

Corso di Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Ciclo di Seminari ISAC-CNR & INGV

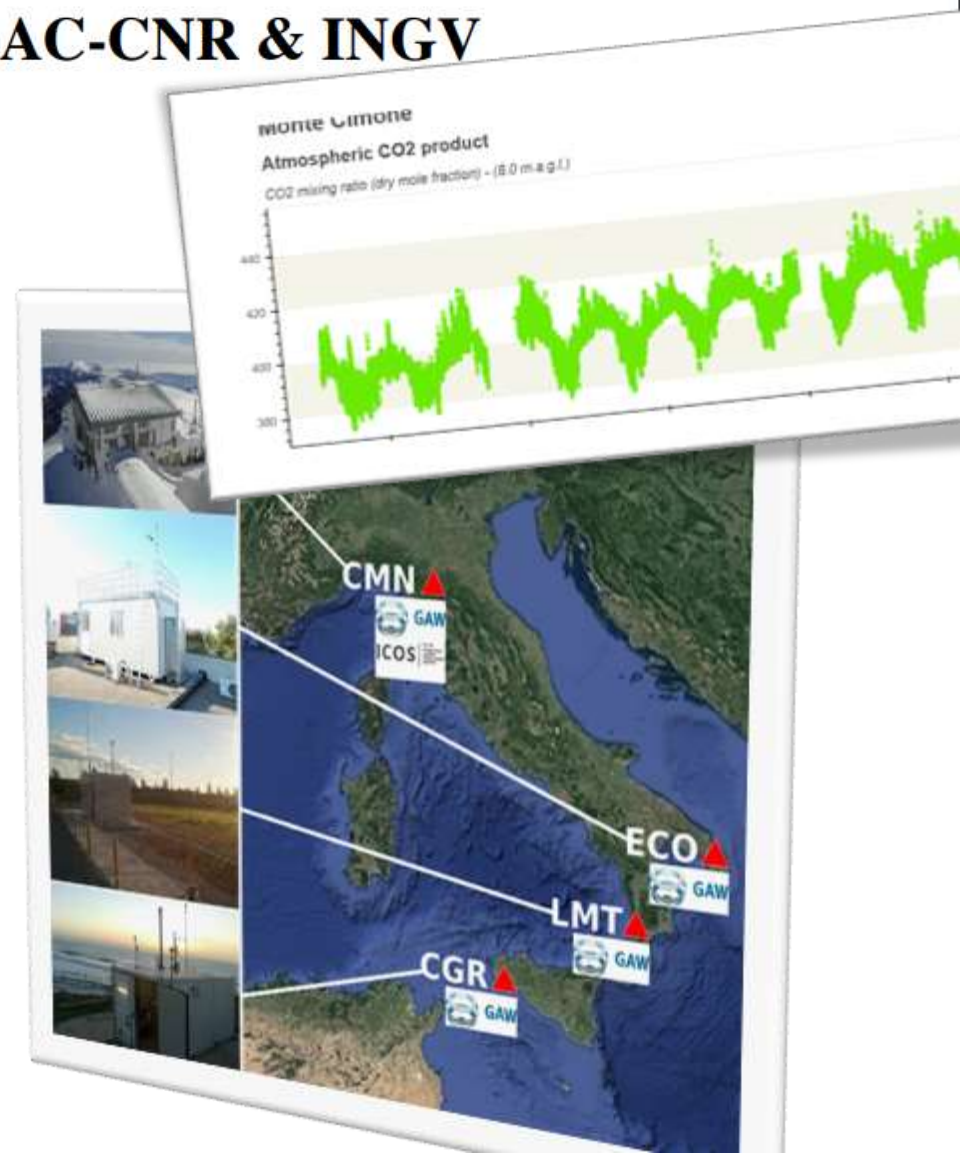
Studio di processi
responsabili della variabilità
di gas serra in atmosfera

Paolo Cristofanelli

National Research Council of Italy

Institute of Atmospheric Science and Climate

Bologna, Italy



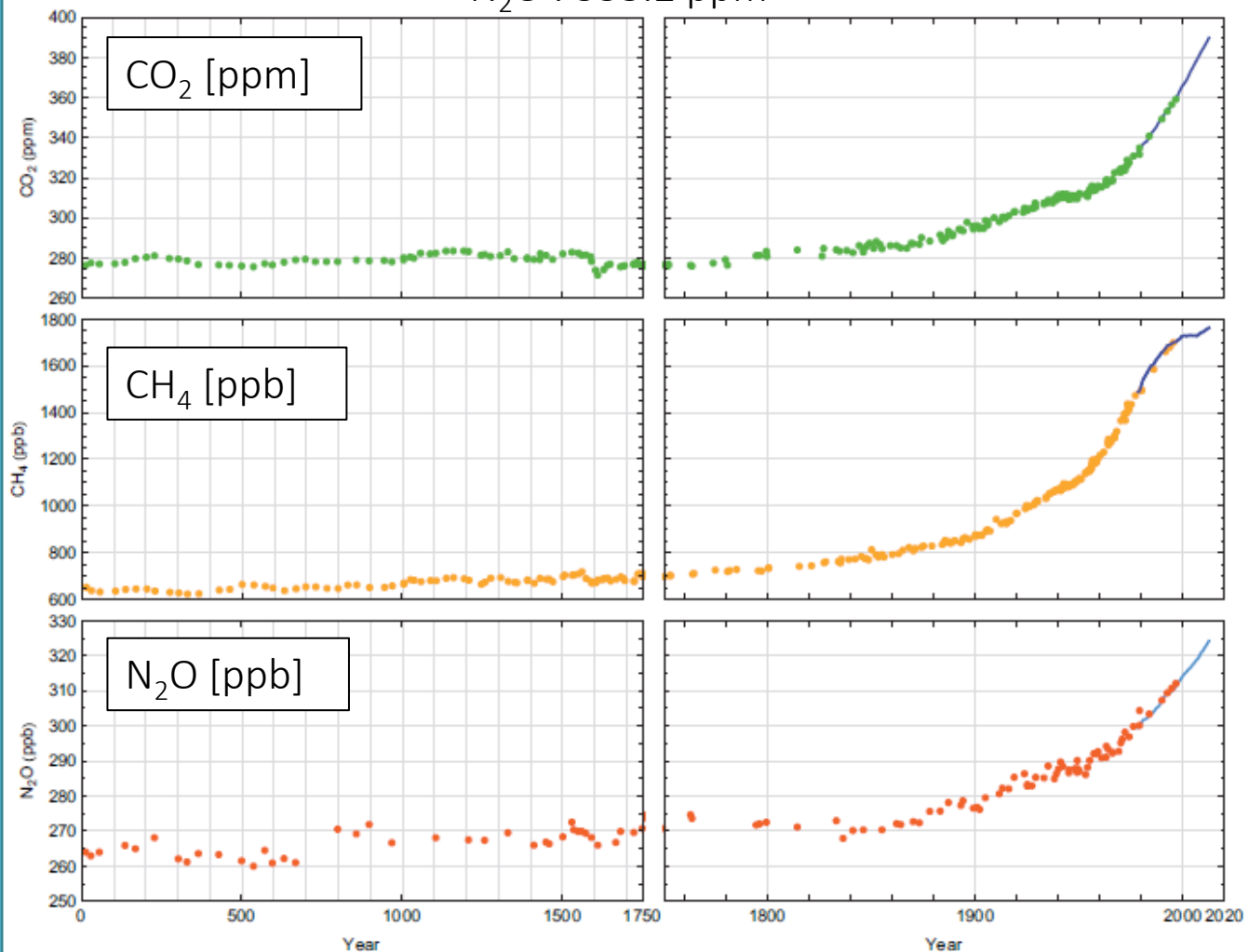
Cambiamenti della composizione dell'atmosfera

Global mean (2020):

- CO₂ : 413.2 ppm
- CH₄ : 1889 ppb
- N₂O : 333.2 ppb

Increase compared to 1750:

