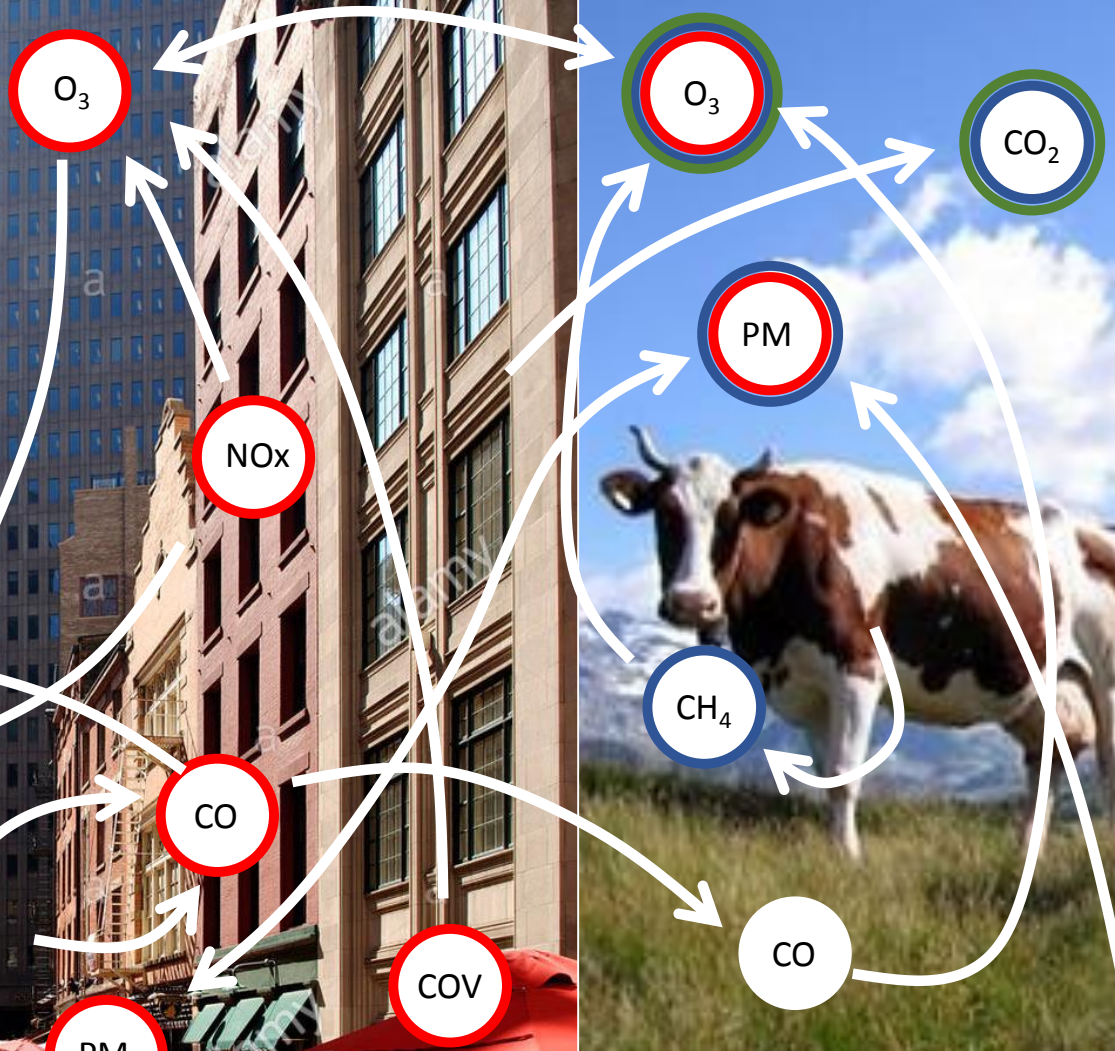
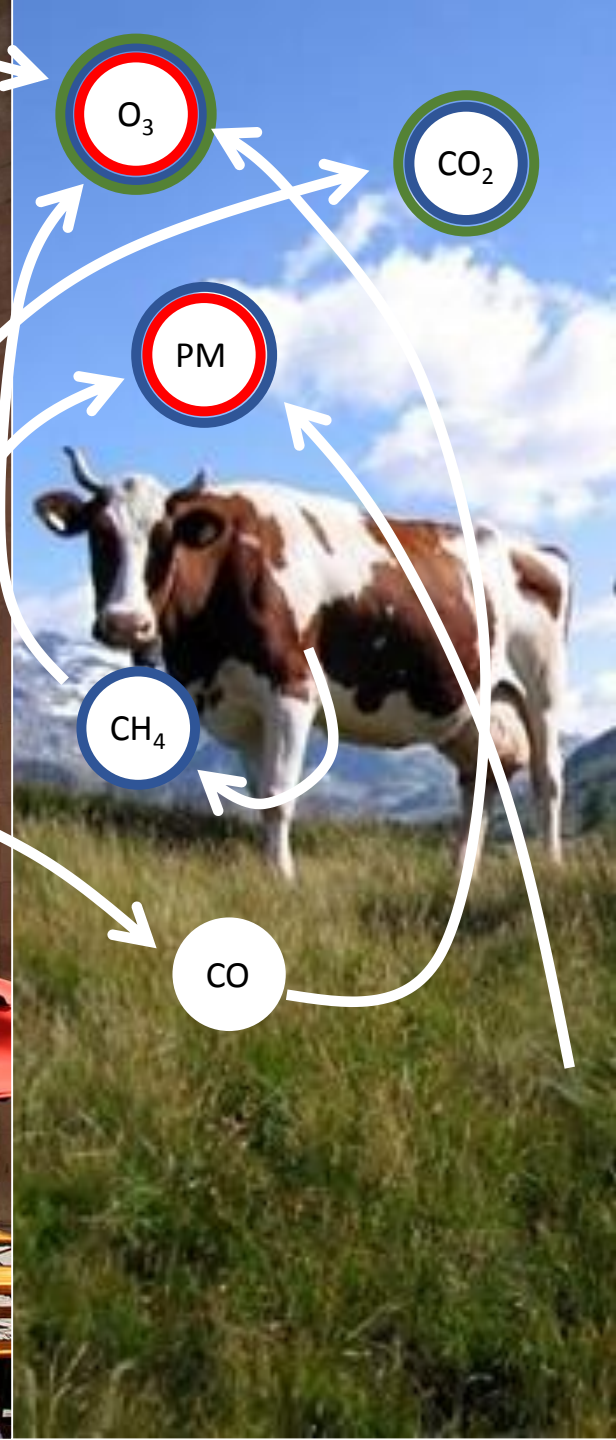
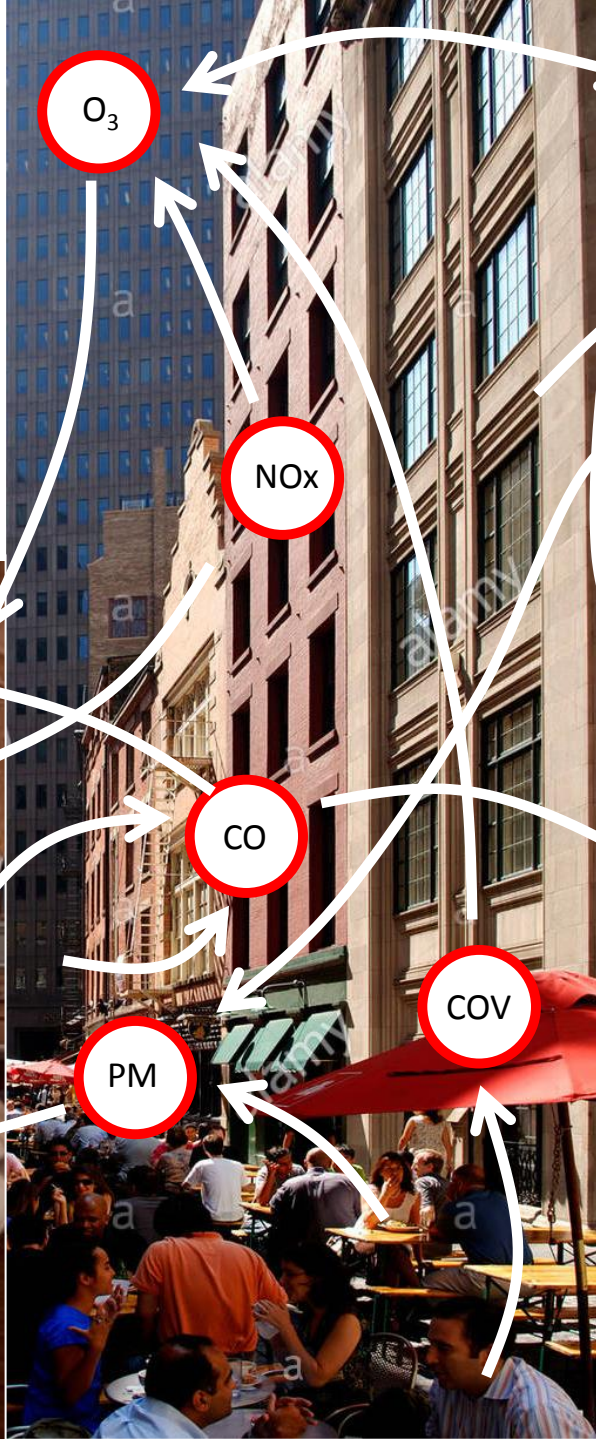
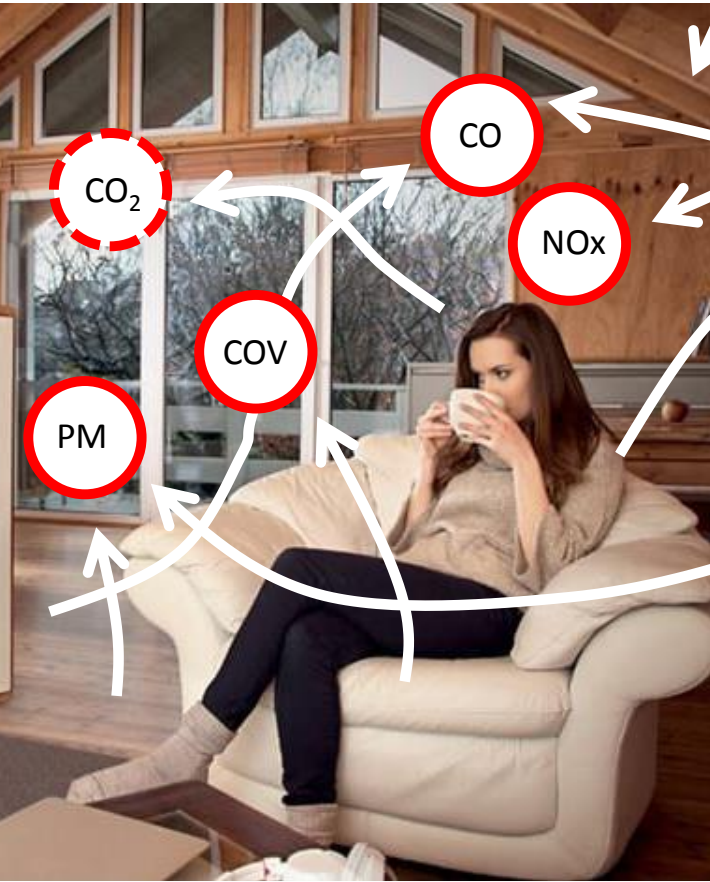


