di biomassa e dust)



# Cronaca di una domenica particolare

In Valle d'Aosta – Come ci siamo svegliati domenica 8 giugno 2025

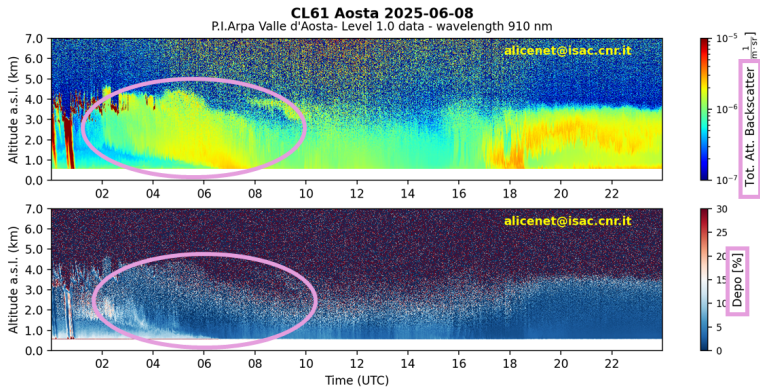


# Cronaca di una domenica particolare

Che cosa sta succedendo? È davvero fumo dal Canada? Misure lungo il profilo verticale



Lidar-ceilometer a depolarizzazione



[[www.alice-net.eu](http://www.alice-net.eu)]

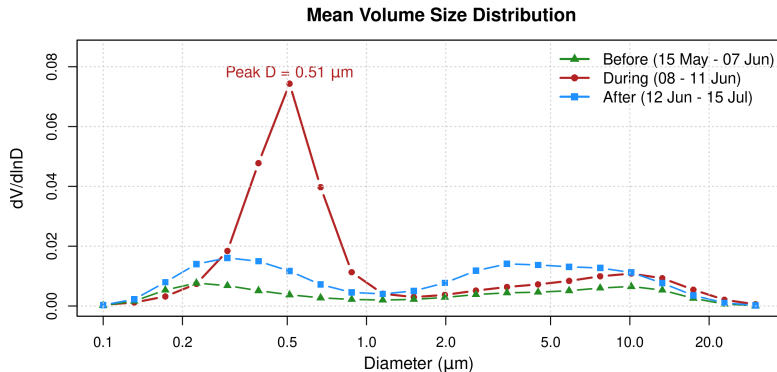
Forte backscatter = alte concentrazioni di particolato  
Basso coefficiente di depolarizzazione = particelle sferiche 🔍

# Cronaca di una domenica particolare

Che cosa sta succedendo? È davvero fumo dal Canada? Misure lungo la colonna atmosferica



Fotometro solare-lunare



[<https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>]

Altissimo spessore ottico dell'aerosol ( $>1.4$  a 500 nm)

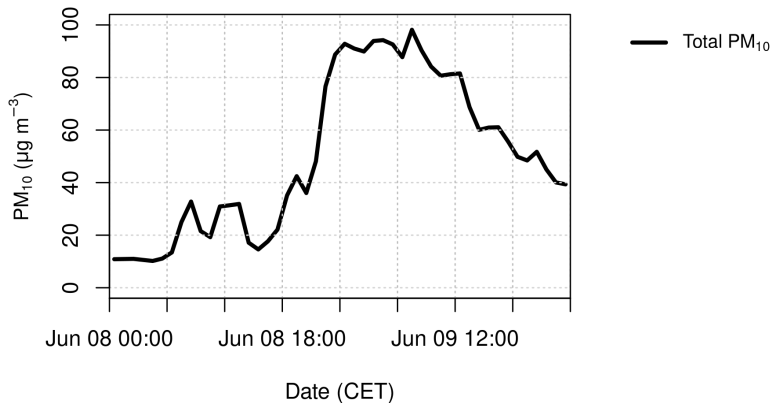
Distribuzione di volume con massimo a  $0.5 \mu\text{m}$  