- CO₂ : 148%
- CH₄ : 260%
- N₂O : 123%



Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

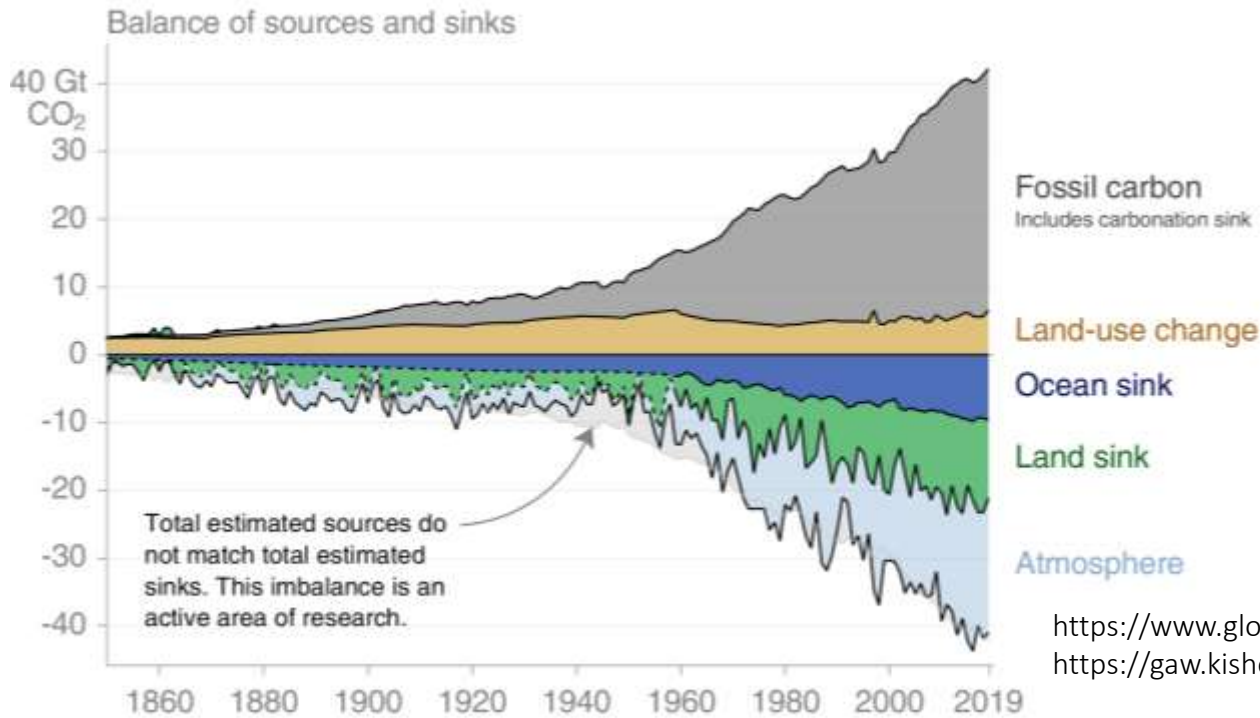
Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

Rimozione e sorgenti

La variazione del quantitativo di un gas è il risultato di emissioni e rimozioni (e trasporto)

$$\frac{d(\text{concentration})}{dt} = \text{emission rate} - \text{loss rate} = \text{growth rate}$$



©Global Carbon Project • Data: GCP/CDIAC/NOAA-ESRL/UNFCCC

<https://www.globalcarbonproject.org/>
<https://gaw.kishou.go.jp/>

Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

Non solo questione di CO₂ ...



WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION



GLOBAL
ATMOSPHERE
WATCH

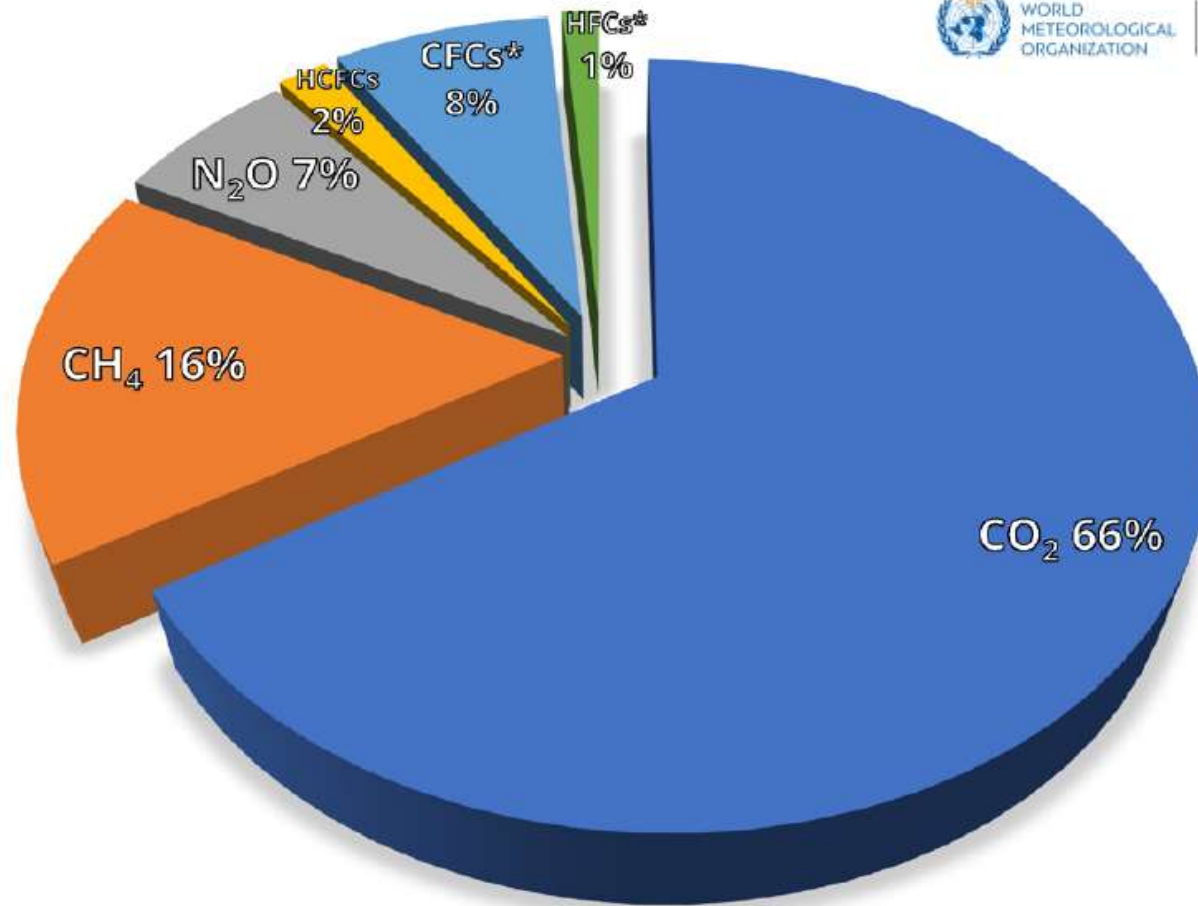


Figure 5. Contributions of the most important LLGHGs to the increase in global radiative forcing due to these gases from the pre-industrial era to 2020 [8].

Introduzione

GAW-WMO

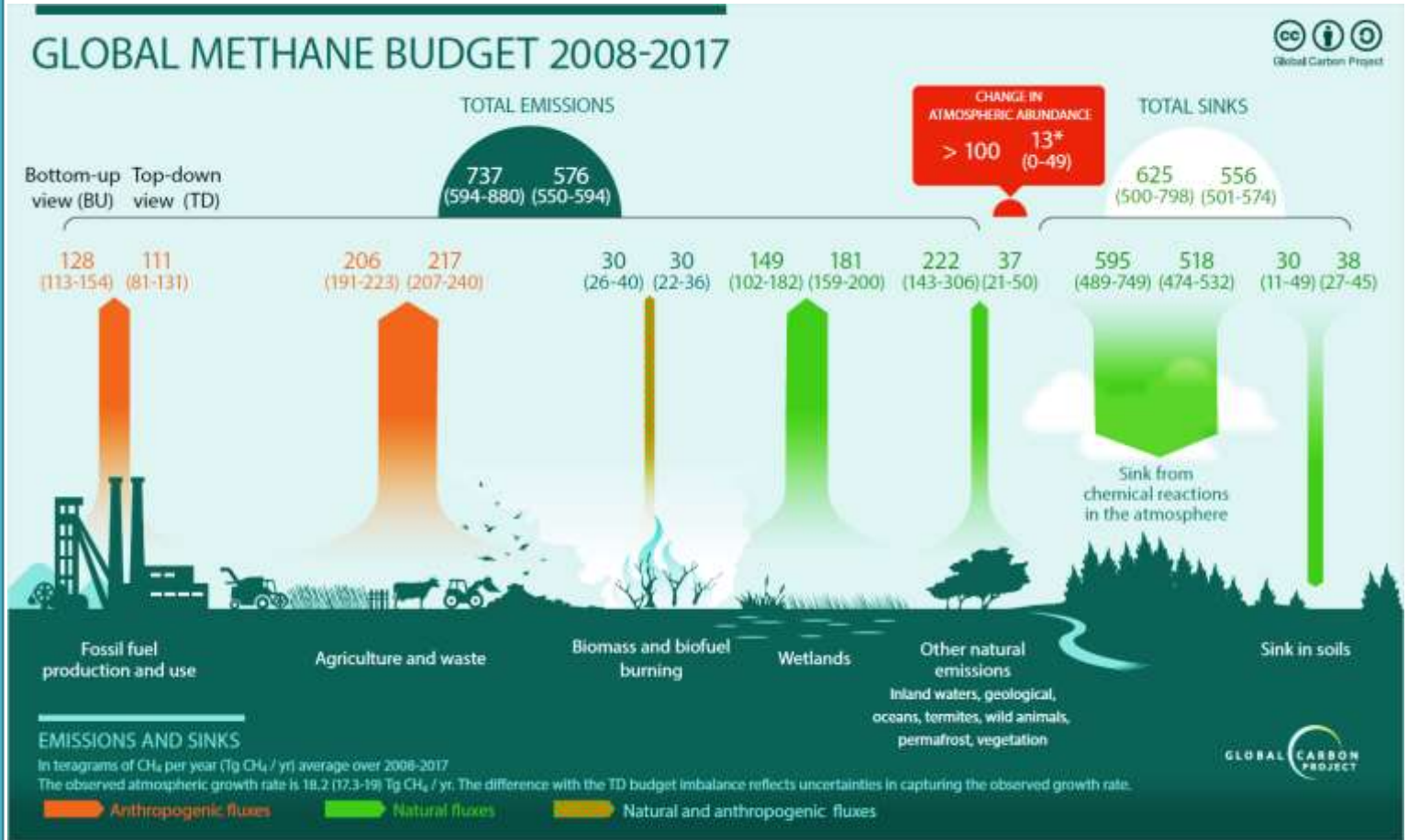
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

