



XII Convegno sul Particolato Atmosferico
Napoli, 27 maggio 2026



Politecnico
di Torino
Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture



Integrazione di remote sensing e misurazioni in situ per l'analisi delle concentrazioni di PM per la qualità dell'aria nella città di Torino

Nicole Mastromatteo¹, Margherita Salviato¹, Davide Gallione¹, Alessandro Bracci²,
Francesca Barnaba², Davide Poggi¹ and Marina Clerico¹

¹DIATI Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, il Territorio e le Infrastrutture, Politecnico di Torino

²CNR-ISAC Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Roma

Torino

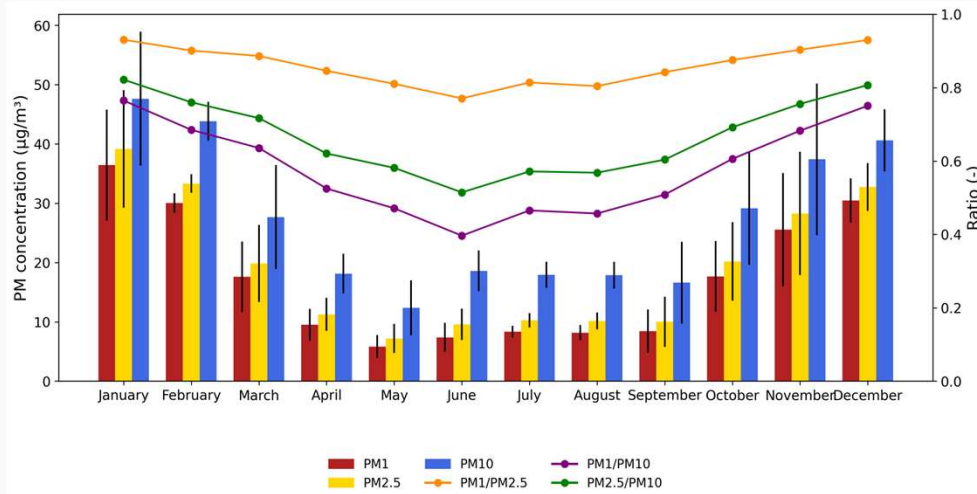
Ovest della Pianura Padana, una delle aree più critiche per la qualità dell'aria in Italia

Torino presenta elevati livelli di inquinamento atmosferico per la combinazione di fattori geografici, meteorologici e antropici. La comprensione di tali dinamiche è cruciale per strategie di mitigazione efficaci.



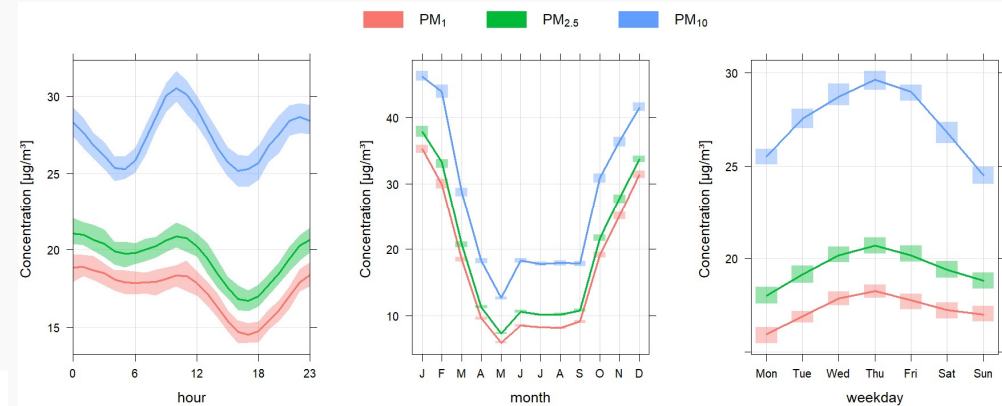
Contesto

L'importanza delle serie temporali di lungo periodo



Mastromatteo et al. In preparation

Concentrazioni medie mensili di **PM1**, **PM2.5** e **PM10** e rapporti dimensionali **PM1/PM2.5**, **PM1/PM10** e **PM2.5/PM10** per il periodo **2020–2025** misurate al Politecnico di Torino



Variabilità delle concentrazioni medie di **PM1**, **PM2.5** e **PM10** su tre scale temporali: ciclo **diurno**, ciclo **mensile** e ciclo **settimanale**, nel periodo **2020–2025**

- 📌 **Stagionalità:** concentrazioni più elevate in inverno (riscaldamento, traffico e condizioni meteorologiche stagnanti), più basse in estate
- 📌 **Rapporti dimensionali** che evidenziano la prevalenza della frazione fine del PM nella stagione invernale
- 📌 Monitoraggio ad **alta risoluzione:** evidenzia la dinamica giornaliera, oraria e settimanale delle concentrazioni

Strumentazione



IN SITU

Palas Fidas 200S

Uno spettrometro ottico progettato per il monitoraggio del **PM** certificato secondo la norma EN 16450



REMOTE SENSING

CL61

Un celiometro lidar automatizzato sensibile alla polarizzazione per i **profili verticali degli aerosol**



REMOTE SENSING

MTP5

Un radiometro a microonde che misura il profilo verticale della **temperatura** dell'atmosfera