# Cronaca di una domenica particolare

Che cosa sta succedendo? È davvero fumo dal Canada? Misure a terra



Stazione Aosta-centro

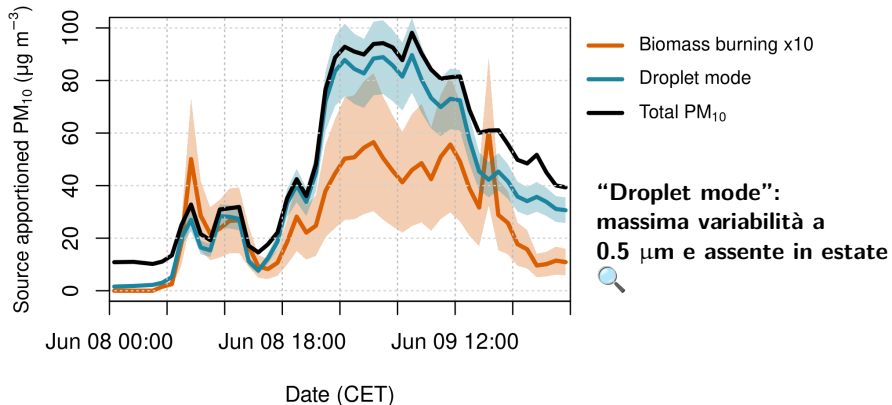


# Cronaca di una domenica particolare

Che cosa sta succedendo? È davvero fumo dal Canada? Misure a terra



Stazione Aosta-centro



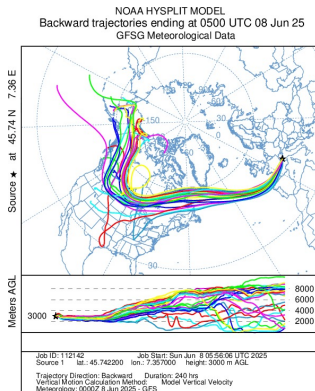
Stime sulla base di source-apportionment fisico in tempo reale da misure OPC ed etalometro (RASPBerry, Diémoz et al., Atmos. Meas. Tech., 2026)



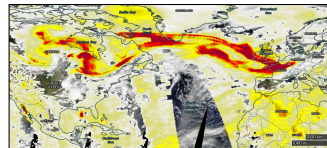
# Cronaca di una domenica particolare

Che cosa sta succedendo? È davvero fumo dal Canada? Ulteriori verifiche

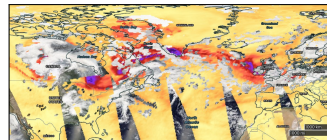
- Vento sostenuto da ovest (Foehn)
- Retrotraiettorie compatibili con Canada (1-2 giugno)
- AOD/AI e CO da satellite
- Nessuna anomalia termica vicina da satellite (es. MODIS)



[Retrotraiettorie HYSPLIT]



[SUOMI, aerosol index]

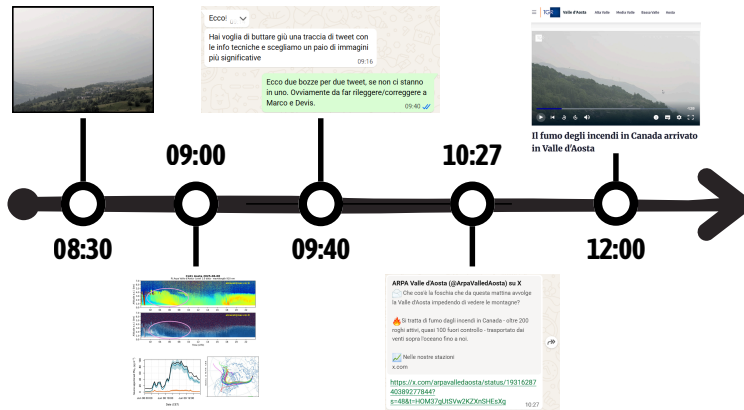


[AIRS, monossido di carbonio]



# Cronaca di una domenica particolare

Dall'interpretazione alla comunicazione al pubblico

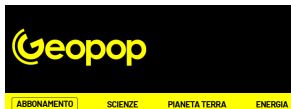


Interpretazione del fenomeno, confronto coi colleghi e primo Tweet.