CH₄ sources and sinks



Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

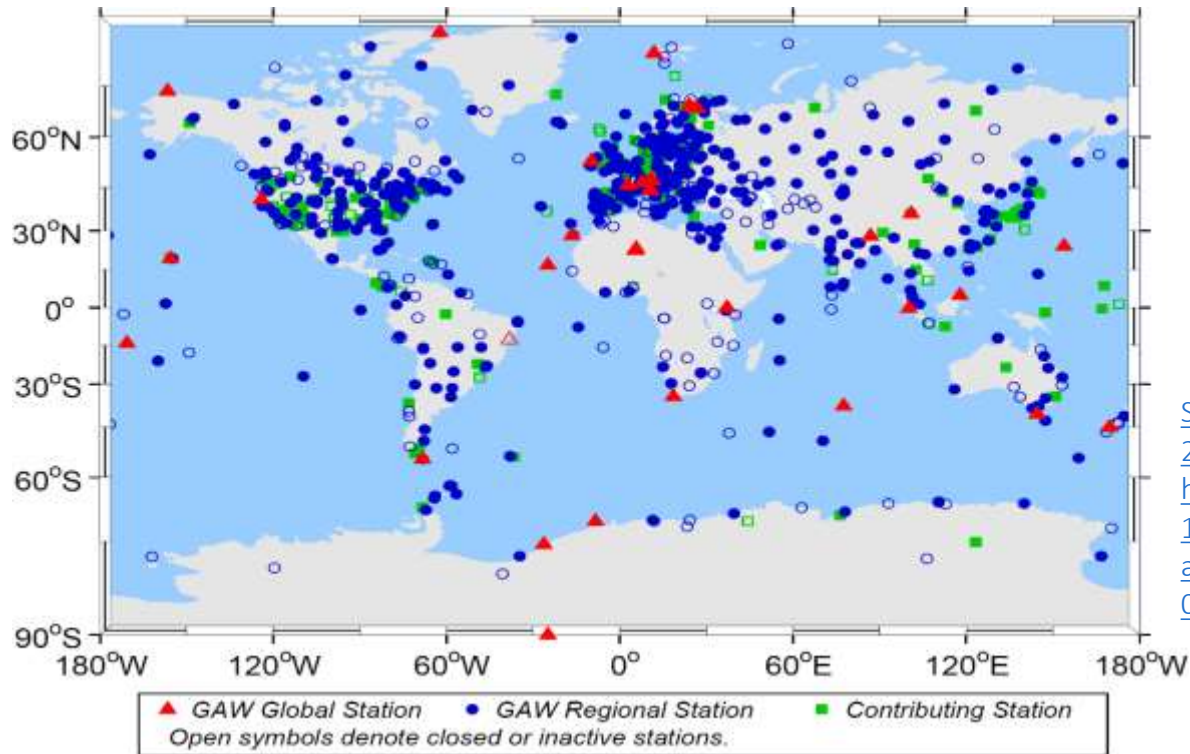
Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

Nei singoli termini del budget globale del metano sussistono ancora grandi incertezze

<https://www.globalcarbonproject.org/>
<https://gaw.kishou.go.jp/>

Global Atmosphere Watch (GAW)



Schultz et al.,
2015.
[https://doi.org/
10.12952/journ
al.elementa.00
0067](https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000067)

- ❑ A network of measurement stations is the backbone of the GAW programme. This network consists of GAW Global and Regional measurement stations with additional measurements from Contributing stations.
- ❑ Currently GAW coordinates activities and data from 30 Global stations, more than 400 Regional stations, and around 100 Contributing stations operated by Contributing networks

Introduzione

GAW-WMO

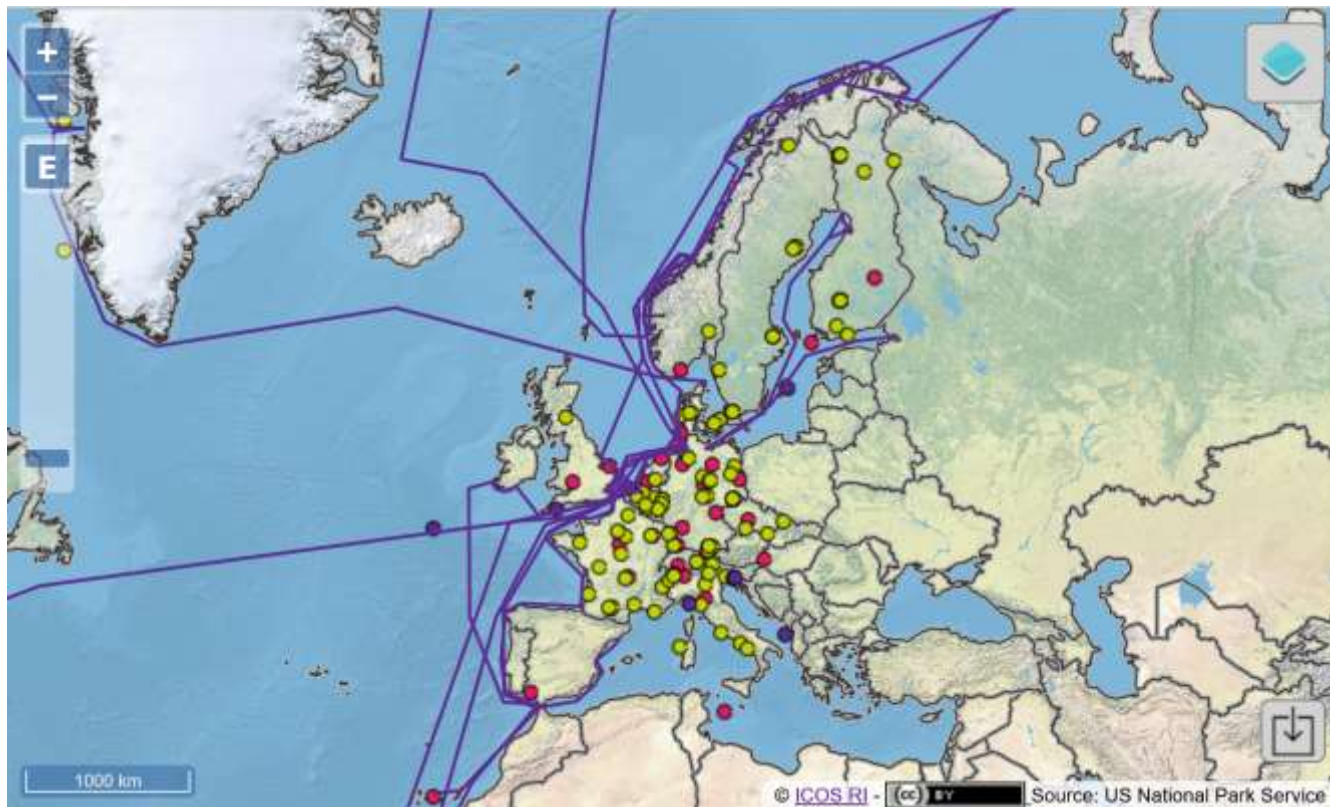
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

<https://www.icos-cp.eu/observations/carbon-portal>



- 165 stations
- 16 countries
- Highly standardised
- Common central laboratories
- Common data centers
- Highly co-operative
- Three domains (ATM, ECO, OCE)
- NRT data capacity (eg CO₂, CH₄, N₂O, CO)