REMOTE SENSING

Wind Cube 100S

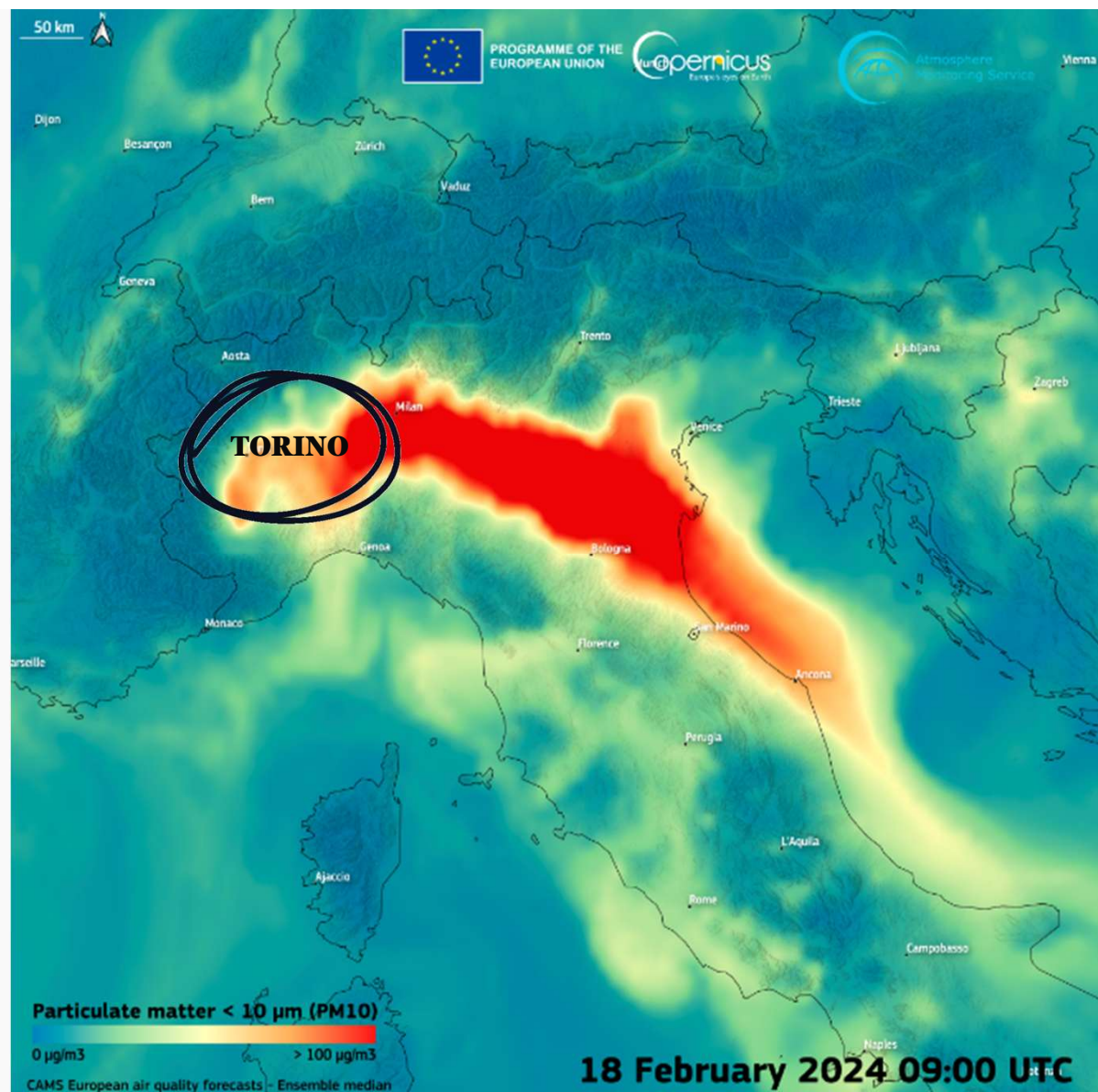
Un lidar Doppler a scansione progettato per misurazioni del **vento** in 3D ad alta risoluzione

A decorative vertical bar is located on the left side of the slide, extending from the top to the bottom. A horizontal line is positioned near the top, and another is near the bottom, both spanning the width of the slide.

Casi Studio: Tre Eventi, Una Città

**14-21
Febbraio
2024**

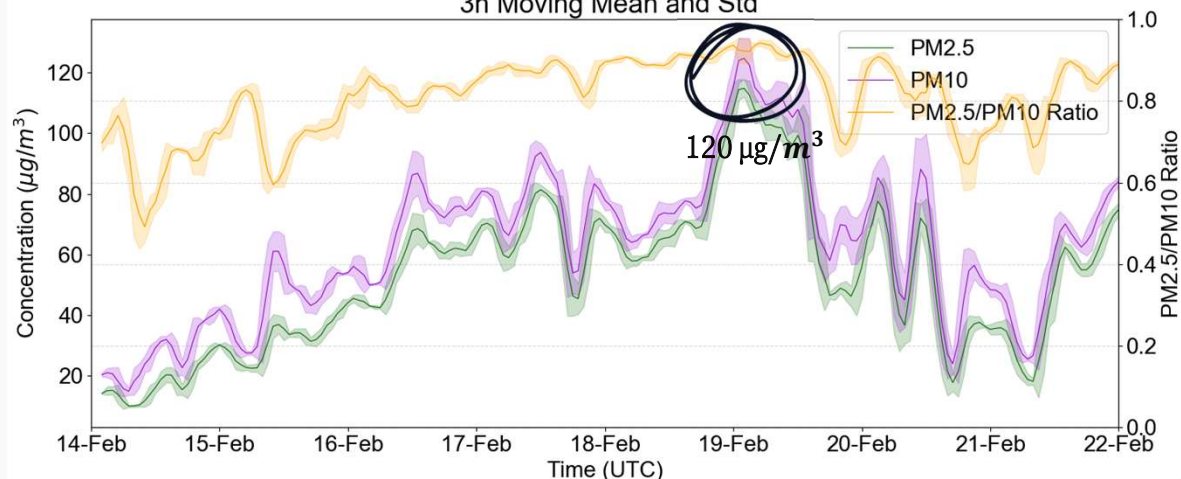
**Episodio di stagnazione
invernale e superamento
dei limiti di PM previsti
dalla direttiva UE sulla
qualità dell'aria**





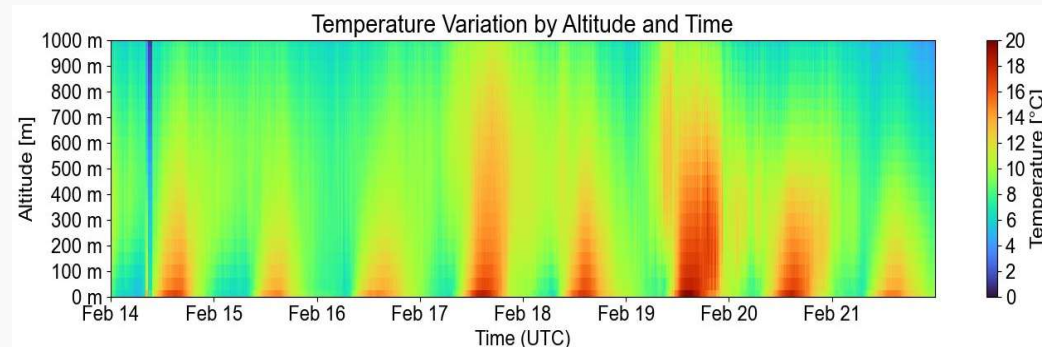
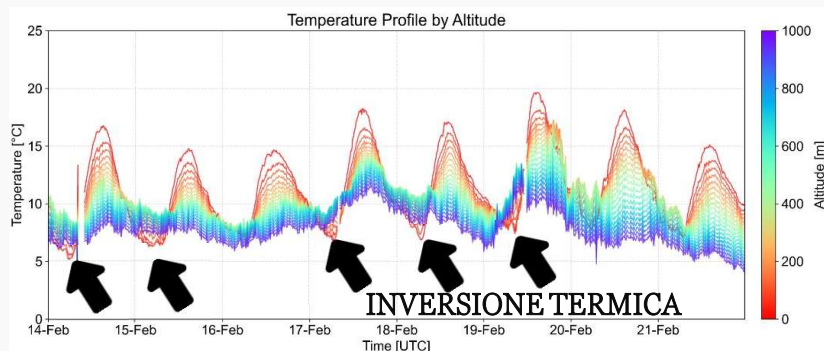
Palas Fidas 200S