L'impatto dei cambiamenti climatici e della variazione delle emissioni antropiche sulla composizione dell'atmosfera e la qualità dell'aria.

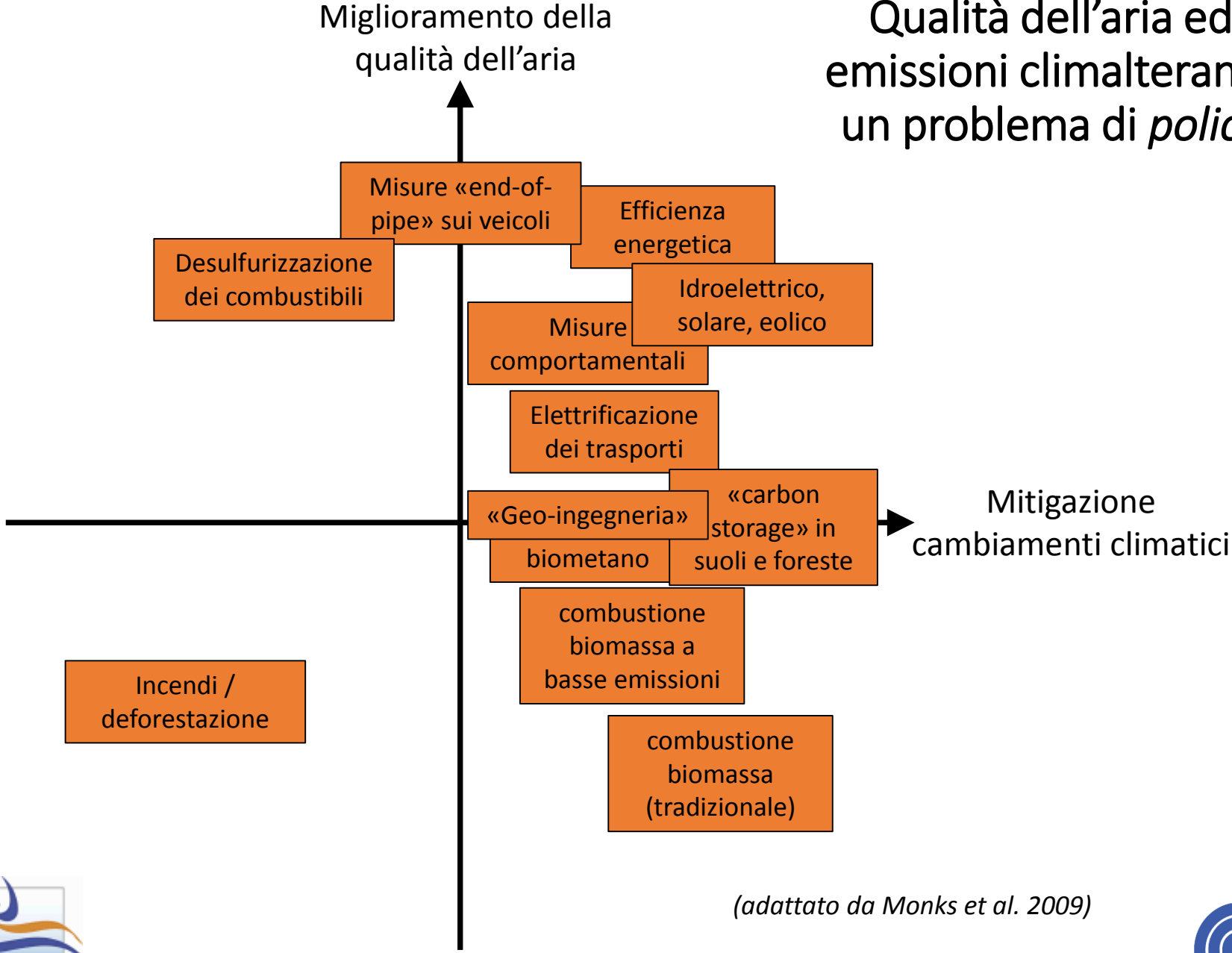
Stefano Decesari, Michele Brunetti, Francesca Barnaba,
Angela Marinoni, Silvia Trini Castelli, Elisa Palazzi, Maria
Cristina Facchini

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC),
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)