Prima notizia su TGR e testate giornalistiche regionali

# Cronaca di una domenica particolare

Dall'interpretazione alla comunicazione al pubblico



## Le polveri degli incendi in Canada hanno raggiunto l'Italia con PM10 in Valle D'Aosta: i dati ARPA

Le polveri degli incendi in Canada hanno raggiunto l'Italia centro-settentrionale, dove causando caligine e foschie. L'ARPA Valle d'Aosta ha registrato un picco di PM10 con valori fino a  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La provenienza è confermata da satelliti, modelli atmosferici e analisi chimiche.



CRONACA

### Incendi in Canada, il fumo ha raggiunto le Alpi italiane e la Valle d'Aosta

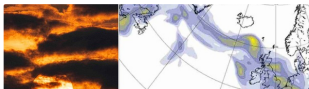


## Il Messaggero

#CONDIVISODAL1878

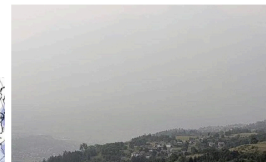
### Incendi in Canada, il fumo arriva in Italia: le immagini da satellite e la foschia in Valle d'Aosta e Abruzzo

Nello stato del nord America sono in corso oltre 200 roghi, alcuni dei quali incontrollati e sono state evacuate 30 mila persone



Valle d'Aosta sotto un'intensa foschia: «Sono polveri dei roghi in Canada che hanno attraversato l'oceano»  
di Fiorana Rullo

Da domenica mattina un'intensa foschia interessa il cielo sopra la Valle d'Aosta. La spiegazione dell'Arpa Vda: «Il fenomeno già apparso in Francia, ora si è spostato qui. Limitare l'esposizione all'aria aperta»





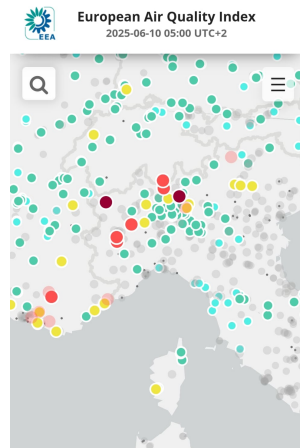
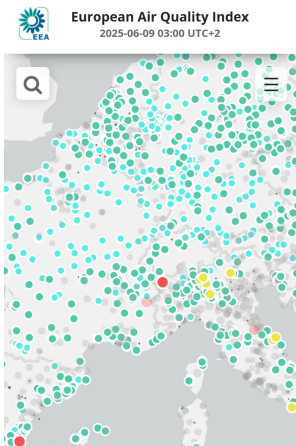
# Cronaca di una domenica particolare

Dall'emergenza all'indagine approfondita

La prima fase ha principalmente risposto alla domanda: “Che cosa sta succedendo?”

Altre domande hanno richiesto maggiore approfondimento:

- Perché proprio in Valle d'Aosta?
- Di che cosa era composto il plume di fumo?
- Quanto faceva male?