TURIN (Politecnico) - PM Concentration and Ratio - February 2024
3h Moving Mean and Std



- Rapporto medio **PM2.5/PM10** elevato (**0.80**) → predominanza PM fine
- **Condizioni tipiche invernali:** livelli di inquinamento molto elevati, forte contributo locale, **inversioni termiche**
- Atmosfera **stabile** per la maggior parte del periodo; instabile negli ultimi due giorni
- 19 febbraio: forte inversione (200 m–1 km) durante il picco del PM

MTP5



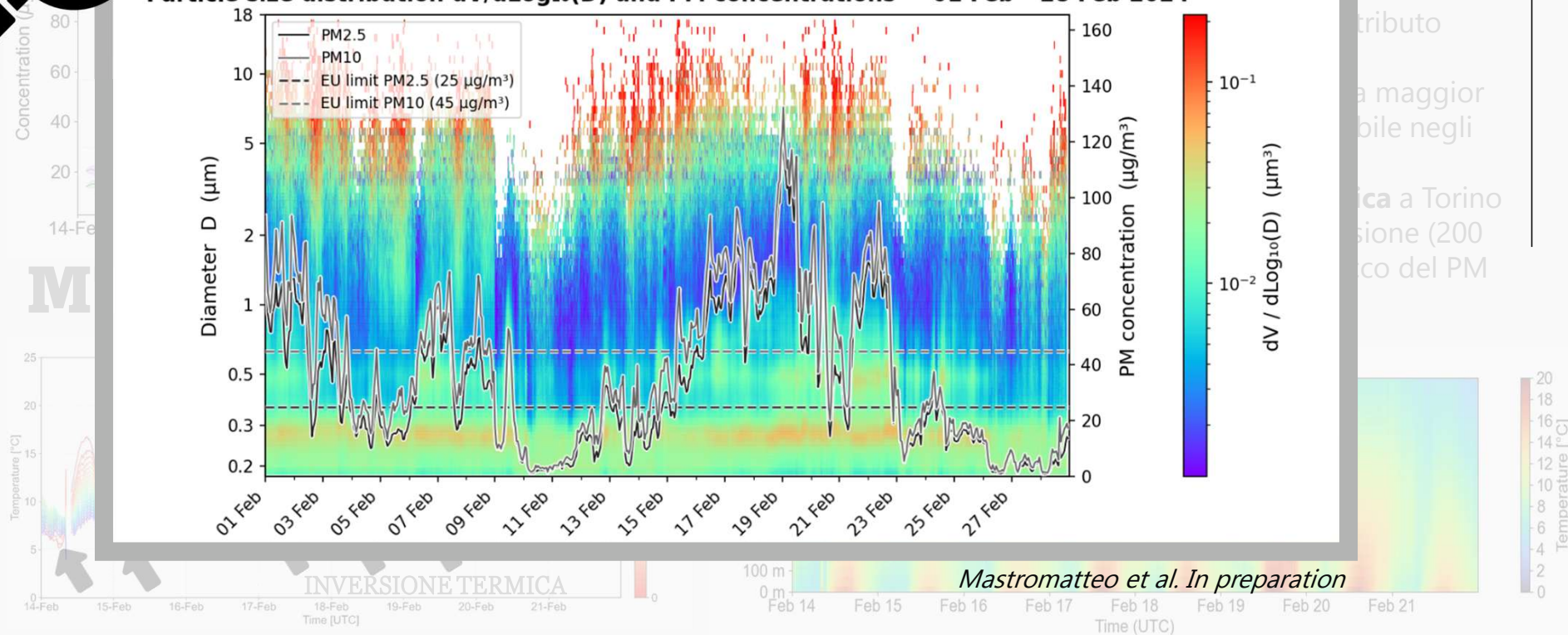
14–21 Febbraio 2024 Episodio di stagnazione invernale e superamento dei limiti di PM previsti dalla direttiva UE sulla qualità dell'aria

PALAS FIDAS 200S



Particle Size Distribution

Particle size distribution $dV/d\log_{10}(D)$ and PM concentrations — 01 Feb - 28 Feb 2024



14–21 Febbraio 2024 Episodio di stagnazione invernale e superamento dei limiti di PM previsti dalla direttiva UE sulla qualità dell'aria