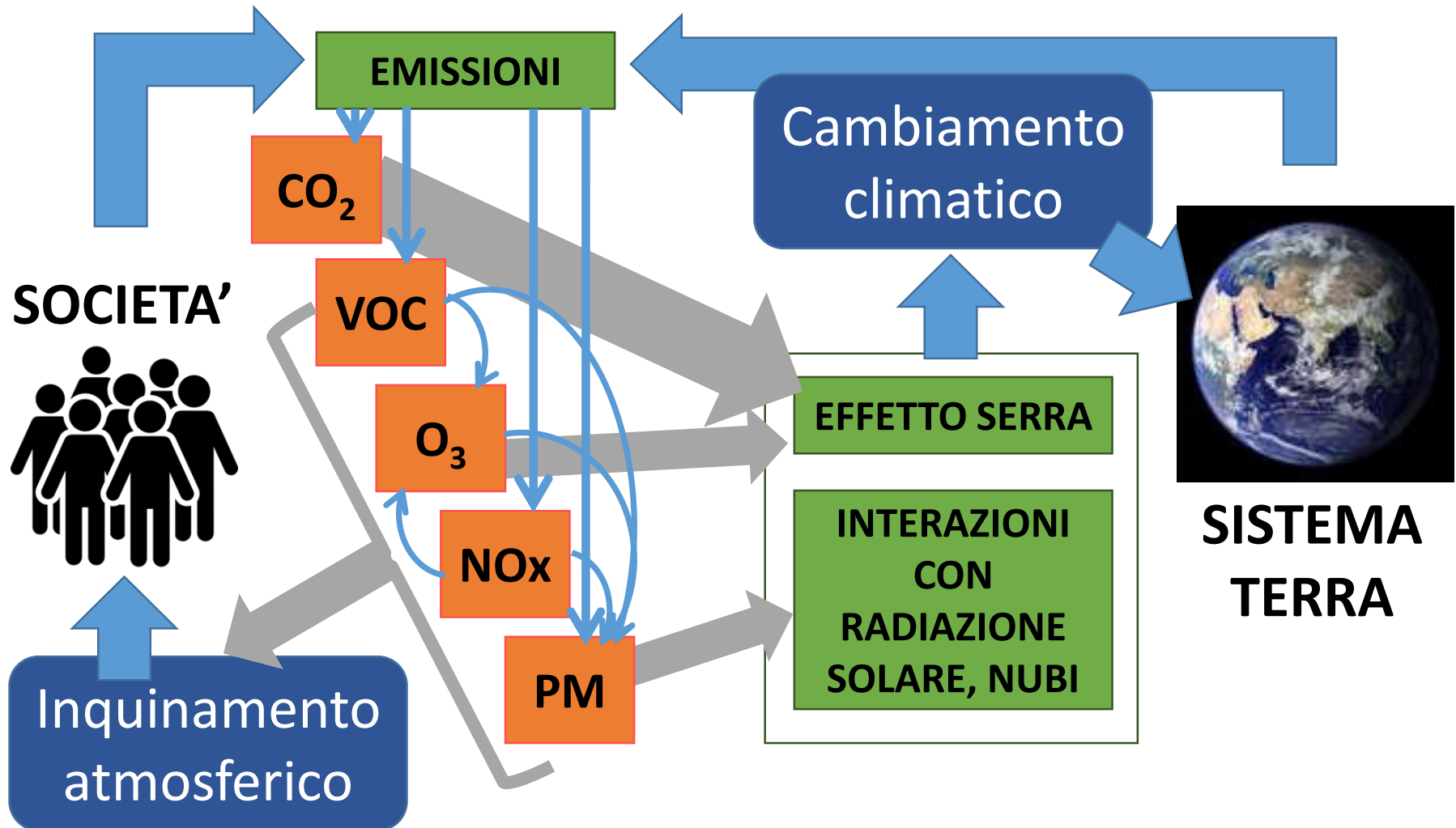
Qualità dell'aria ed emissioni climalteranti: un problema di *policy*

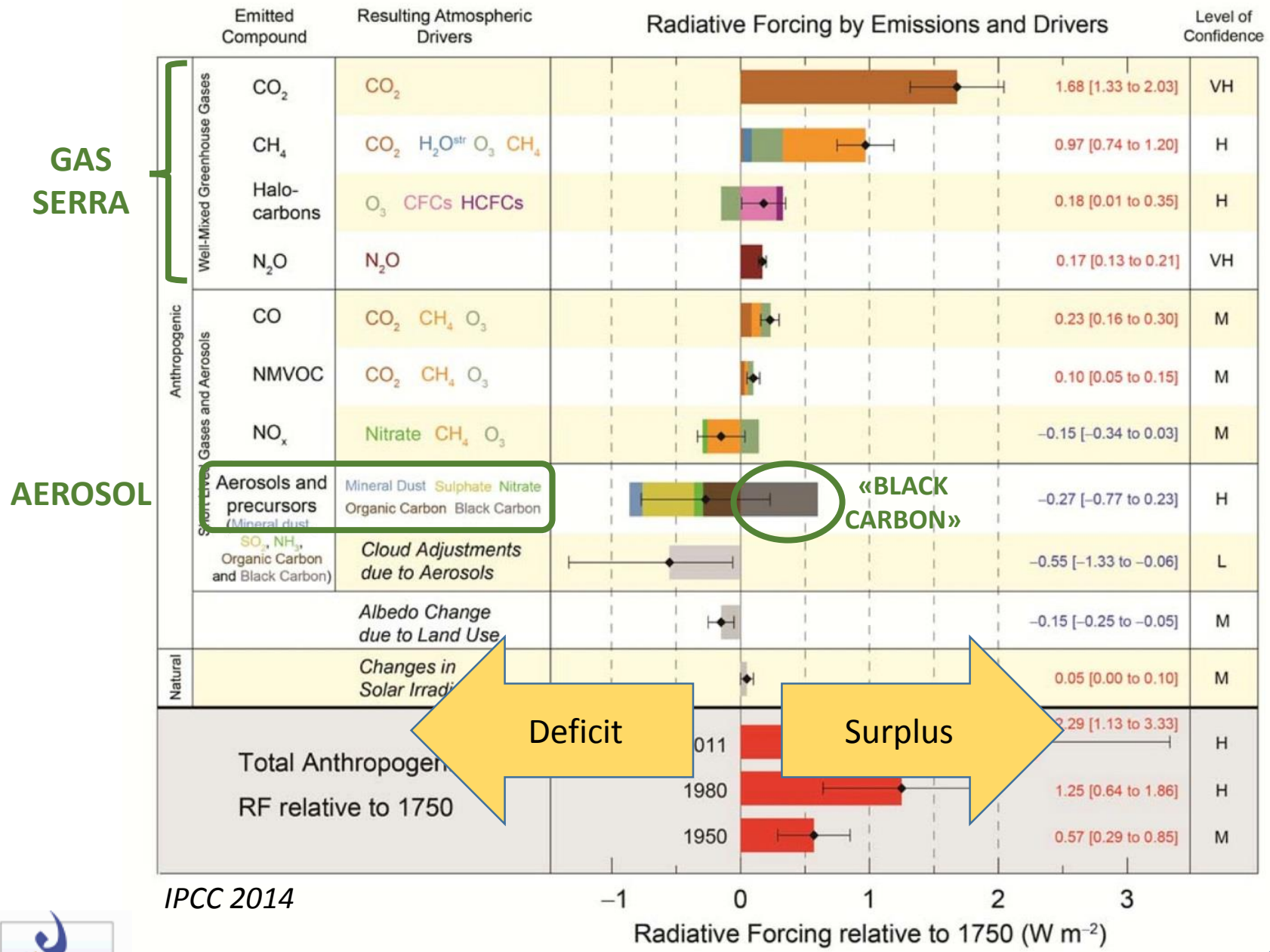


(adattato da Monks et al. 2009)



Interazioni tra qualità dell'aria e clima: composti atmosferici climalteranti















IPCC 2014

Radiative Forcing relative to 1750 (W m⁻²)