1 Cronaca di una domenica particolare

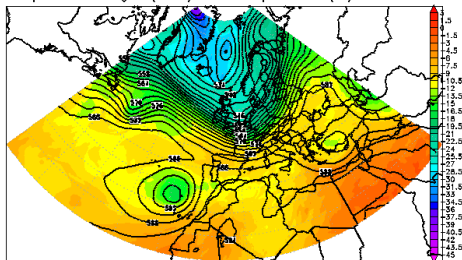
2 Gli approfondimenti scientifici

3 Conclusioni

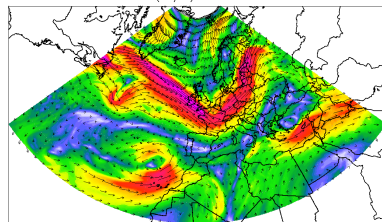
# Gli approfondimenti scientifici

## La dinamica meteorologica sinottica

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



Wind (m/s) at 300 hPa



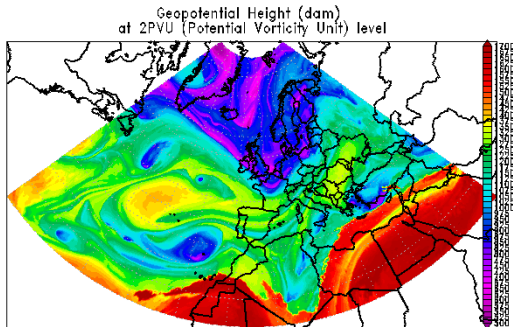
ECMWF - ECMWF\_EURNA\_0200 - Sun 08 JUN 2025 00:00 UTC - Analysis

[Modello ECMWF]

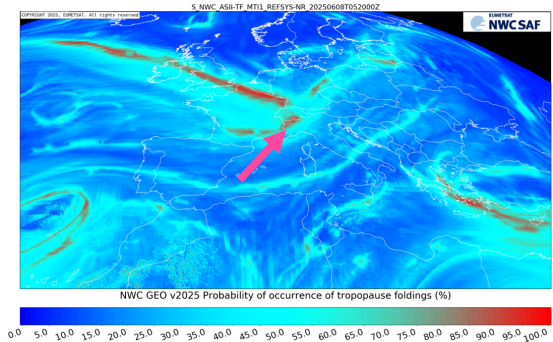
Depressione in quota, onde di Rossby poco marcate e assenza di fronti.  
Plume in stratosfera, anche a causa di self-lofting (Haarig et al., 2026)

# Gli approfondimenti scientifici

## La dinamica meteorologica sinottica



[ECMWF]



[EUMETSAT (ASII-TF), probabilità fold]

Tropopausa dinamica (rif. 2 PVU) scesa fino a 5000 m quota,  
probabilità prossima a 100% di tropopause folding

# Gli approfondimenti scientifici

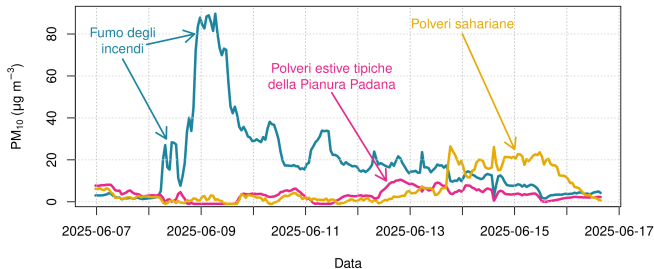
## Le analisi chimiche

Filtri PM<sub>10</sub> campionati a basso volume in centro Aosta e analizzati:

- Ioni inorganici idrosolubili
- Carbonio (EC, OC, WSTC)
- Azoto solubile
- Acidi organici, zuccheri, polioli
- Elementi
- Potenziale ossidativo (AA, DTT)

1-21 giugno 2025, in cui source apportionment fisico (destra) vede smoke, avvezione padana, dust

PM<sub>10</sub> misurato ad Aosta (Piazza Plouves) e identificazione delle sorgenti