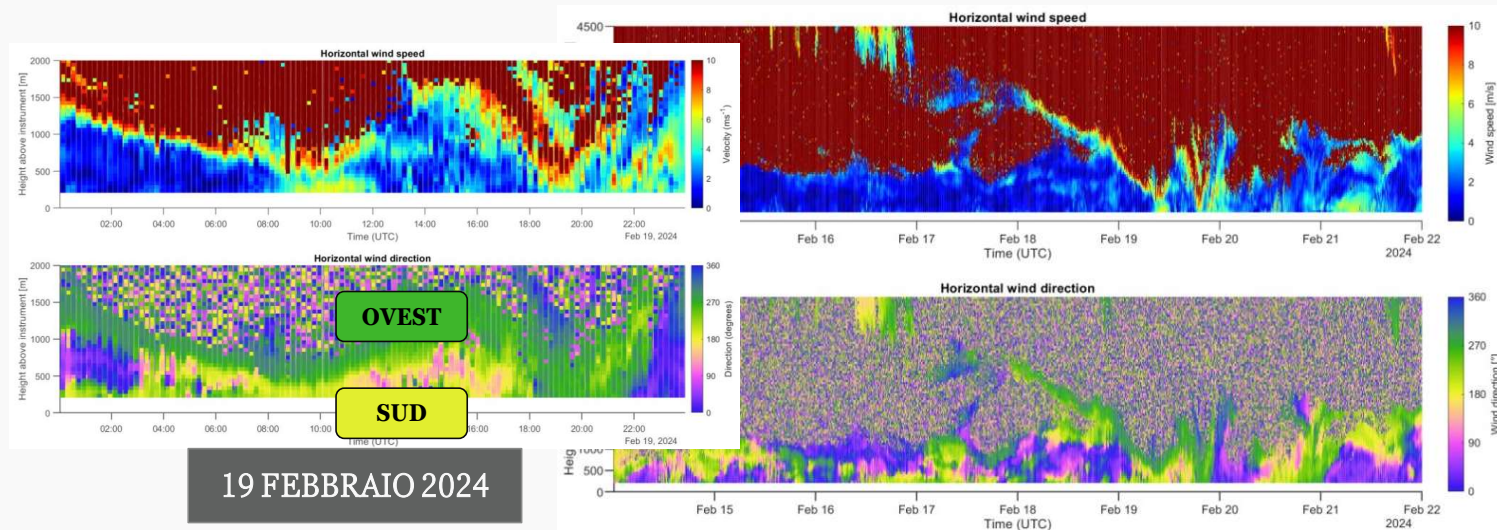
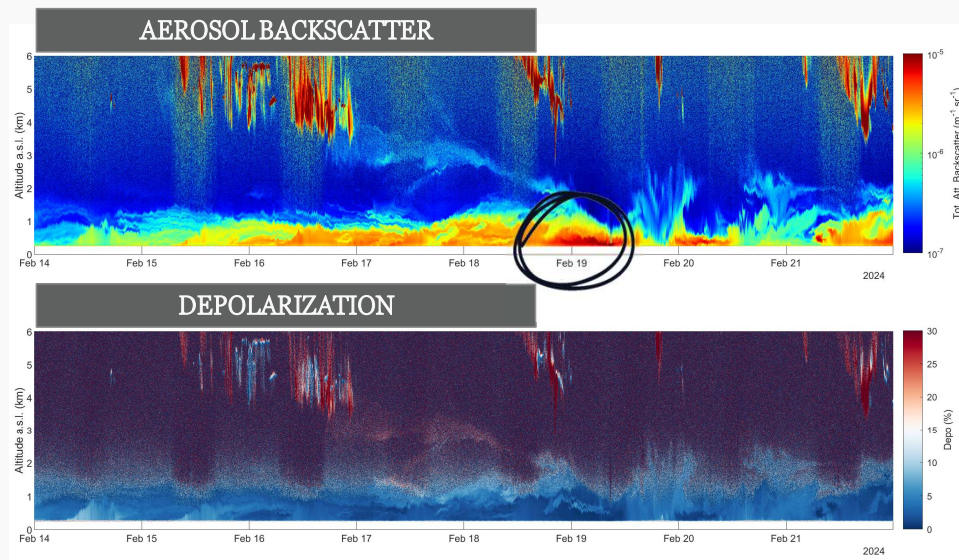


CL61

- Compressione marcata degli aerosol
- Picco del PM visibile anche dal **backscatter**
- Bassa depolarizzazione** ($\delta_v < 5\%$) nel primo km $\rightarrow$ predominanza di particelle sferiche (di origine **urbana**)

Wind Cube 100S

- Decoupling** del vento: due diverse direzioni
- Bassa** velocità del vento
- 17–19 febbraio: debole ricircolo + forte inversione termica $\rightarrow$ mixing limitato $\rightarrow$ picco di PM



14–21 Febbraio 2024 Episodio di stagnazione invernale e superamento dei limiti di PM previsti dalla direttiva UE sulla qualità dell'aria