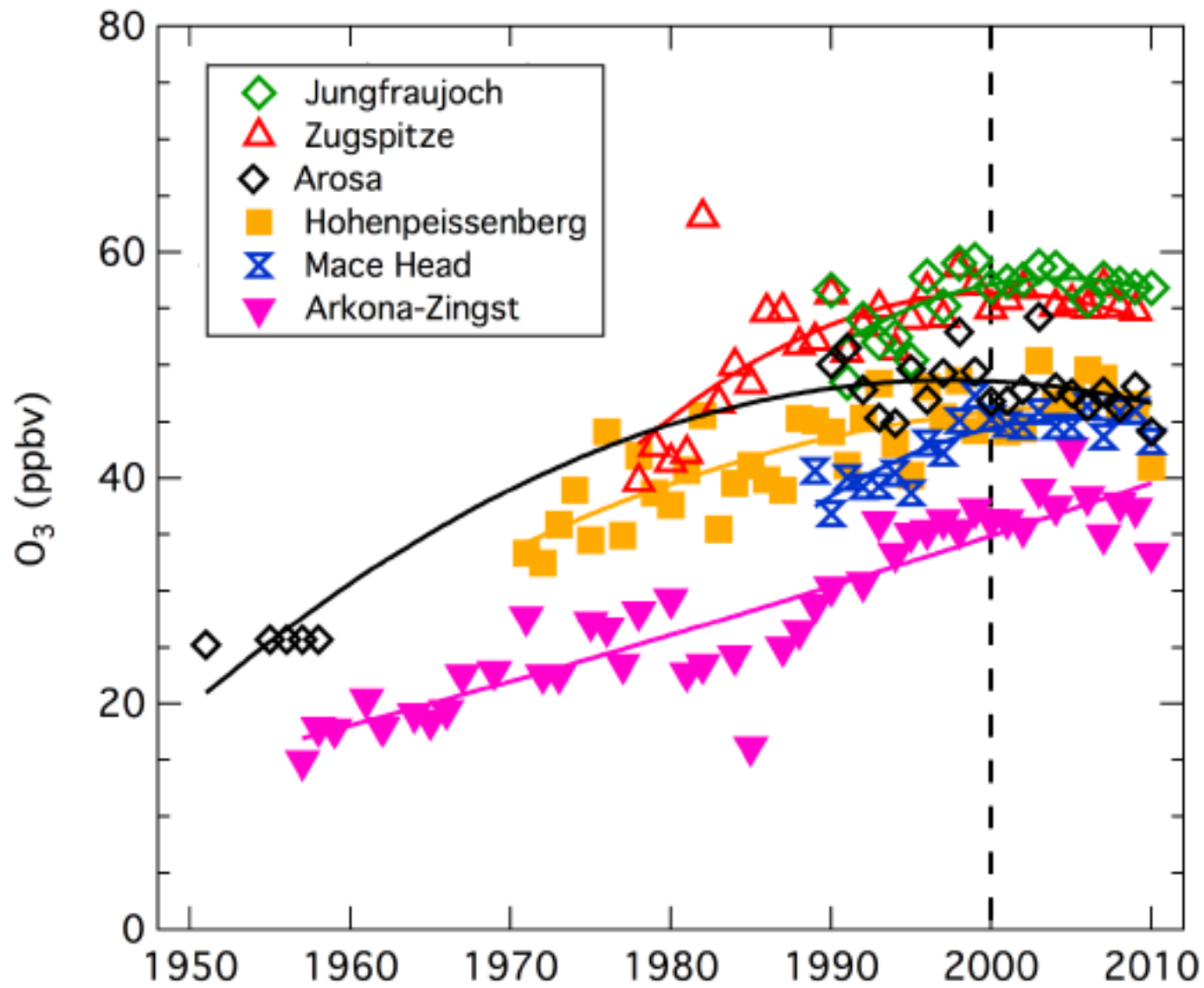


SHORT-LIVED CLIMATE POLLUTANTS

Response to mitigation efforts

SUBSTANCE	 ANTHROPOGENIC SOURCES	LIFETIME IN ATMOSPHERE	
			IMPACTS/MITIGATION
BLACK CARBON (BC)		DAYS	
METHANE (CH ₄)		12 YEARS	
TROPOSPHERIC OZONE (O ₃)		WEEKS	
HYDROFLUORO-CARBONS (HFCs)		15 YEARS (WEIGHTED BY USAGE)	