Introduzione

GAW-WMO

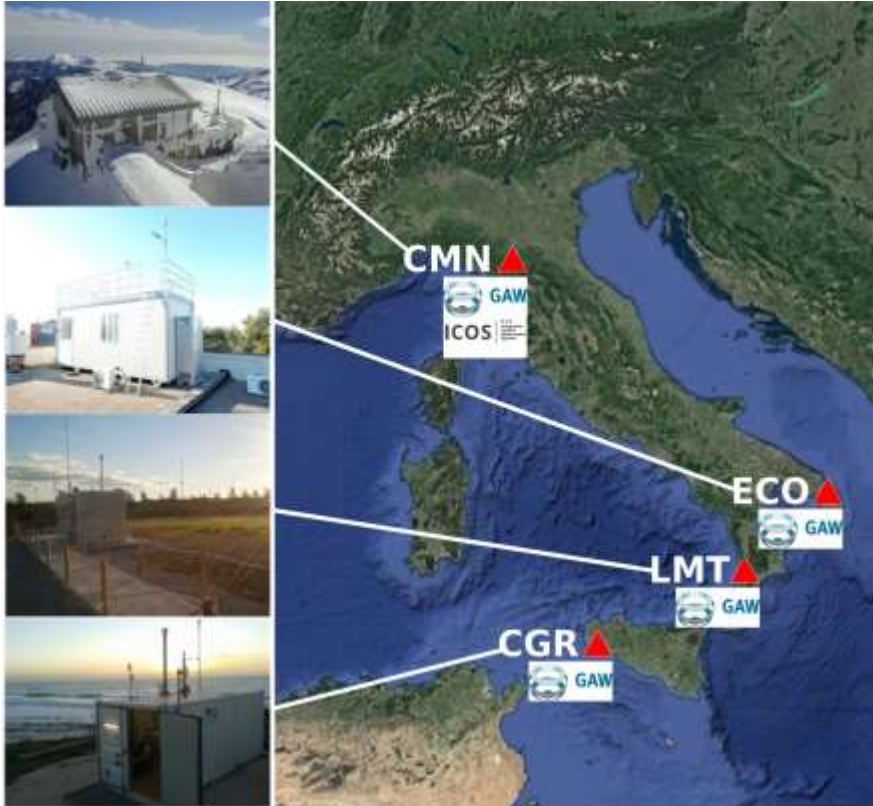
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

Un focus della ricerca scientifica di ISAC è lo studio dei cambiamenti della **composizione dell'atmosfera** con particolare interesse per **gas e aerosol** con proprietà **climalteranti** e/o rilevanti per **la qualità dell'aria**



ISAC gestisce una rete di strutture di osservazione, unica in Italia, e contribuisce al monitoraggio atmosferico presso le stazioni di ricerca nazionali e internazionali.

Fra le altre, queste strutture includono: la **stazione GAW-WMO globale di Mt. Cimone**, l'osservatorio atmosferico urbano di **Bologna** e quello rurale di **San Pietro Capofiume**

- Gas serra e reattivi
- Proprietà fisico-chimiche dell'aerosol
- Parametri meteorologici e radiazione solare
- Capacità di fornitura in tempo reale di diverse tipologie di dati



ISAC gestisce una rete di strutture di osservazione, unica in Italia, e contribuisce al monitoraggio atmosferico presso le stazioni di ricerca nazionali e internazionali



Monthly CH₄ at CNR-ISAC stations



Monthly CO₂ at CNR-ISAC stations



ICOS

INTEGRATED
CARBON
OBSERVATION
SYSTEM

Mt. Cimone WMO/GAW global station



Climate hotspots: technological development and atmospheric observations

Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni
ISAC

Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

- The highest peak of the Northern Apennines
- Completely free horizon 360°
- Usually above PBL, except summer
- WMO-GAW Global Station
- CNR Observatory hosted by Italian Air Force



Mt. Cimone WMO/GAW global station

Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni
ISAC

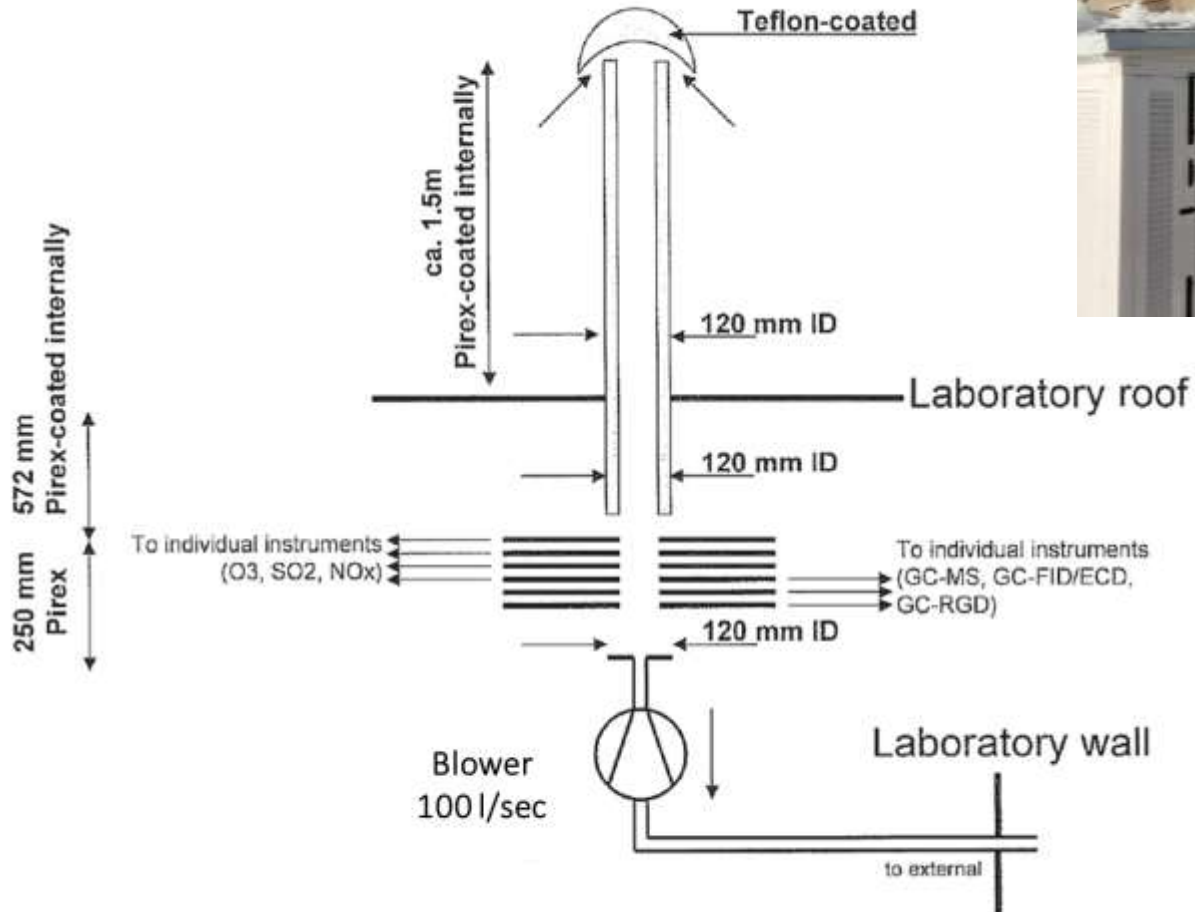
Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