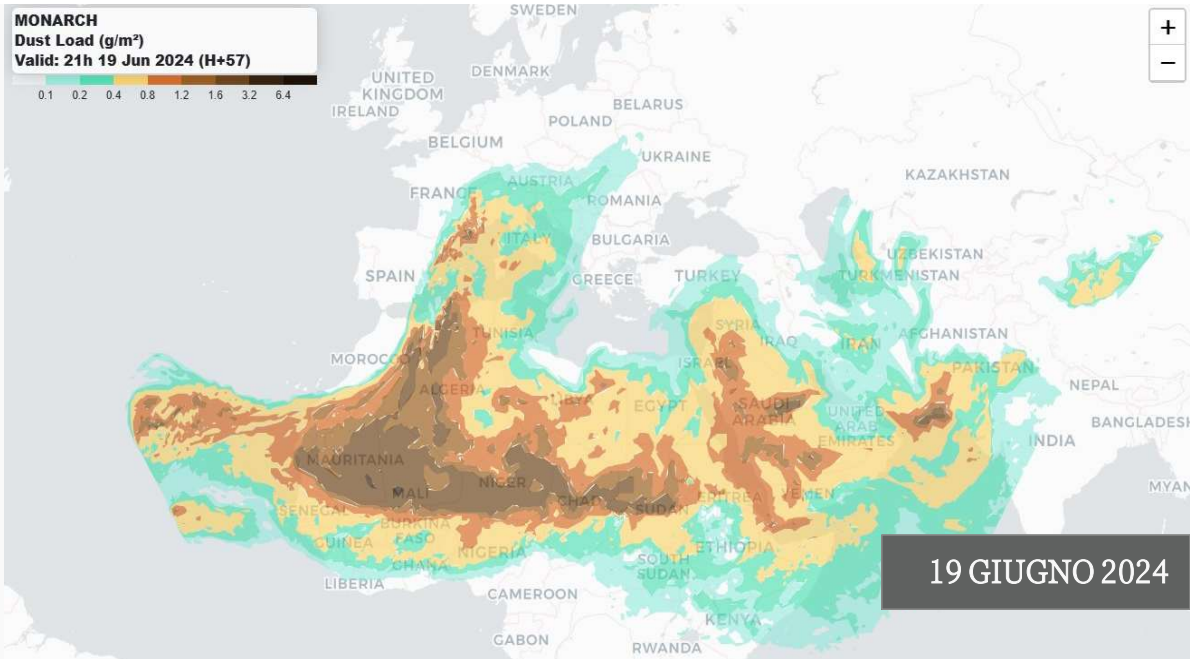
**17–22
Giugno
2024**

**Impatto
atmosferico di un
evento di polvere
sahariana**

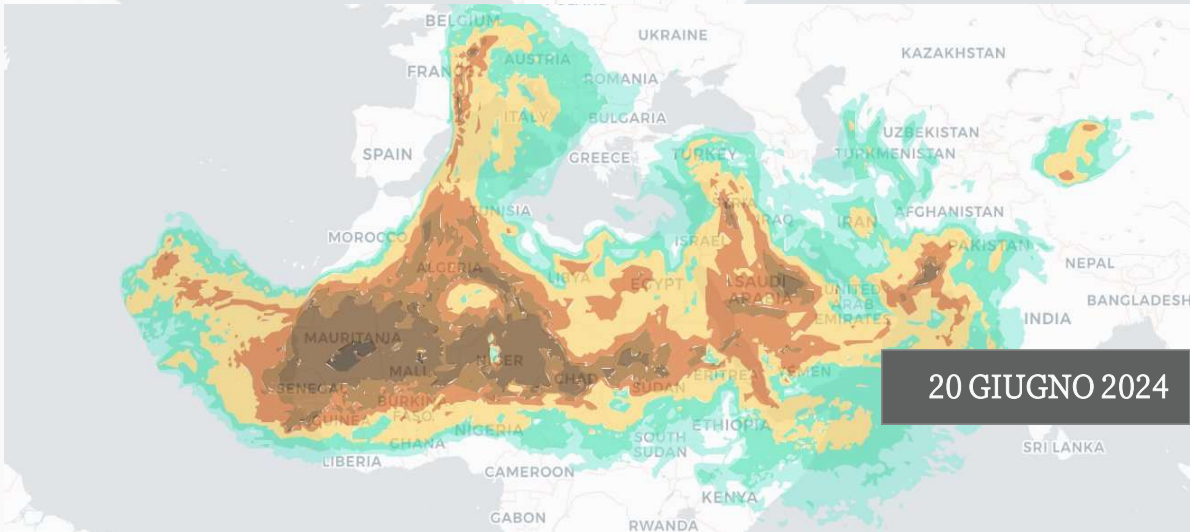
MONARCH
Dust Load (g/m²)
Valid: 21h 19 Jun 2024 (H+57)



0.1 0.2 0.4 0.8 1.2 1.6 3.2 6.4



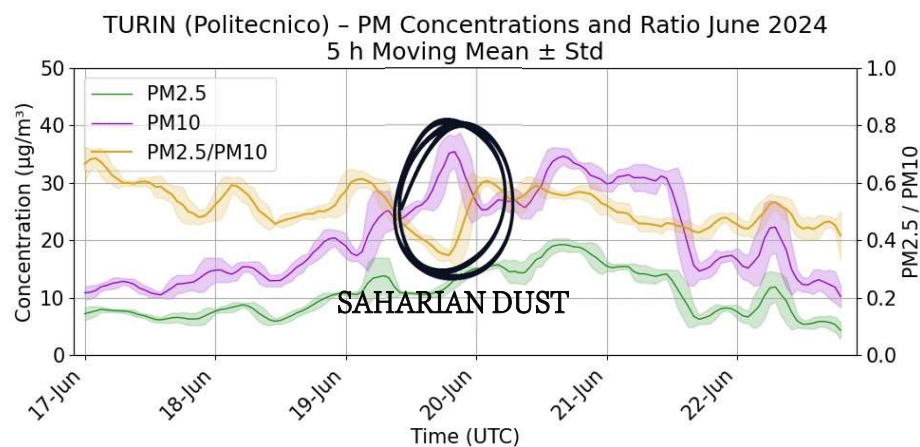
19 GIUGNO 2024



20 GIUGNO 2024



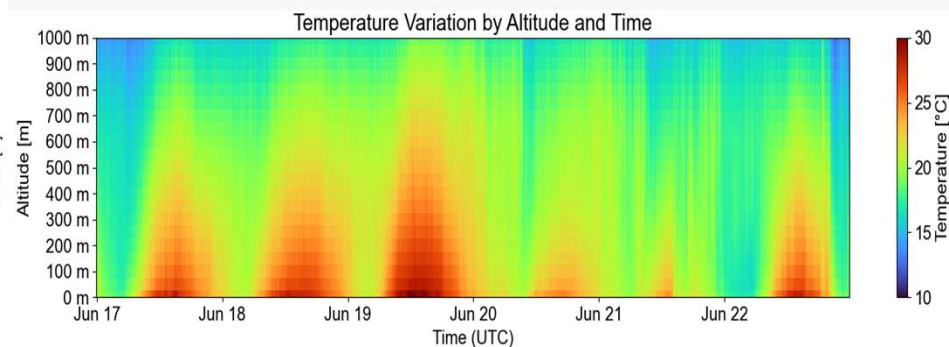
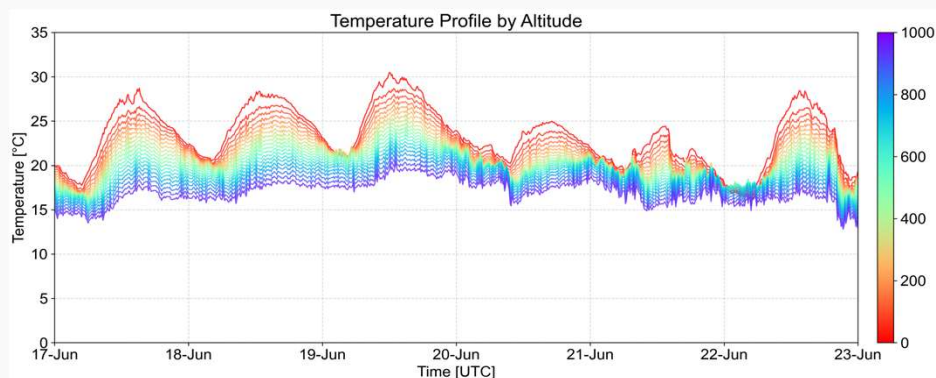
Palas Fidas 200S



- 📌 Sahariana proveniente da **sud** → visibile dalle concentrazioni di PM in situ
- 📌 Il picco di PM coincide con una diminuzione del rapporto **PM2.5/PM10** → predominanza di particelle grossolane
- 📌 Concentrazioni di PM inferiori ai limiti di legge
- 📌 **Nessuna** forte **inversione termica** (situazione tipica estiva)