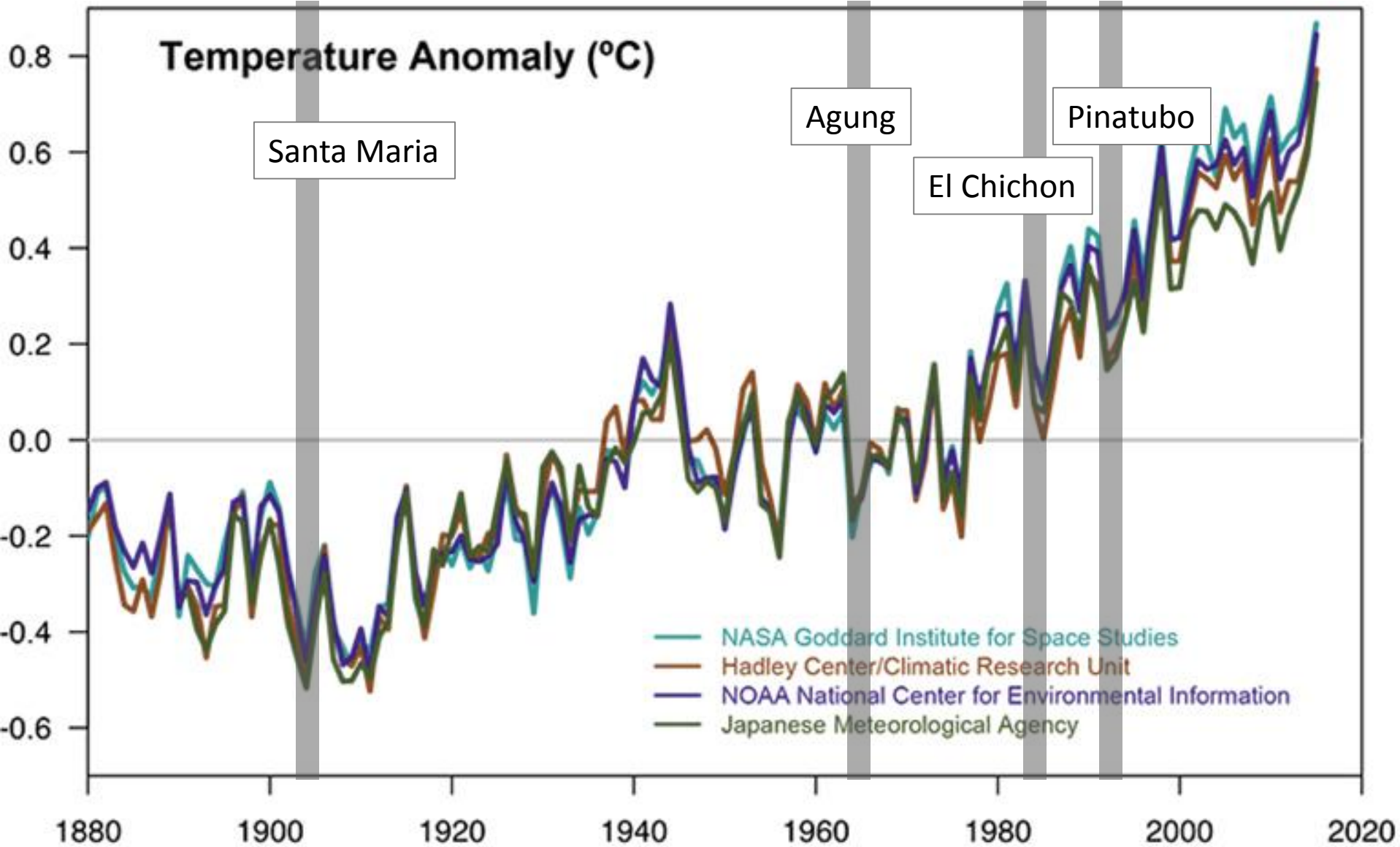
www.ccacoalition.org



Parrish et al., ACP 2012

aerosol





Santa Maria

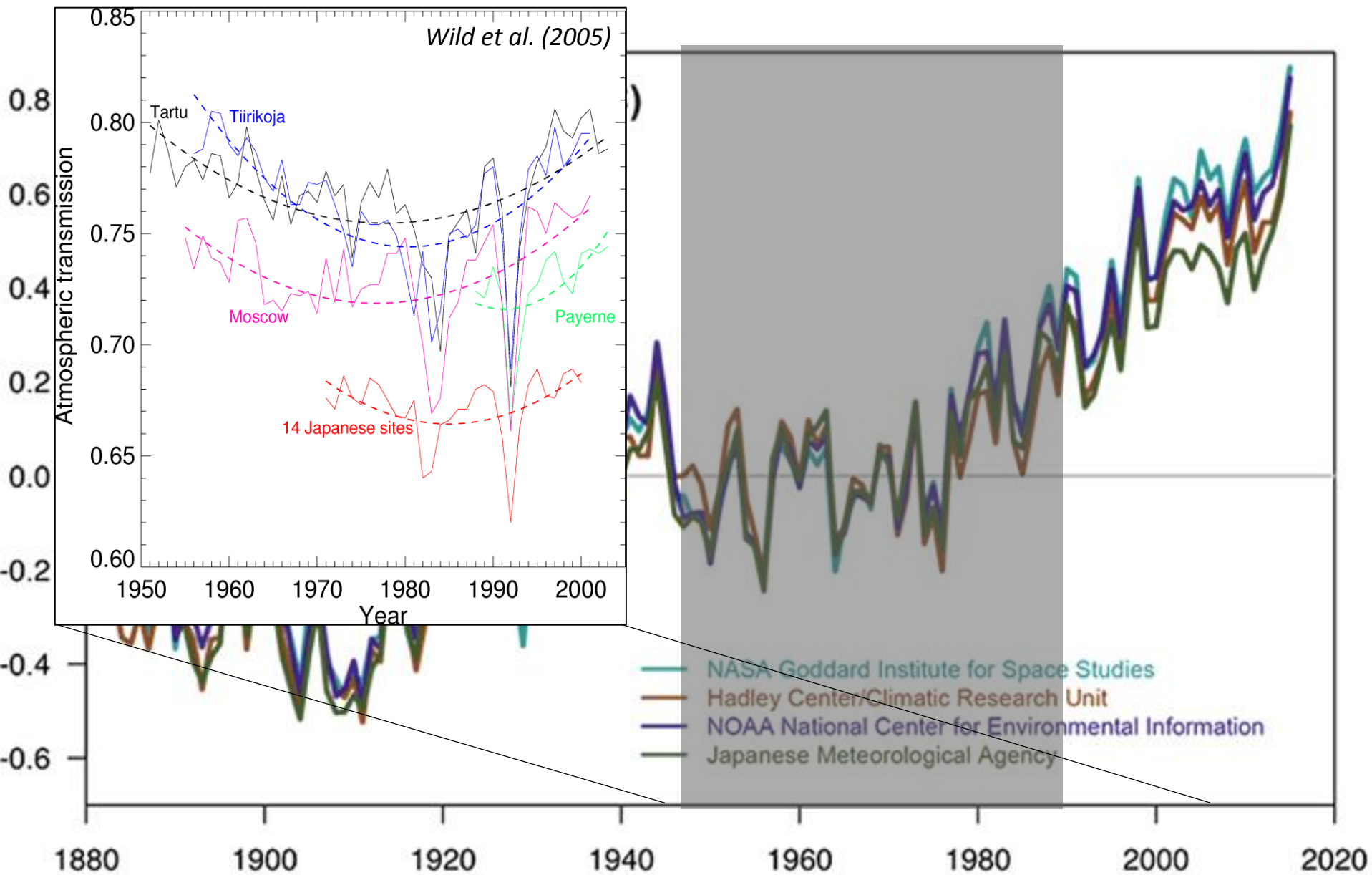
Agung

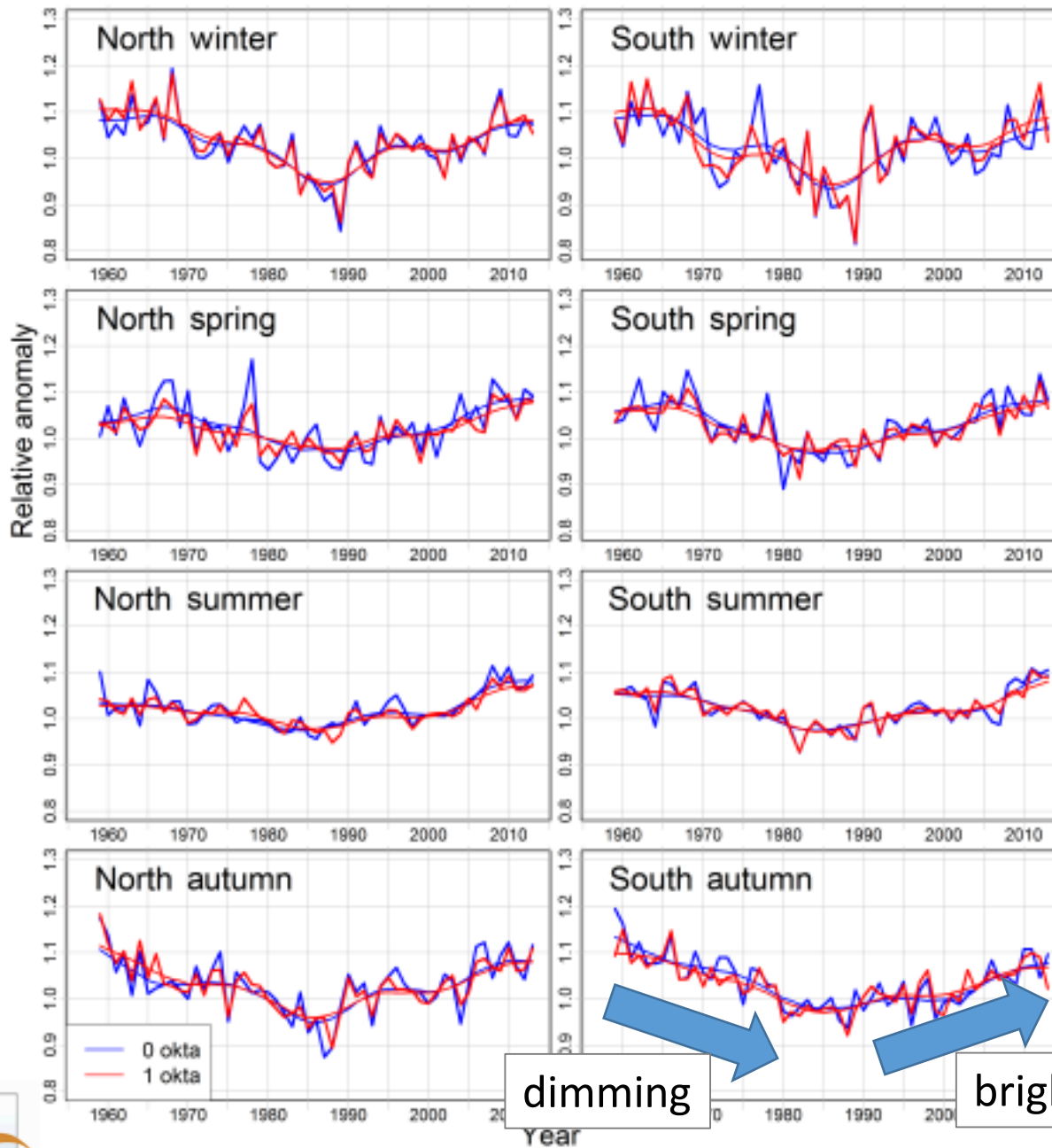
El Chichon

Pinatubo

- NASA Goddard Institute for Space Studies
- Hadley Center/Climatic Research Unit
- NOAA National Center for Environmental Information
- Japanese Meteorological Agency







Trend della **radiazione solare** alla superficie in condizioni di cielo sereno in Italia (Manara et al. 2016)