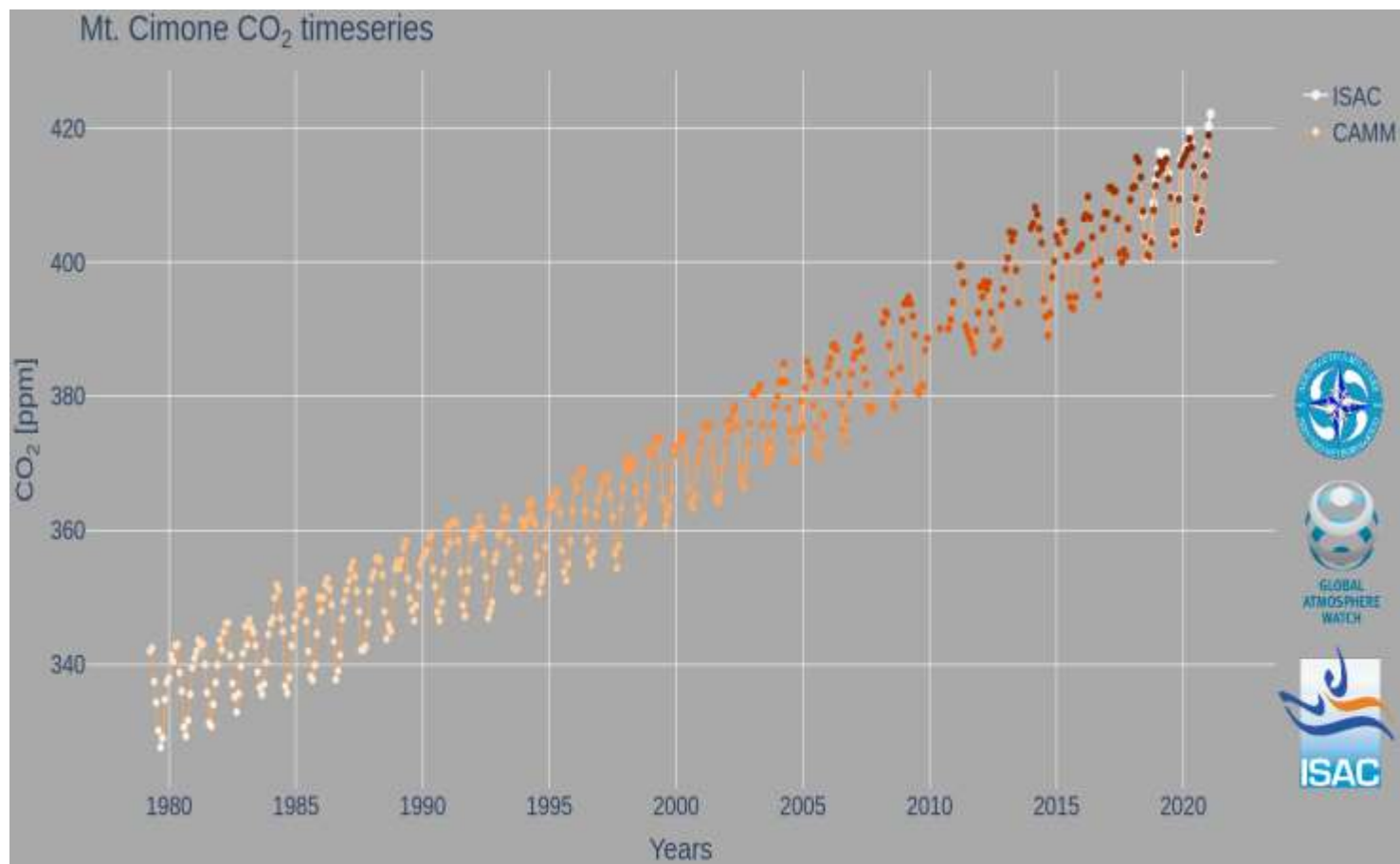


Sistema di campionamento gas

- Materiali inertici (PFTE/Synflex2000, vetro, acciaio SS)
- Breve tempo di residenza (< 2 sec)
- Riscaldamento esterno
- Tenuta pneumatica



Mt. Cimone WMO/GAW global station



Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

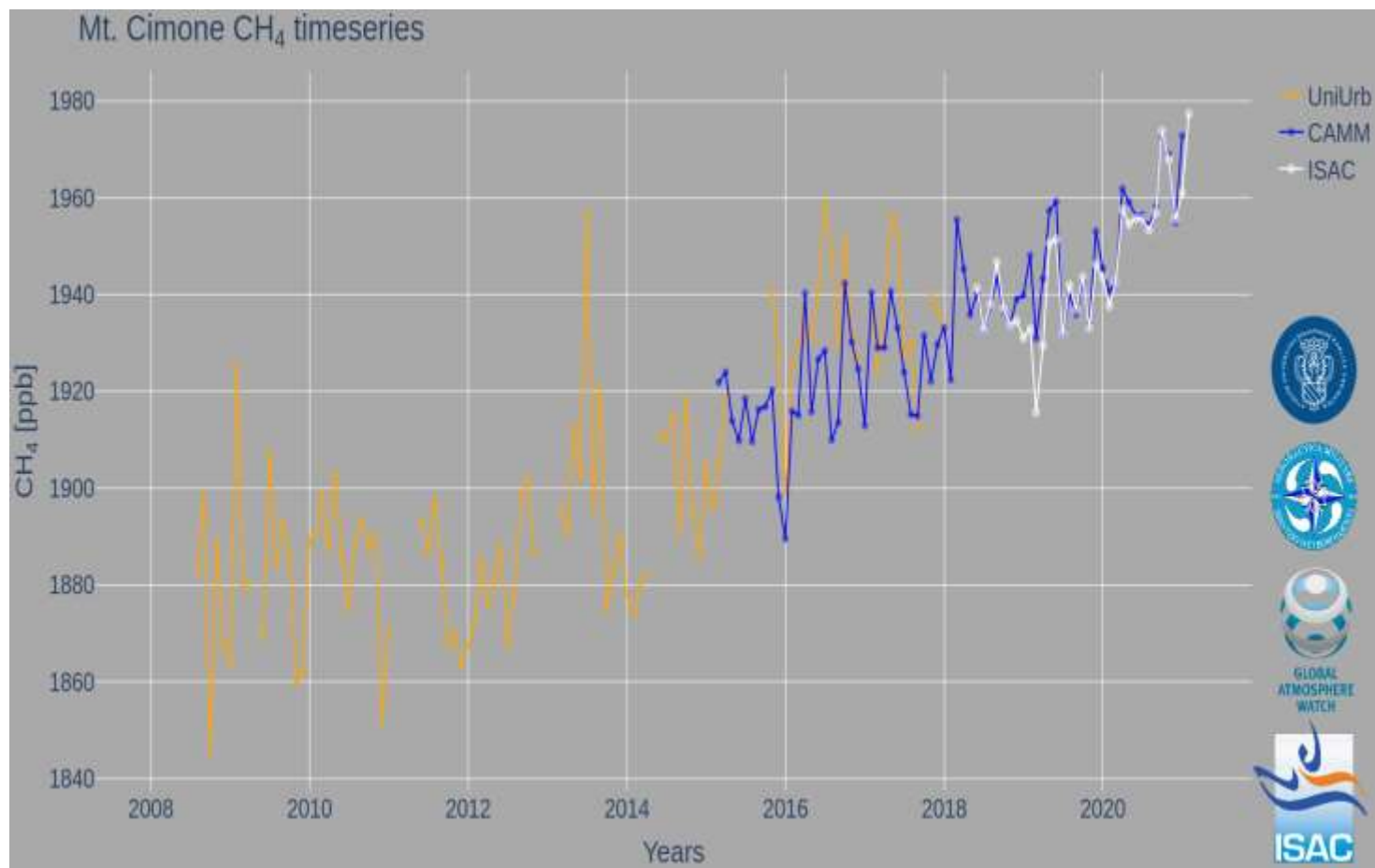
Osservazioni
ISAC

Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

- ❑ One of the longest CO₂ record in the northern hemisphere (since 1979)
- ❑ Italian Air Force (since 2018 also CNR)
- ❑ CNR observations are part of ICOS

Mt. Cimone WMO/GAW global station



Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni
ISAC

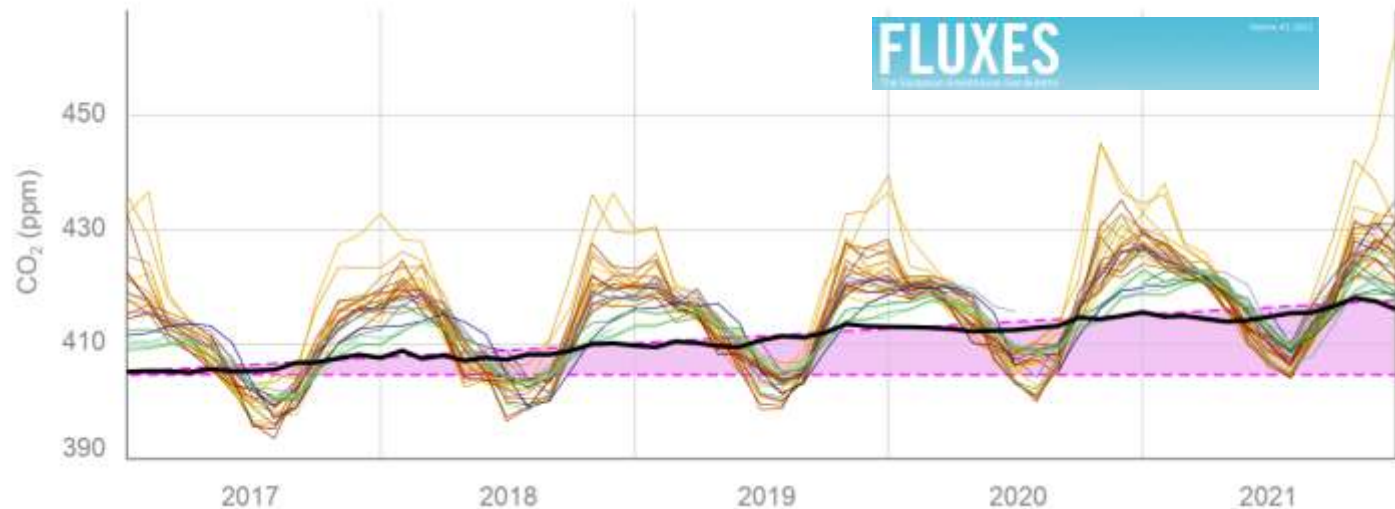
Topic 1 – Studio
della variabilità CO₂
e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

- Diverse strategie e metodiche di campionamento
- Urbino University (2008 – 2018), CAMM (since 2015), CNR (since 2018)
- CNR observations are part of ICOS

Topic 1 – Studio della variabilità interannuale di CO₂ e CH₄ a Monte Cimone

Valori medi mensili di CO₂ osservati presso 36 siti della rete atmosferica ICOS (2017 – 2021)



FLUXES - The European Greenhouse Gas Bulletin, <https://doi.org/10.18160/8NKQ-65S1>