MTP5



17–22 giugno 2024: Impatto atmosferico di un evento di polvere sahariana

CL61

Osservazioni dalle stazioni ALICEnet

ALICEnet
Automated Lidar-Ceilometer network

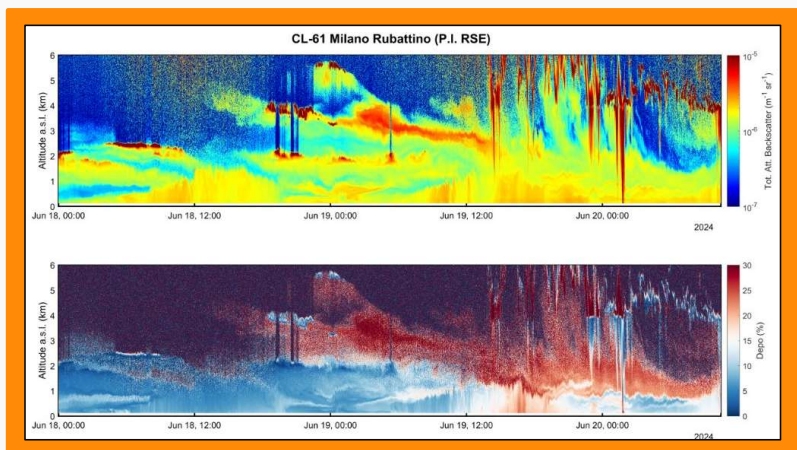
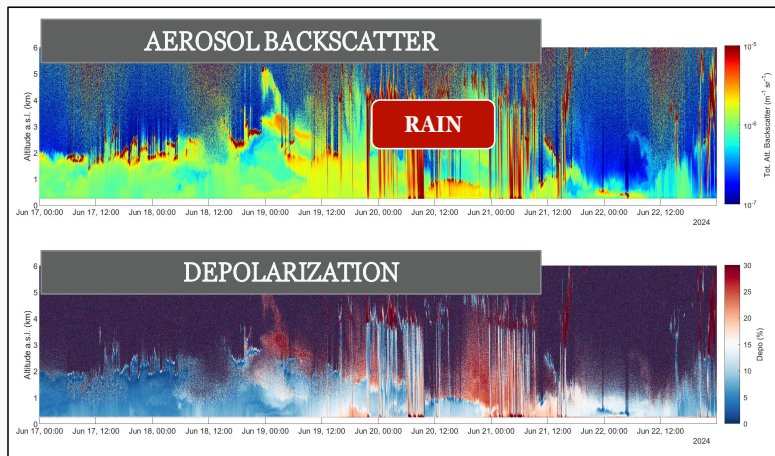


TORINO

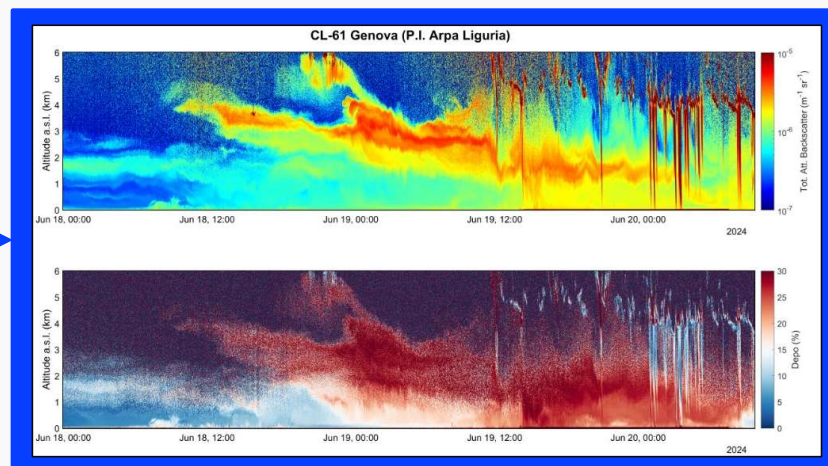
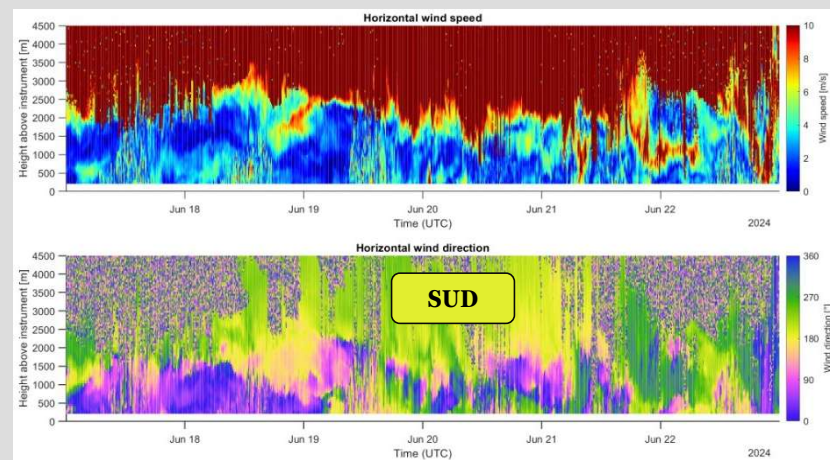
GENOVA