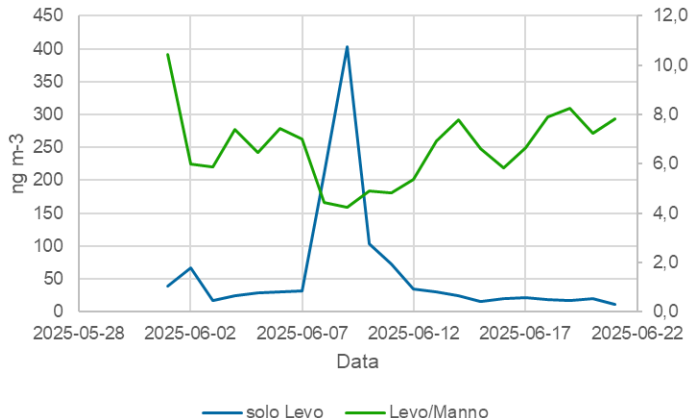


[Source apportionment fisico RASPBERRY]



# Gli approfondimenti scientifici

## Le analisi chimiche

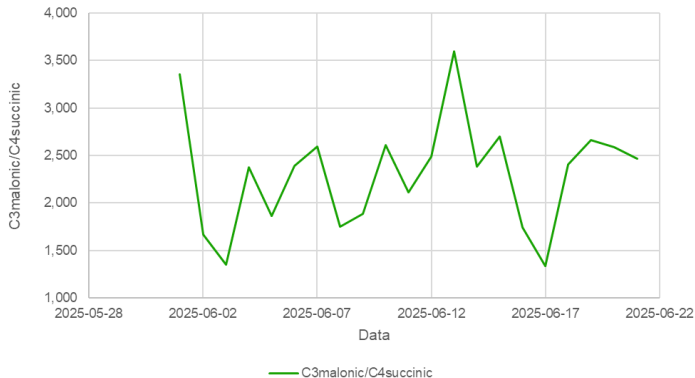


Rapporto  $L/M < 10$ , rappresentativo di softwood (conifere; es. Fabbri et al., 2009).  
Il rapporto scende (a circa 4) durante aumento del levo.



# Gli approfondimenti scientifici

## Le analisi chimiche



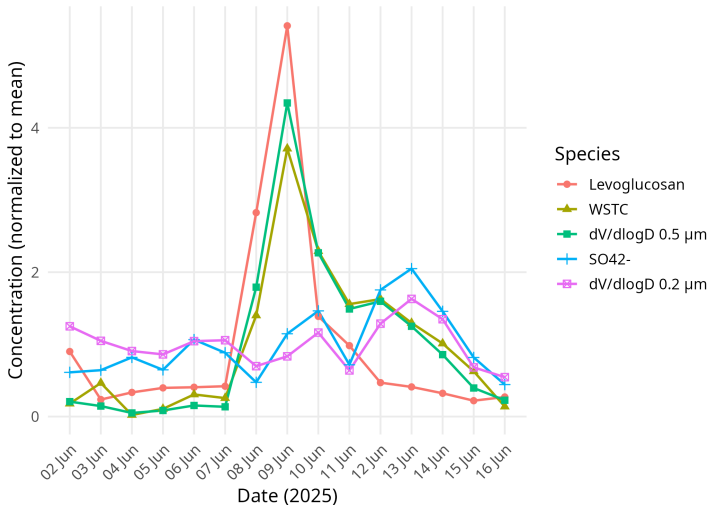
C3/C4 sempre basso ( $<3.5$ ; Kawamura Ikushima, 1993)

Reazioni fotochimiche impattanti durante il trasporto

# Gli approfondimenti scientifici

## Le analisi chimiche

- Levoglucosano: picco il 9
- Water-soluble TC e VSD a 0.5  $\mu\text{m}$ : scendono più lentamente
- Marker secondari inorganici imperturbati (e su diametri minori)