Comunicato stampa

In Italia negli ultimi 40 anni l'aria è più pulita

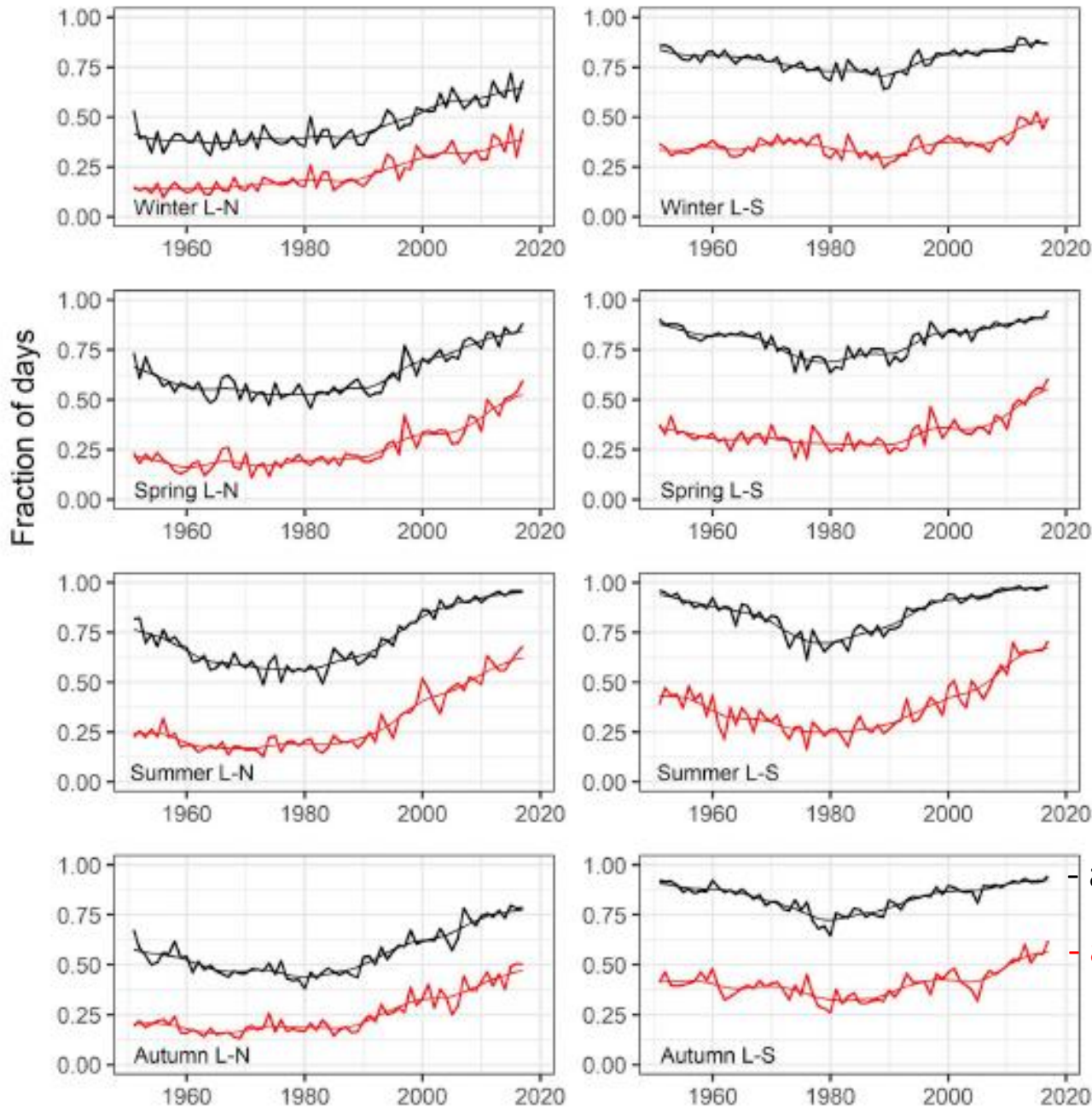
Fonte: Cnr/Univ.Studi Milano



©Veronica Manara

L'Università degli Studi di Milano e il Consiglio nazionale delle ricerche hanno analizzato per la prima volta la visibilità orizzontale dell'atmosfera, scoprendo che, nelle zone più inquinate del Paese, la frequenza dei giorni con visibilità sopra i 10 o i 20 km è più che raddoppiata negli ultimi 40 anni, grazie soprattutto alle norme emanate per ridurre l'inquinamento. La pubblicazione su "Atmospheric Environment"

Trend della **visibilità** a 10 e 20 km in Italia (Manara et al. 2019)




- a 10 km

- a 20 km

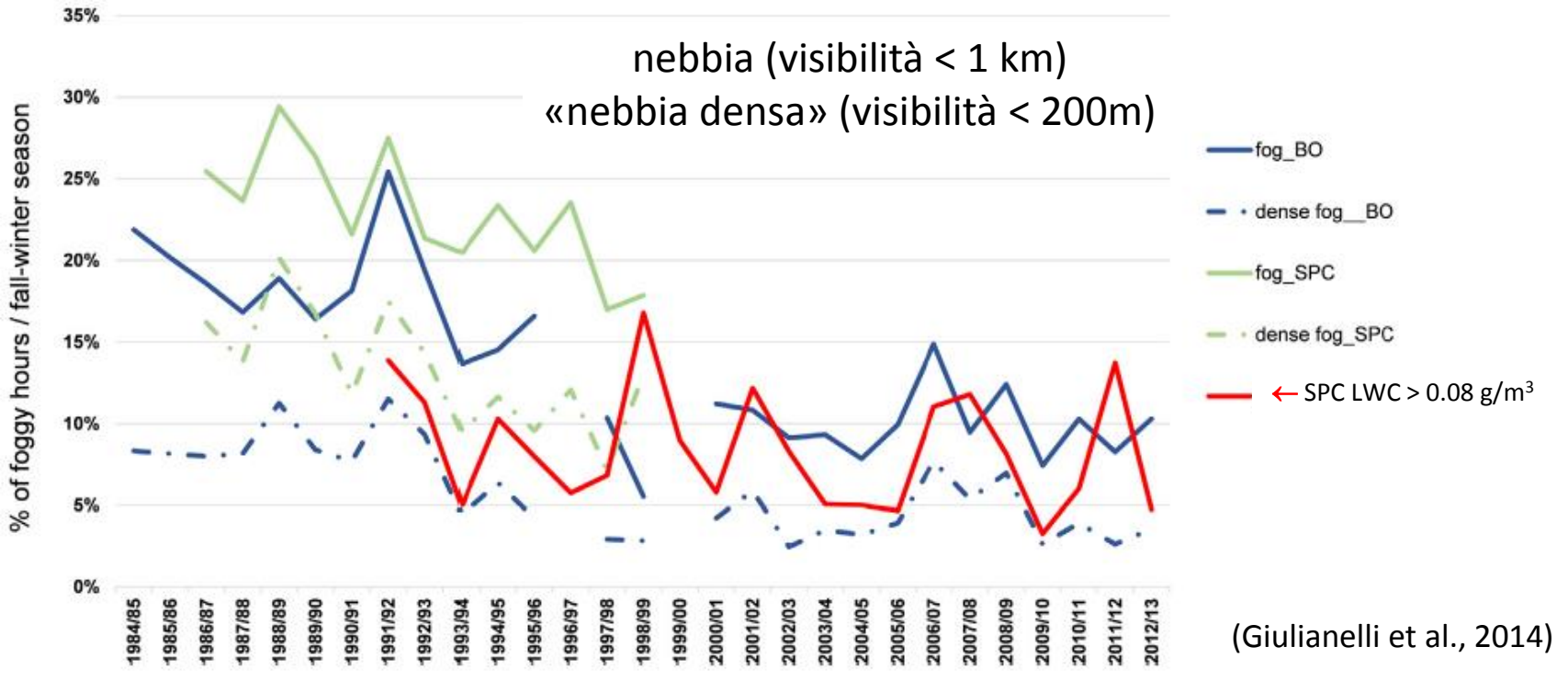


Nebbia in Val Padana ...



“... we [...] find that the frequency of low-visibility conditions such as **fog, mist and haze has declined in Europe over the past 30 years**, for all seasons and all visibility ranges between distances of **0 and 8 km**. [...] Statistically linking local visibility changes with temperature variations, we estimate that the reduction in low-visibility conditions could have contributed on average to about 10–20% of Europe’s recent daytime warming and to about 50% of eastern European warming. **Large improvements in air quality** and visibility already achieved in Europe over the past decades may mean that future reductions in the frequency of low-visibility events will be limited, **possibly leading to less rapid regional warming.**” (Vautard et al., Nature Geoscience 2009)

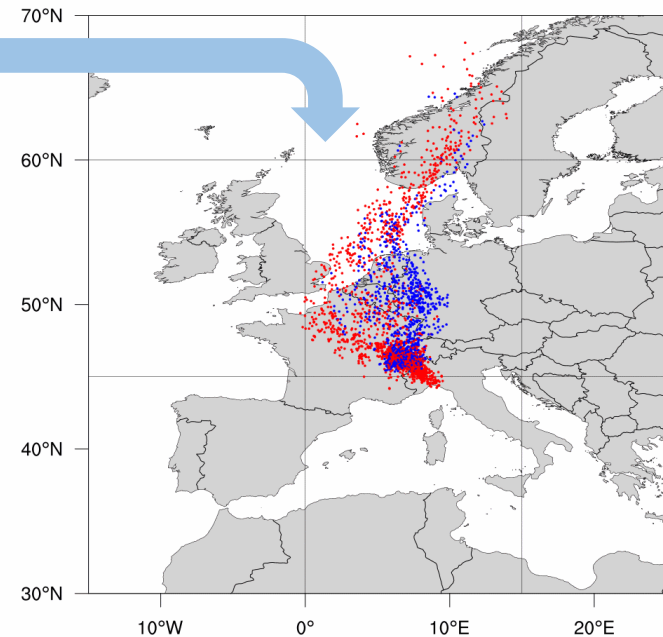
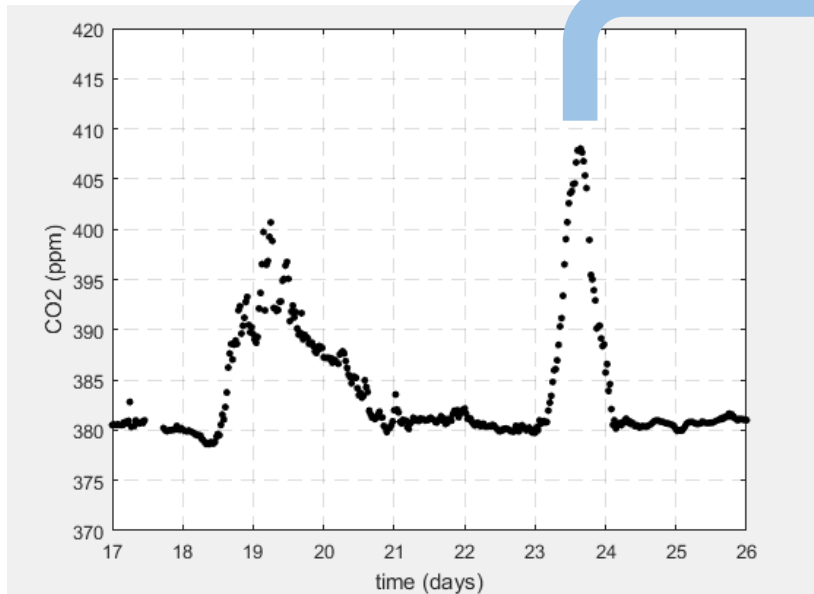
Nebbia in Val Padana ...