MILANO



Wind Cube 100S



17-22 giugno 2024: Evento di polvere sahariana

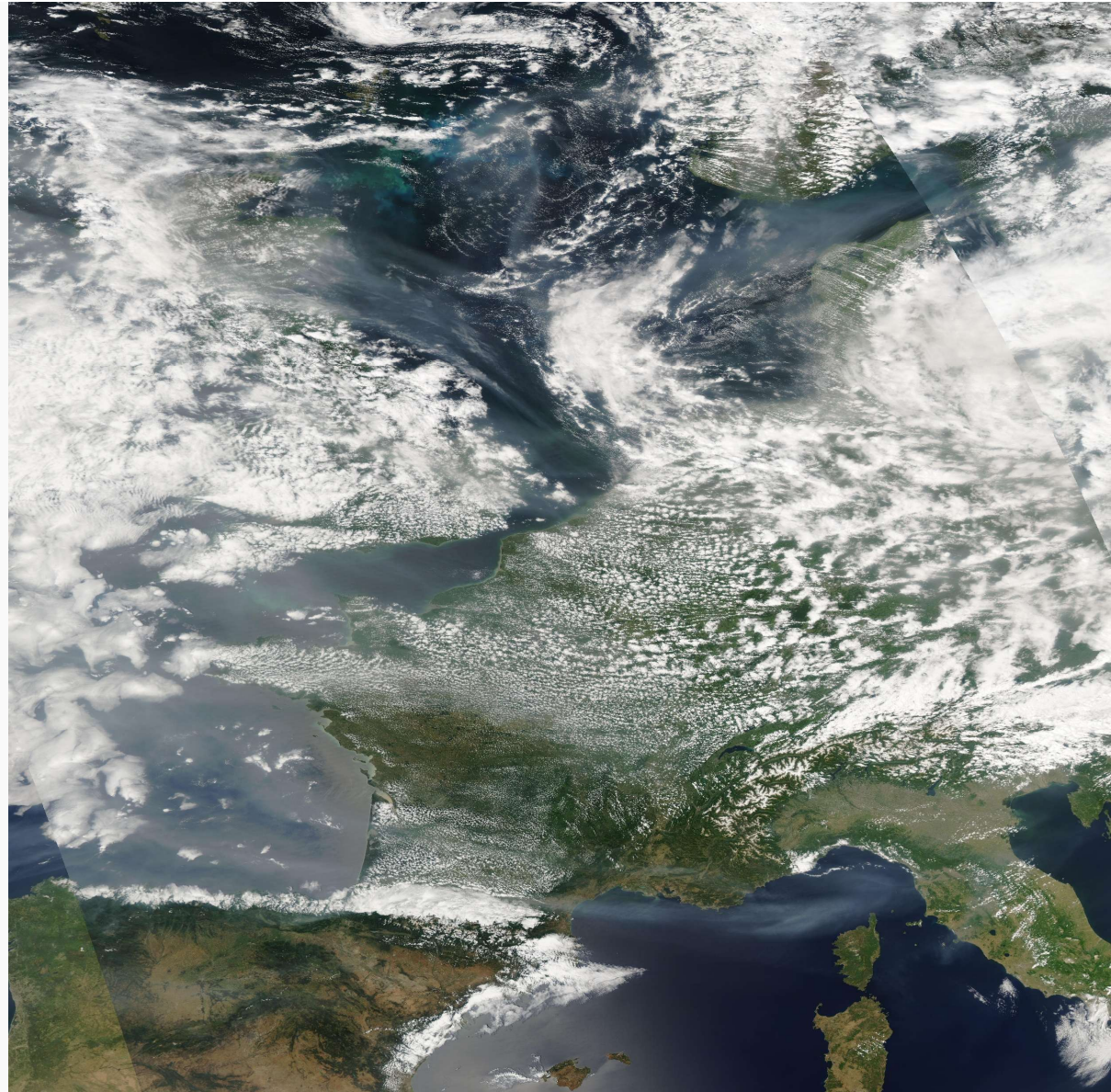
**7-17
Giugno
2025**

**Trasporto a lunga
distanza delle
emissioni degli
incendi canadesi**

Satellite: Aqua

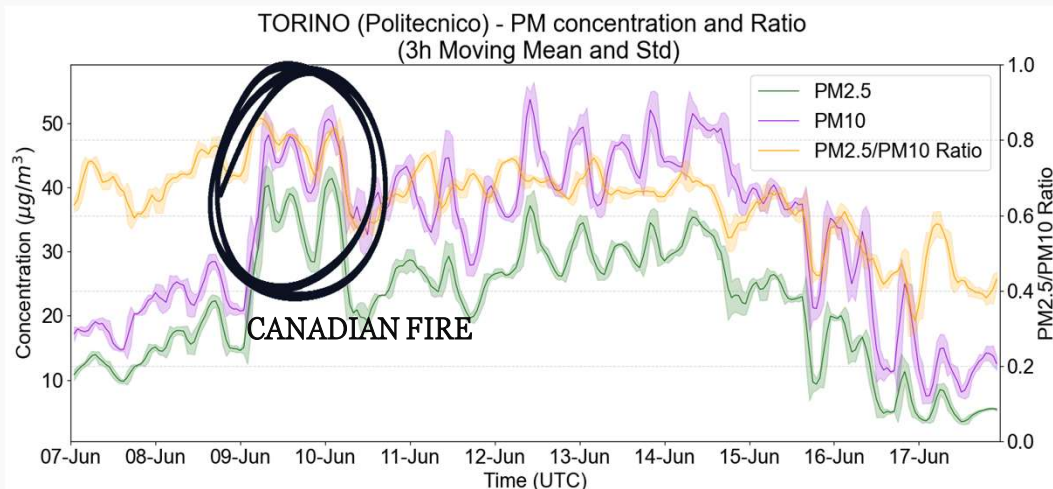
Date Acquired: 08/06/2025

Credits: MODIS Land Rapid Response Team, NASA GSFC





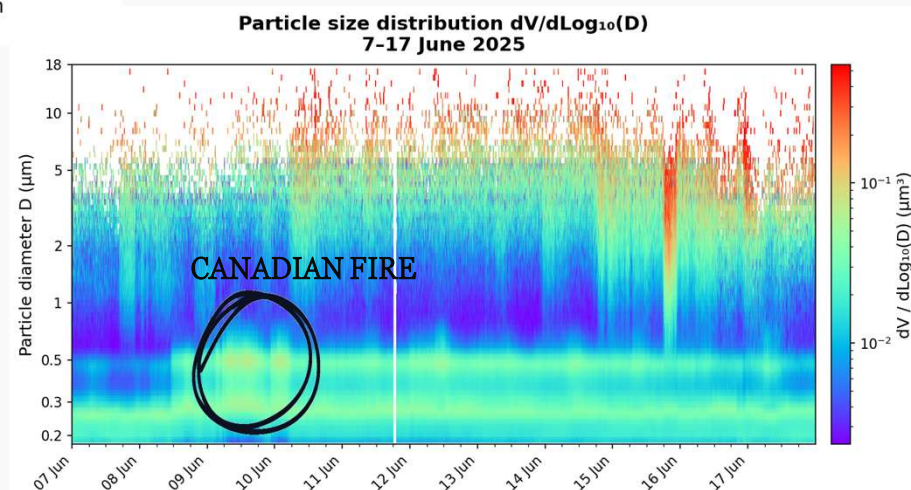
Palas Fidas 200S



- ✚ **Picco** delle concentrazioni di PM tra il 9 e il 10 giugno
- ✚ Principalmente particelle **fini** → rischio maggiore per la **salute** perché penetrano più in profondità nell'apparato respiratorio
- ✚ **Distribuzione dimensionale** dominata dalla frazione submicrometrica

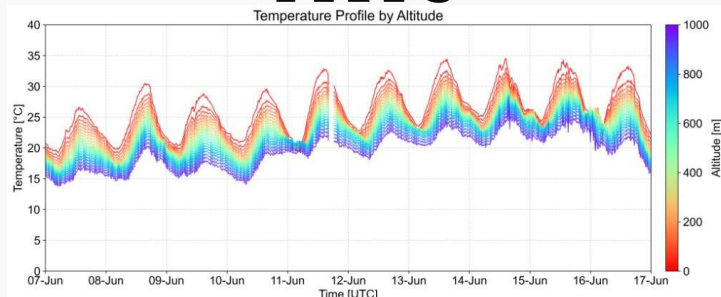
Chiare evidenze di eventi transfrontalieri con impatto sulla qualità dell'aria locale

La connessione tra gli strati superiori dell'atmosfera e la superficie influenza la qualità dell'aria

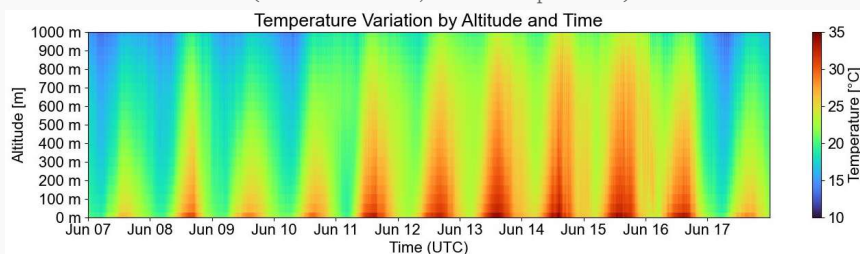


7-17 giugno 2025: Aerosol da incendi canadesi

MTP5



Height–time section of air temperature (°C) measured by the MTP-5 microwave temperature profiler. The altitude ranges from 0 to 1000 m above ground level (50 m vertical res., 10 min temporal res.).

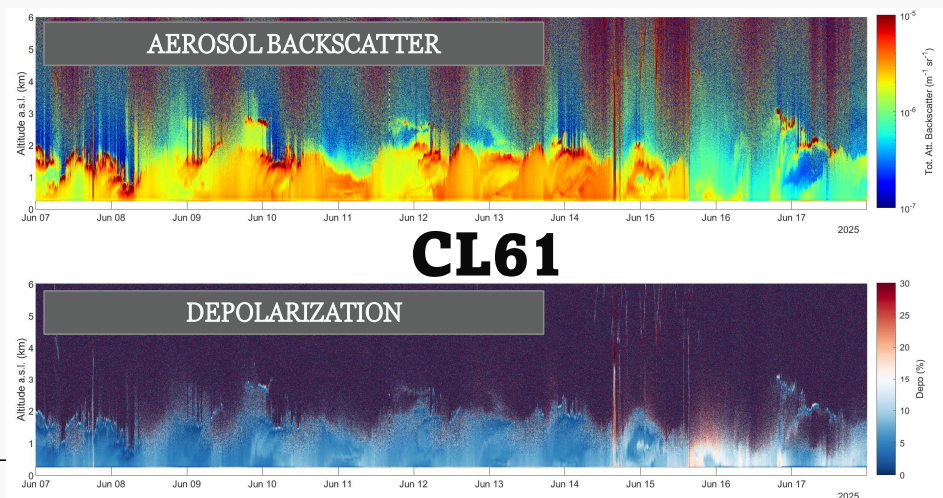
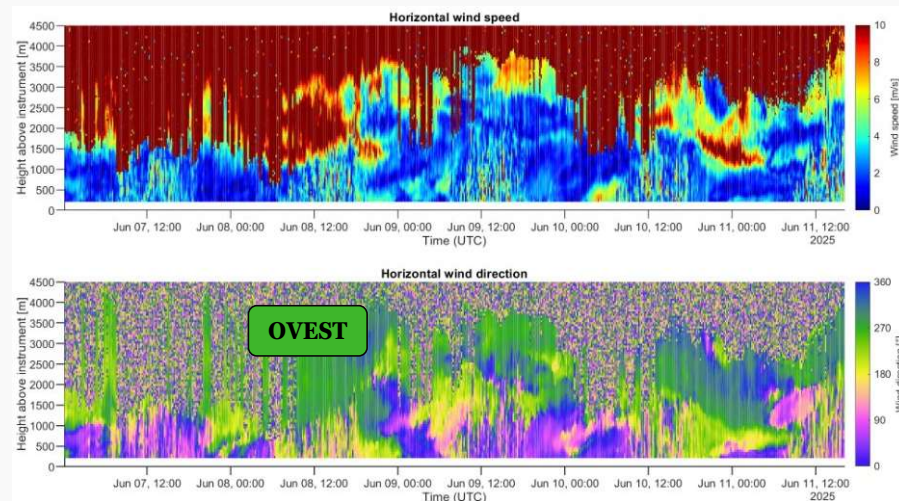


- Assenza di **inversioni termiche**, aumento graduale della temperatura (andamento tipico dell'estate)
- Riscaldamento graduale → riduzione del mixing verticale → **accumulo** di PM
- Masse d'aria provenienti da **ovest** (incendi in Canada); venti deboli
- Elevato **backscatter** dopo l'evento, atmosfera ripulita entro il 16 giugno

7–17 giugno 2025: Aerosol da incendi canadesi



Wind Cube 100S



Sintesi e messaggio chiave



Approccio Integrato

- Sinergia tra strumenti: risoluzioni e caratteristiche diverse
- Comprensione più completa dei processi atmosferici



Rilevanza Scientifica

- Il remote sensing supporta il monitoraggio in situ per la qualità dell'aria
 - Profilatore di temperatura: stabilità/instabilità atmosferica
 - Wind Cube: origine delle masse d'aria e velocità del vento
 - Celiometro: monitoraggio dei profili verticali degli aerosol



Direzioni Future

- Espandere i casi studio
- Sviluppare metodologie innovative per gli studi sulla qualità dell'aria
- Supporta la valutazione e la gestione della qualità dell'aria

Grazie per la vostra attenzione!



**Politecnico
di Torino**
Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture



nicole.mastromatteo@polito.it