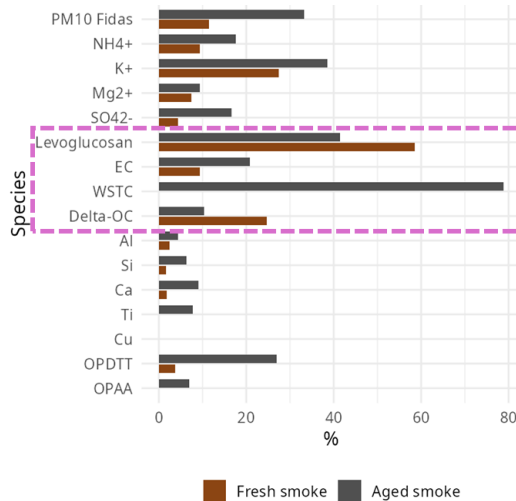
# Gli approfondimenti scientifici

## Le analisi chimiche

PMF “esplorativa” con numero minimo di specie chimiche:

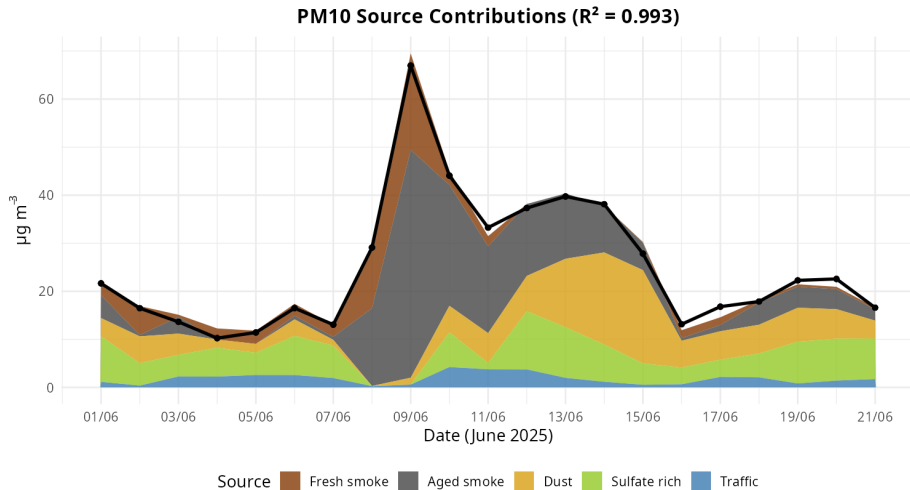
- Fresh smoke
- Aged smoke
- Dust
- Sulfate rich
- Traffic

Zero swaps al DISP



# Gli approfondimenti scientifici

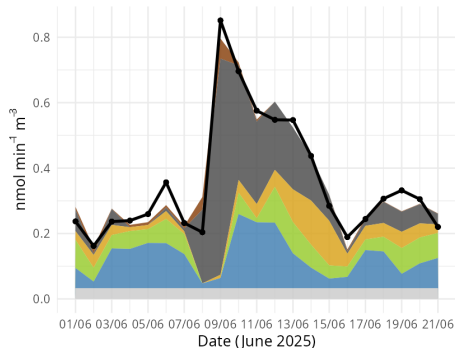
## Le analisi chimiche



# Gli approfondimenti scientifici

## Il potenziale ossidativo

OPDTT Source Contributions ( $R^2 = 0.945$ )

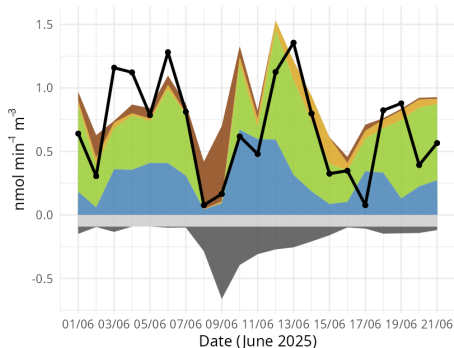


Source

- Fresh smoke
- Dust
- Traffic
- Aged smoke
- Sulfate rich
- Intercept

Maggiore sensibilità a organici

OPAA Source Contributions ( $R^2 = 0.518$ )