- Variabilità spaziale e temporale sovra-imposta al trend globale risultato dei flussi netti di CO₂ e del trasporto/mescolamento atmosferico
- Ogni stazione fornisce una certa quantità di informazione necessaria per studiare i flussi antropici e naturali (approccio «top-down»)

Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

**Topic 1 –
Studio della
variabilità
CO₂ e CH₄**

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

Topic 1 – Studio della variabilità interannuale di CO₂ e CH₄ a Monte Cimone

Anomalie stagionali estive (Giu-Ago) della CO₂ osservati presso 36 siti della rete atmosferica ICOS (2017 – 2021)

Introduzione

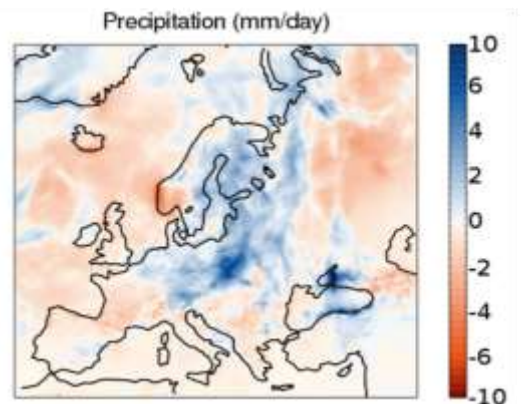
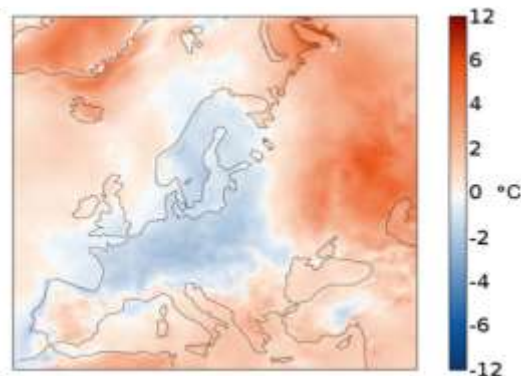
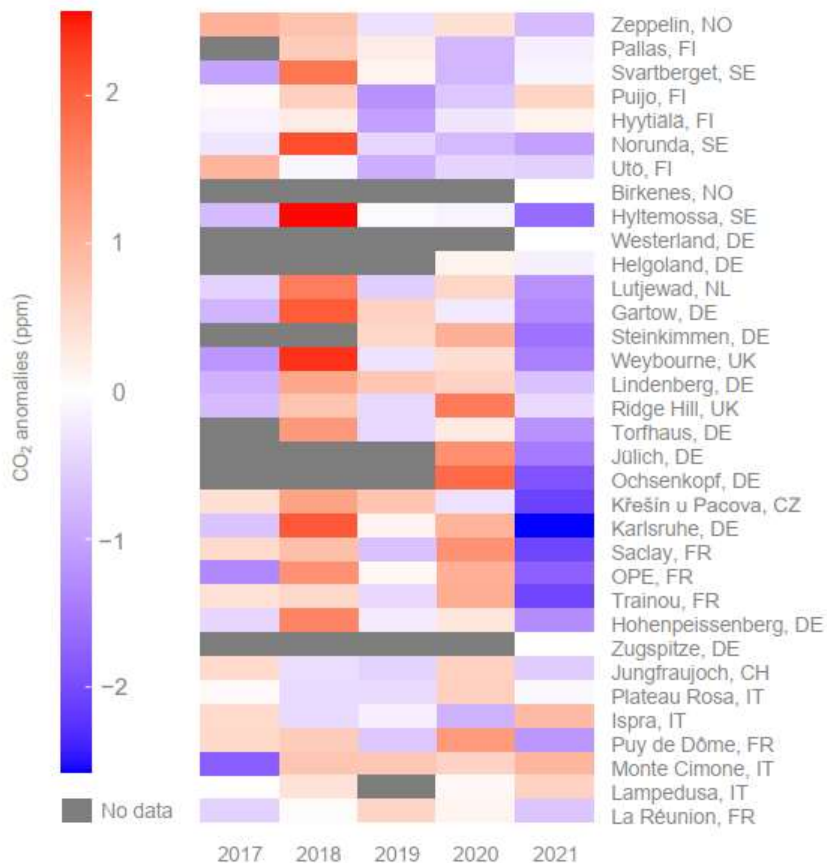
GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 –
Studio della
variabilità
CO₂ e CH₄

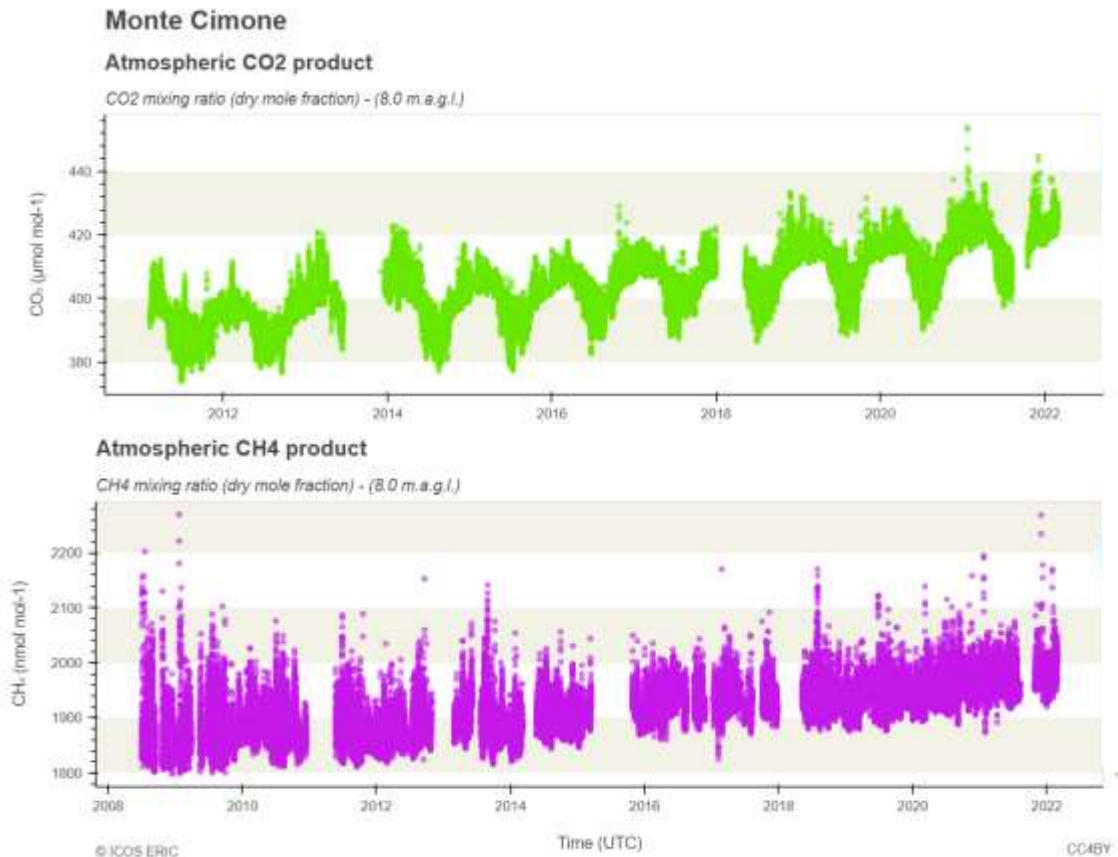
Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi



FLUXES - The European Greenhouse Gas Bulletin, <https://doi.org/10.18160/8NKQ-65S1>

Topic 1 – Studio della variabilità interannuale di CO₂ e CH₄ a Monte Cimone

- Studio delle variabilità a diverse scale temporali (inclusi i trend)
 - Definizione di condizioni di fondo e non di fondo (Trisolino et al., 2020)
 - Studio e possibile attribuzione delle anomalie
 - Uso combinato di modelli di trasporto e chimica, osservazioni satellitari
- Uso di altre specie osservate (CO, NO_x, COS, eqBC) e dataset ICOS