Trasporto di inquinanti in alta quota ed effetti sulla qualità dell'aria e il clima

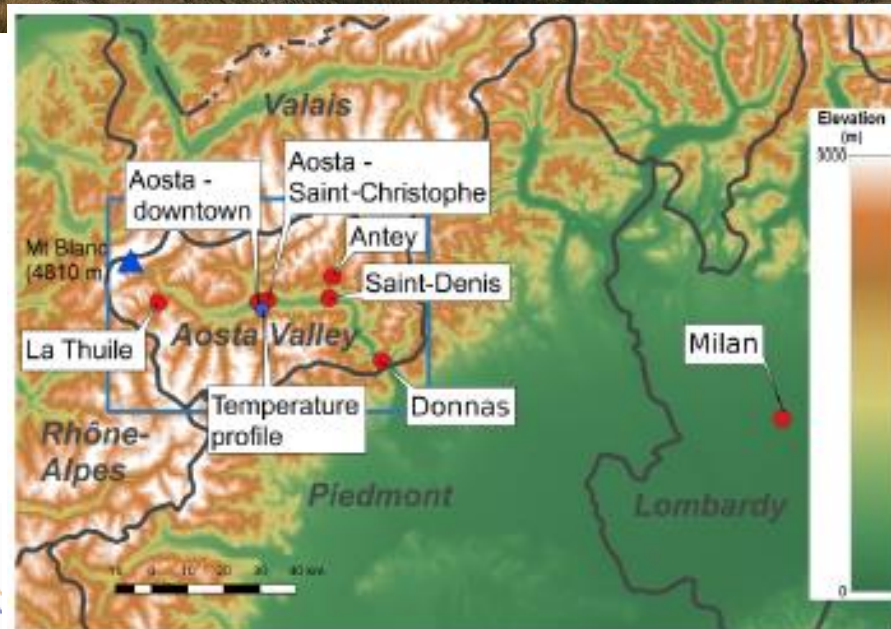
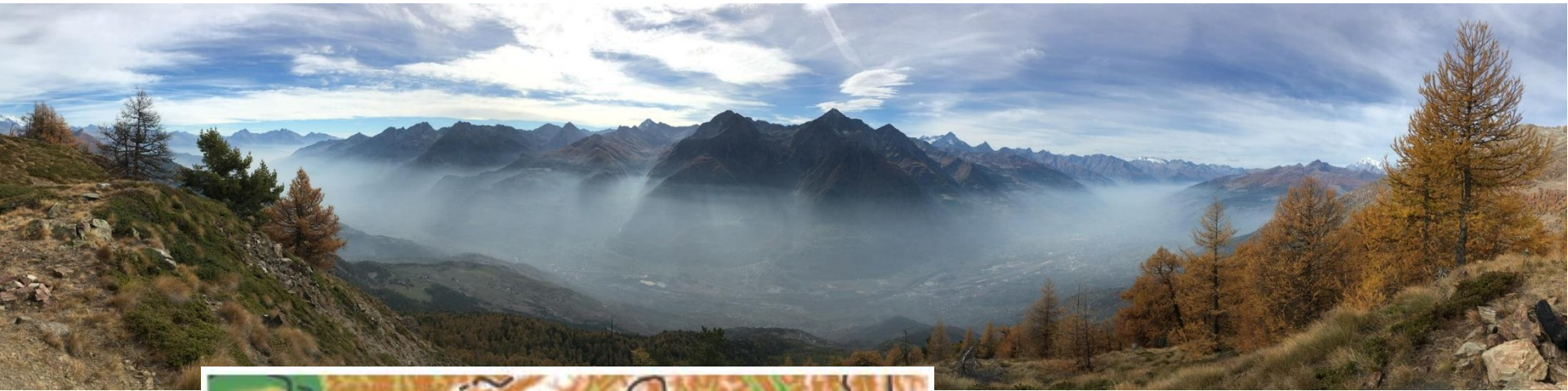
Concentrazioni di CO₂ al Plateau Rosa



Il monitoraggio delle concentrazioni di composti inquinanti e climalteranti in stazioni di alta quota serve per a) studiare i trend di lungo periodo, e b) individuare e quantificare le sorgenti (e anche validare gli inventari di emissione)

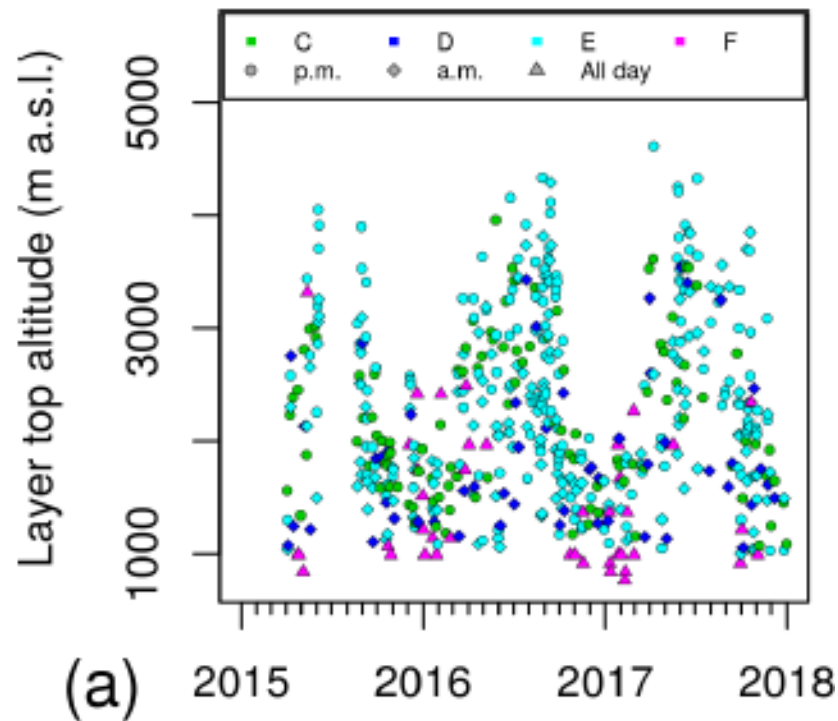
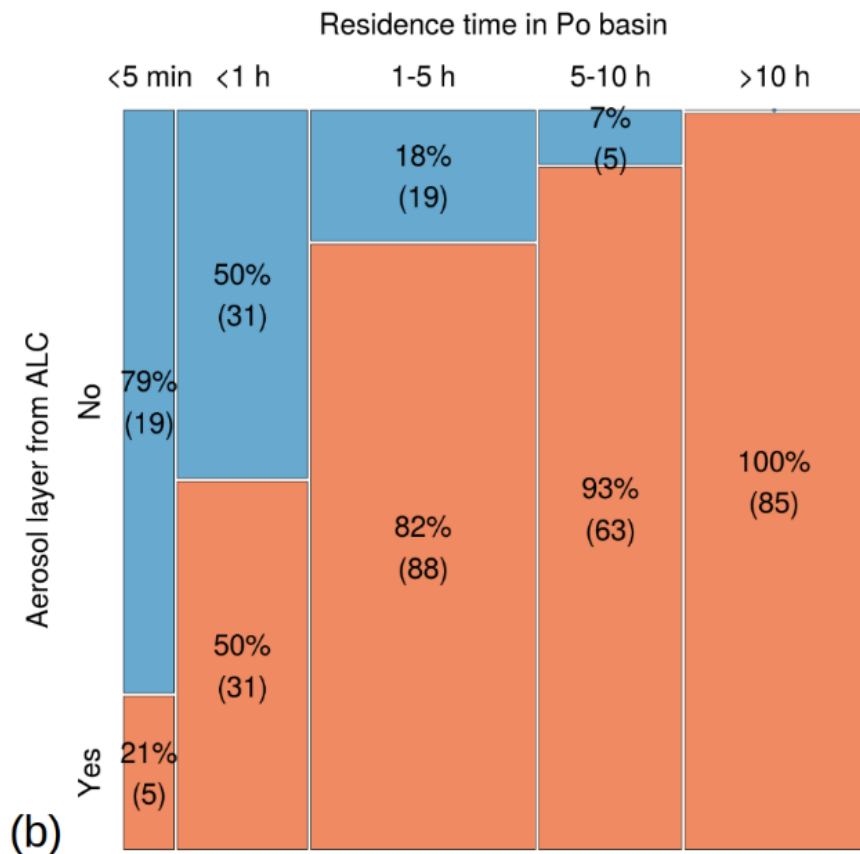
Ricostruzione delle aree sorgente tramite modello di dispersione Lagrangiano **MILORD** "Model for the Investigation of Long Range Dispersion" (Anfossi et al., 1995; Trini Castelli, 2012)

Trasporto di inquinanti in alta quota ed effetti sulla qualità dell'aria e il clima



Diémoz et al.
Atmos. Chem. Phys.
2019

Trasporto di aerosol in alta quota ed effetti sulla qualità dell'aria e il clima

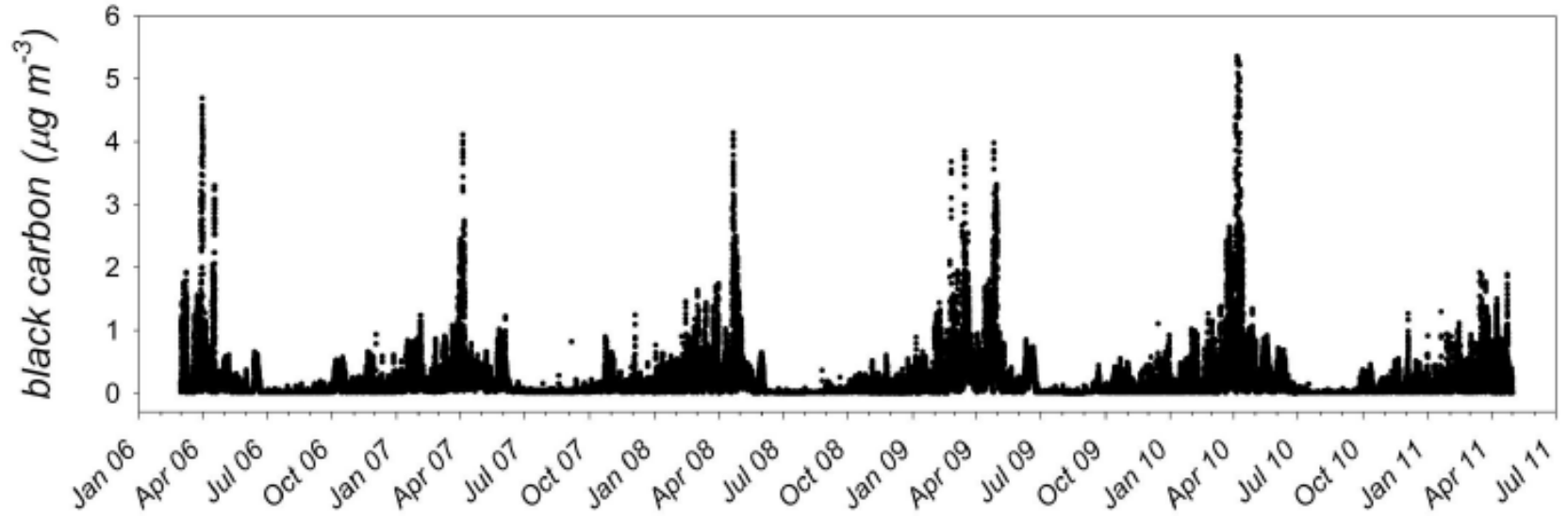


Diémoz et al. Atmos. Chem. Phys. 2019

+ aumento dell'**AOD** di 4 volte ad Aosta sotto l'influenza dell'aerosol dalla Val Padana



Concentrazioni di aerosol carboniosi («black carbon»)



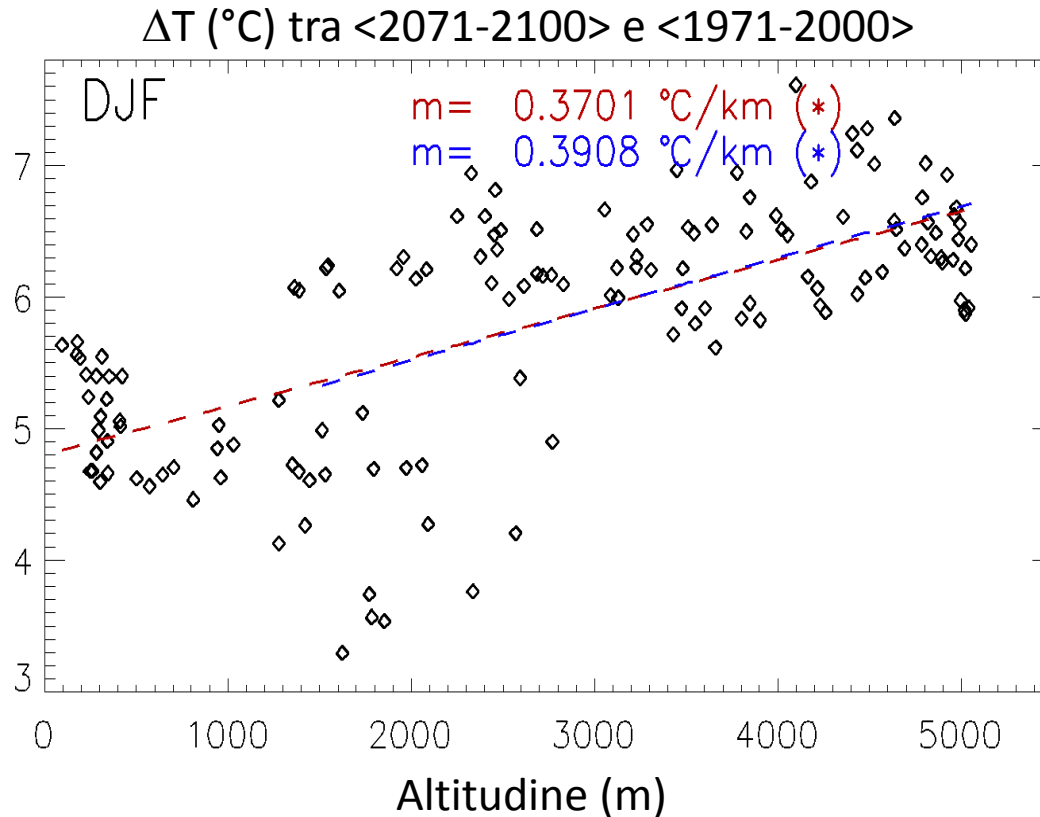
Nepal Climate Observatory (5079 m)



Marinoni et al. 2010



«Elevation-dependent warming» (Riscaldamento differenziale con la quota)



Palazzi et al 2016

Cause EDW: Retroazione ghiaccio-albedo, modulazione della radiazione a onda lunga da parte del vapore acqueo e delle nubi, effetti dell'aerosol atmosferico.

Misure: poche, non omogeneamente distribuite o assenti alle quote più elevate.

Incertezze nei **modelli** e necessità di aumentarne la risoluzione, migliorare le parametrizzazioni, migliorare gli schemi dei modelli di superficie

Conclusioni

1 La concentrazione degli inquinanti dispersi su ampie regioni geografiche ha un impatto sul cambiamento climatico. **Molti composti inquinanti sono infatti anche agenti climalteranti a vita breve.**

2 **Le politiche di controllo delle emissioni inquinanti** già messe in atto a partire dagli anni 70 («piogge acide») hanno via via portato ad un miglioramento della qualità dell'aria in Europa e Nord America (solo negli ultimi dieci anni in Cina). Questo ha portato **ad una stabilizzazione delle concentrazioni di fondo dell'ozono e ad un progressivo calo delle concentrazioni di particolato atmosferico** nei bassi strati dell'atmosfera.

3 Il calo delle concentrazioni di aerosol è stato accompagnato da un **aumento della radiazione solare al suolo** e da **una diminuzione della frequenza di nebbie.**

4 **Il trasporto orografico può disperdere gli aerosol di origine antropica fino a 3000-5000 m** di quota con impatti sulla qualità dell'aria, il bilancio radiativo dell'atmosfera in montagna e la deposizione di agenti che modificano l'albedo della neve.

5 Alcuni problemi scientifici (l'effetto degli aerosol sulle nubi e sulla criosfera) sono ancora oggetto di studio. **C'è necessità di perseguire attivamente la ricerca sugli agenti che regolano il sistema climatico terrestre.**

6 **Gli agenti climalteranti a breve vita creano complessità ma anche opportunità** per una soluzione in maniera integrata dei problemi di qualità dell'aria e del riscaldamento terrestre.