Source

- Fresh smoke
- Dust
- Traffic
- Aged smoke
- Sulfate rich
- Intercept

Sensibile a metalli e organici

1 Cronaca di una domenica particolare

2 Gli approfondimenti scientifici

3 Conclusioni

# Conclusioni

- Prontezza della risposta dipende da disponibilità algoritmi e strumenti
  - ▶ Source apportionment in tempo reale e telerilevamento hanno permesso di comprendere subito quanto stava accadendo
- Analisi successive più approfondite
  - ▶ Ruolo della meteorologia: entrainment/folding della tropopausa
  - ▶ Composizione chimica: tipi diversi di plume (fresco/invecchiato)?
  - ▶ Specie organiche guidano massa  $PM_{10}$  e  $OP_v^{DTT}$
  - ▶ Elevata esposizione della popolazione a specie redox-attive per diversi giorni dopo l'evento
- Eventi di trasporto di fumo più frequenti in futuro (Kirchmeier-Young et al., 2024)

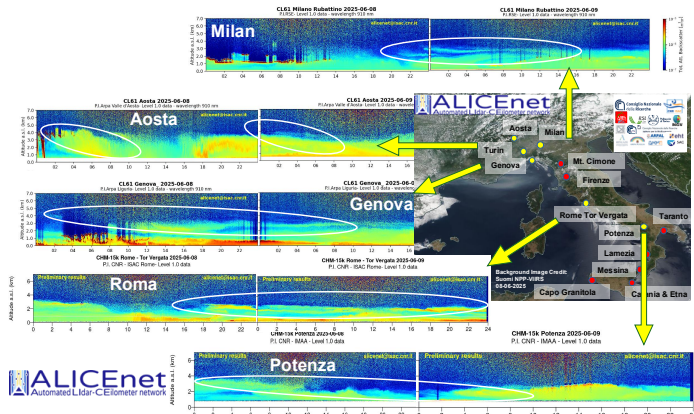


## Grazie per l'attenzione!

# Appendice

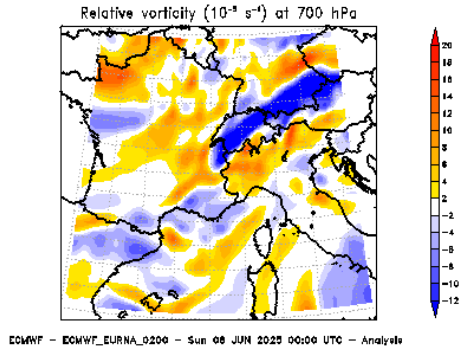
## Misure lungo il profilo verticale in Italia

Strati (di fumo) osservati  
anche da lidar-ceilometer in  
altre stazioni italiane  
Alicenet

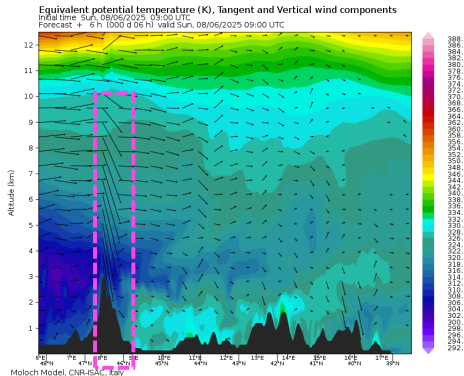


# Appendice

## La dinamica meteorologica sinottica



[ECMWF, vorticità relativa]



[Modello MOLOCH, ISAC-CNR]

### Masse d'aria in discesa

# Appendice

## Il potenziale ossidativo

Risultati analoghi utilizzando MLR con le specie:

- OM contribuisce maggiormente a  $PM_{10}$  e  $OP_V^{DTT}$  (BB e SOA)
- $OP_V^{AA}$  sembra correlare meglio con  $SO_4^{2-}$

Analisi preliminari, ancora da studiare nel dettaglio:

- Colinearità ed eteroschedasticità (Ngoc Thuy et al., 2024)
- OP intrinseco
- Ulteriori modelli di regressione