Introduzione

GAW-WMO

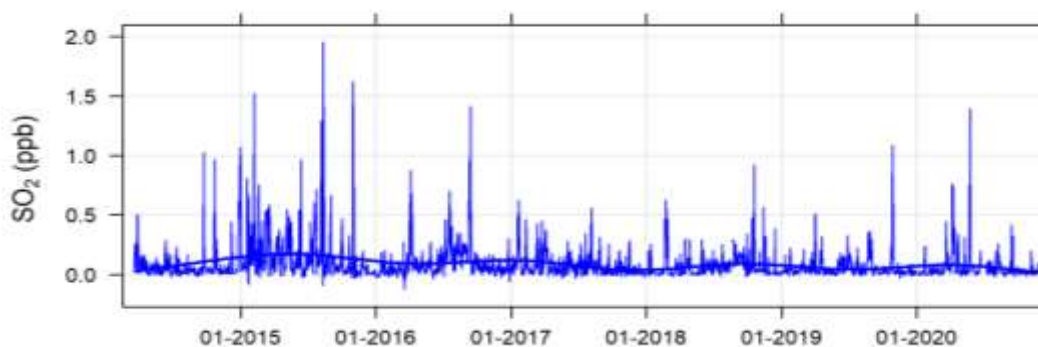
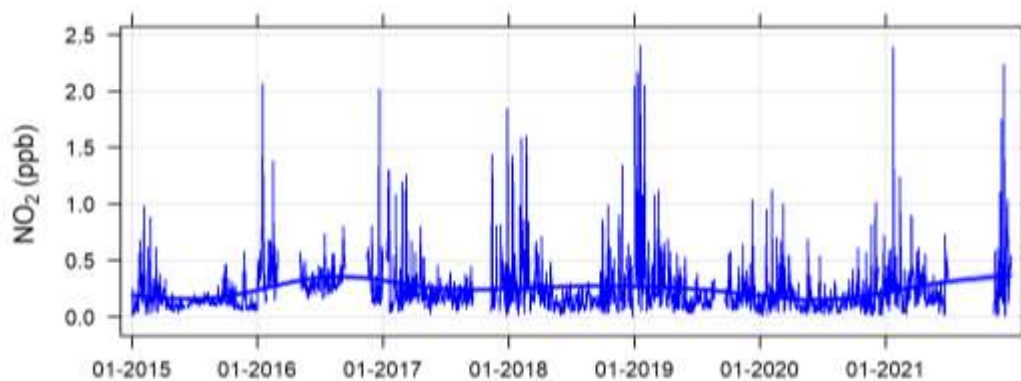
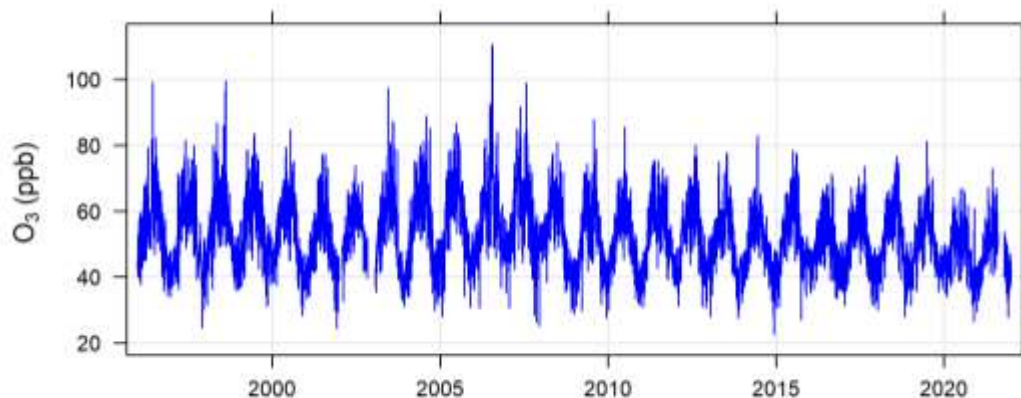
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 –
Studio della
variabilità
CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

Mt. Cimone WMO/GAW global station



Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

**Topic 1 –
Studio della
variabilità
CO₂ e CH₄**

Topic 2 – Studio del
ruolo degli incendi

Topic 2 - Influenza degli incendi di vegetazione sulla variabilità di gas in tracce ed aerosol

- Open vegetation fires are global sources of greenhouse gases and precursors of secondary aerosol and ozone.
- Open fires affect air composition on large spatial scales leading to health and ecological impacts, modifications of atmospheric chemical reactivity and therefore disturbing the regional climate, water, and biogeochemical cycles.
- The average global CO₂ emissions related to wildfires ranged from 6.5 to 9.7 Pg/yr, i.e. from 19% to 28% of the global fossil fuel emissions.
- Fire emissions are not generally considered a net CO₂ source to the atmosphere over years - decades (vegetation would sequester a roughly equivalent amount of CO₂ during post-fire).
- Only fires not balanced by regrowth are a net CO₂ source (e.g. deforestation or drained peatlands).
- Changes in the vegetation ecosystems due to climate changes can add further uncertainties on the actual impact of forest fires on the decadal carbon cycle

Introduzione

GAW-WMO

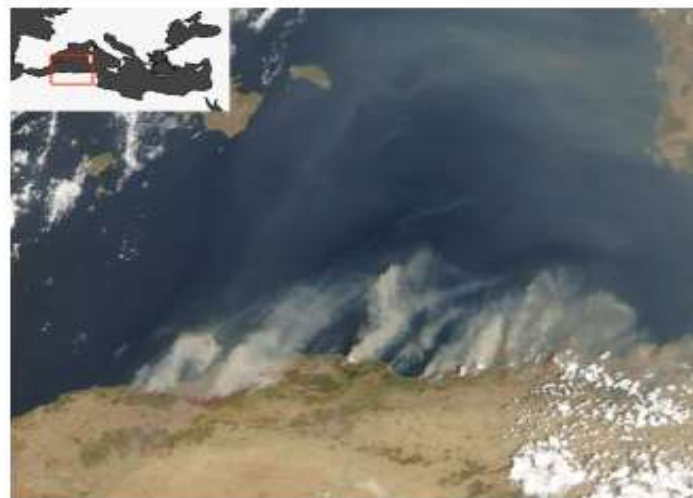
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

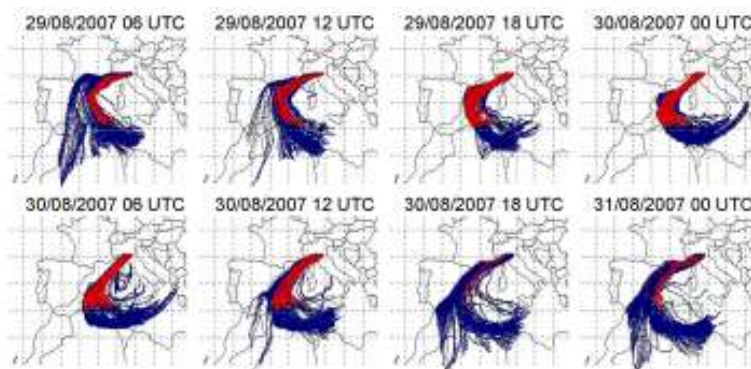
Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

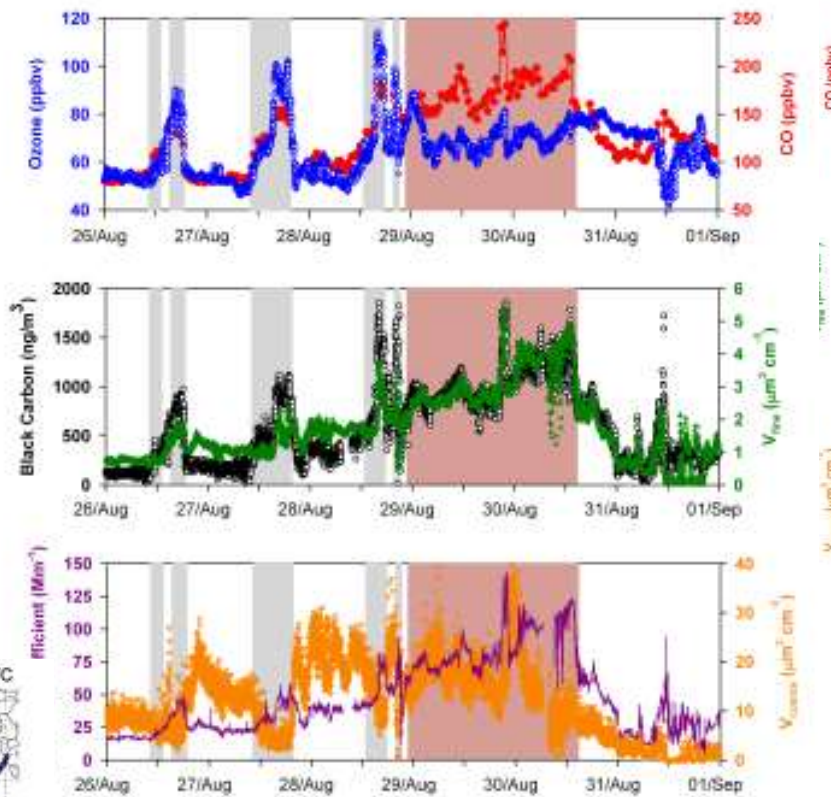
Topic 2 - Influenza degli incendi di vegetazione sulla variabilità di gas in tracce ed aerosol



True color image over North Africa by MODIS on 29 August 2007



Air-mass back-trajectories by FLEXTRA model: **red are trajectories intercepting active fires by MODIS**



Serie temporali di O₃, CO e grandezze di aerosol atmosferico a CMN dal 25 al 31 Agosto 2007.

Atmos. Chem. Phys., 9, 4603–4619, 2009
www.atmos-chem-phys.net/9/4603/2009/
 © Author(s) 2009. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License.

Introduzione

GAW-WMO

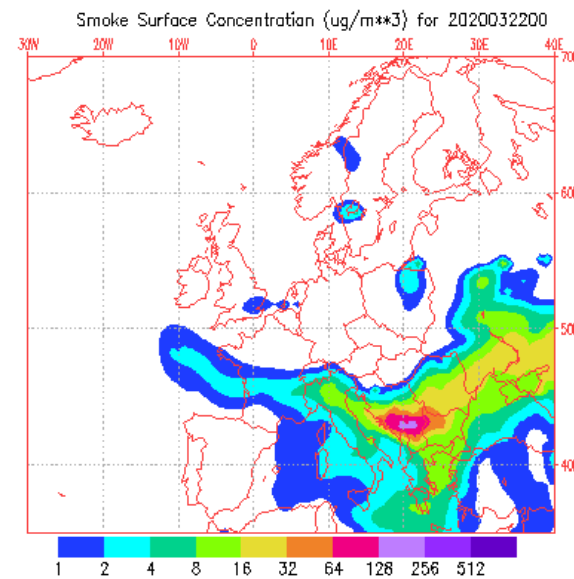
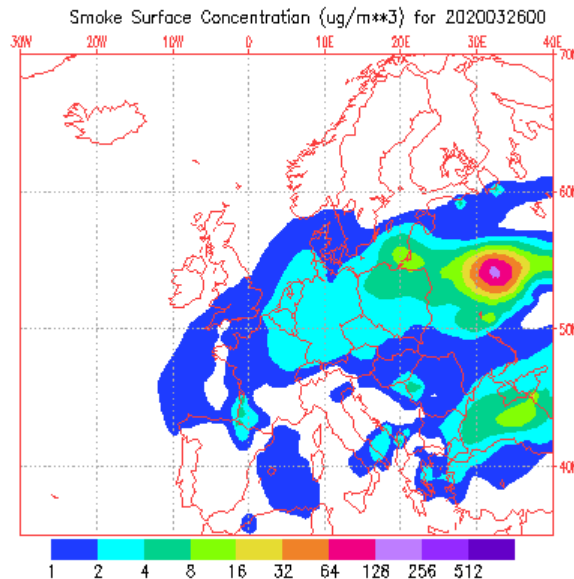
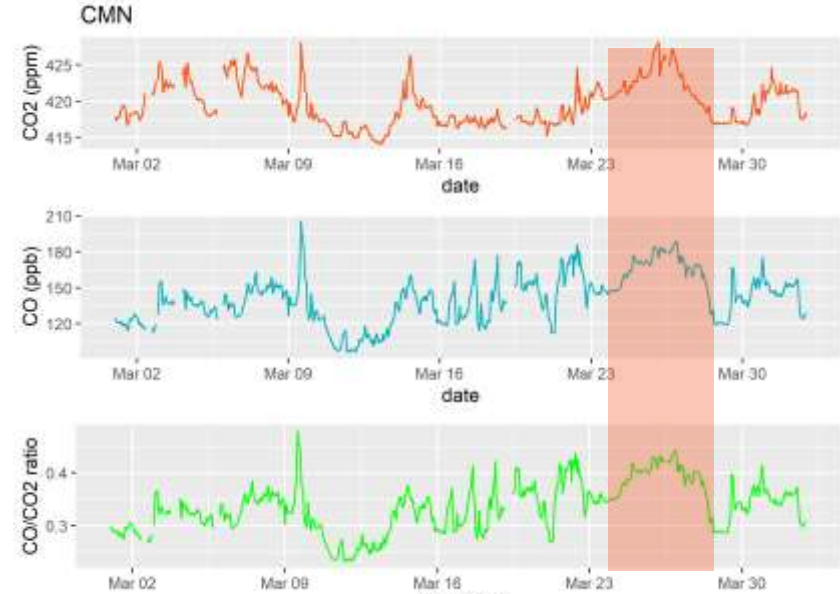
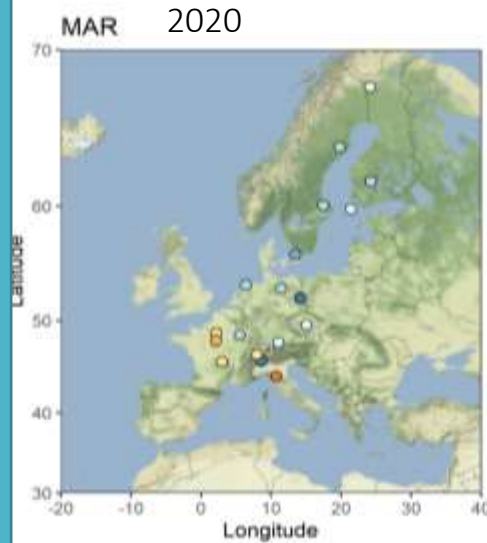
ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

Topic 2 - Influenza degli incendi di vegetazione sulla variabilità di gas in tracce ed aerosol



NAAPS modelling system (Navy Aerosol Analysis and Prediction System, see Ge et al., 2017)

Introduzione

GAW-WMO

ICOS-RI

Osservazioni ISAC

Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄

Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

Topic 2 - Influenza degli incendi di vegetazione sulla variabilità di gas in tracce ed aerosol

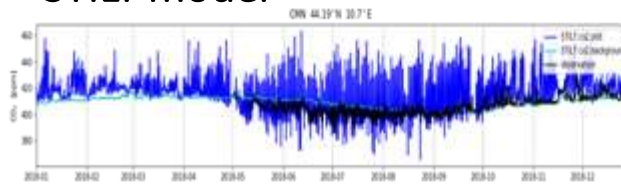
Introduzione
GAW-WMO
ICOS-RI
Osservazioni ISAC
Topic 1 – Studio della variabilità CO₂ e CH₄
Topic 2 – Studio del ruolo degli incendi

CMN (2165 m a.s.l., Italy)

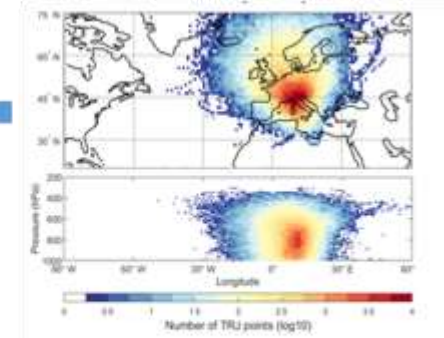


CO₂ + CO

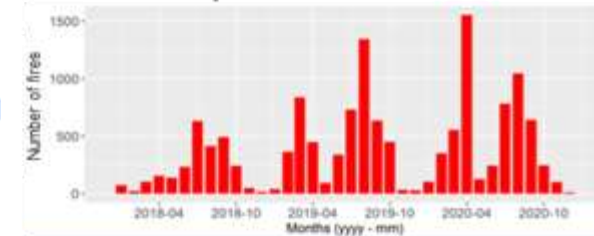
STILT model



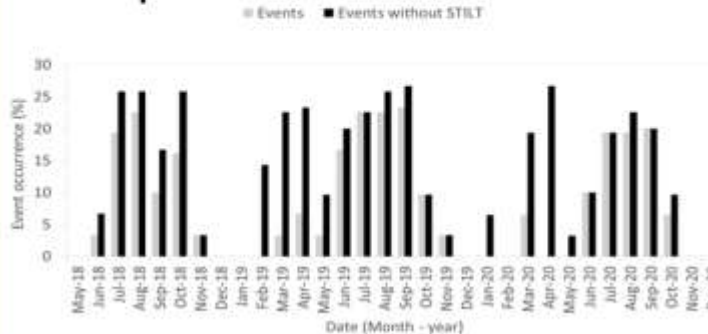
LAGRANTO back-trajectory



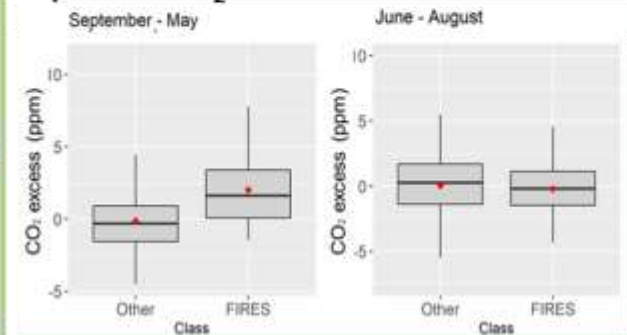
Open fires from MODIS



Wildfire plume detection



Impact to CO₂



ICOS

● ● ●
National
Network
Italy

www.cimone.isac.cnr.it
[@Cimone_CNR](https://twitter.com/Cimone_CNR)

Thank you!

Contact: p.cristofanelli@isac.cnr.it

Credits:

Acknowledgments to to CAMM-Monte Cimone

Special thanks to F. Calzolari, D. Putero, P. Trisolino, C. Fratticioli and P. Bonsoni



Ministero dell'Università
e della Ricerca

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione