AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Il sistema previsionale MINNI-CAMS: stato attuale e sviluppi futuri

Massimo D'Isidoro
Laboratorio Modelli e Misure per la Qualità dell'Aria ed Osservazioni Climatiche

Sommario

- Programma Copernicus
- Ingresso in CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service)
- Fase I: CAMS2_40 (nov. 2021- apr. 2025): primi sviluppi
- Fase II: CAMS2_40bis (2025-2028): sviluppi attuali e futuri

COPERNICUS

- Programma ESA+EC che deriva dal ***Global Monitoring for Enviroment and Security*** (**GMES**)

-> Osservazione satellitare (SENTINEL) e in situ per il monitoraggio ambientale e la sicurezza

- Prevede anche l'utilizzo di modelli numerici per aumentare le capacità previsionali (es.: Atmosfera, Oceano)

COPERNICUS è suddiviso in 6 servizi

https://copernicus.eu

COPERNICUS

- Programma ESA+EC che deriva dal ***Global Monitorir***

-> Osservazione satellitare (SENTINEL) e in situ per il mo

- Prevede anche l'utilizzo di modelli numerici per aumen Oceano)

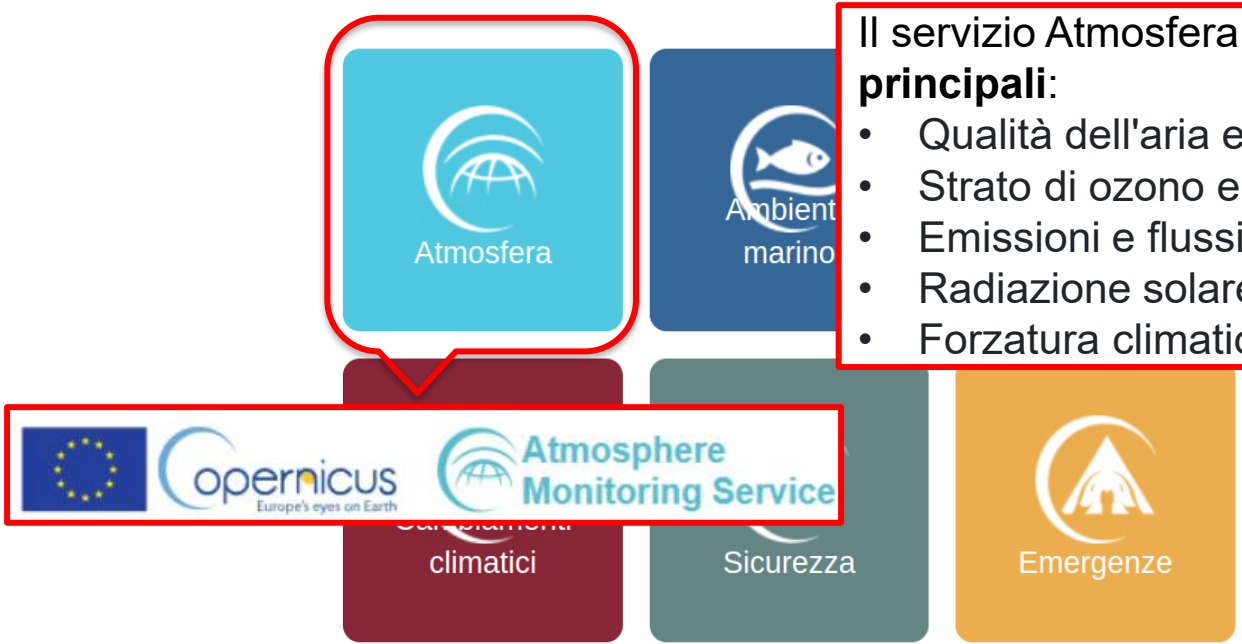
COPERNICUS è suddiviso in

COPERNICUS THEMATIC HUBS

HEALTH HUB	The Copernicus Health Hub brings together all the Copernicus environmental data and products pertinent to Health, including that related to physical health, mental health and well-being.
COASTAL HUB	The Copernicus Coastal Hub provides open and free access to a selection of coastal Earth observation data from the Copernicus Sentinel satellites and all Copernicus Services.
ENERGY HUB	Copernicus Energy Hub: Connecting environmental data and Earth Observations to the green energy transition.
ARCTIC HUB	The Copernicus Arctic Hub provides access to data and information in the Arctic. Explore interactive maps and thematic use cases and empower decision-making and sustainable practices.
HERITAGE HUB	The Copernicus World Heritage Hub serves as a centralised, purpose-built platform dedicated to supporting using Copernicus and other data for the monitoring, preservation, and informed management of cultural and natural heritage sites.

COPERNICUS

CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring Service)
Implementato da ECMWF tramite «service providers»



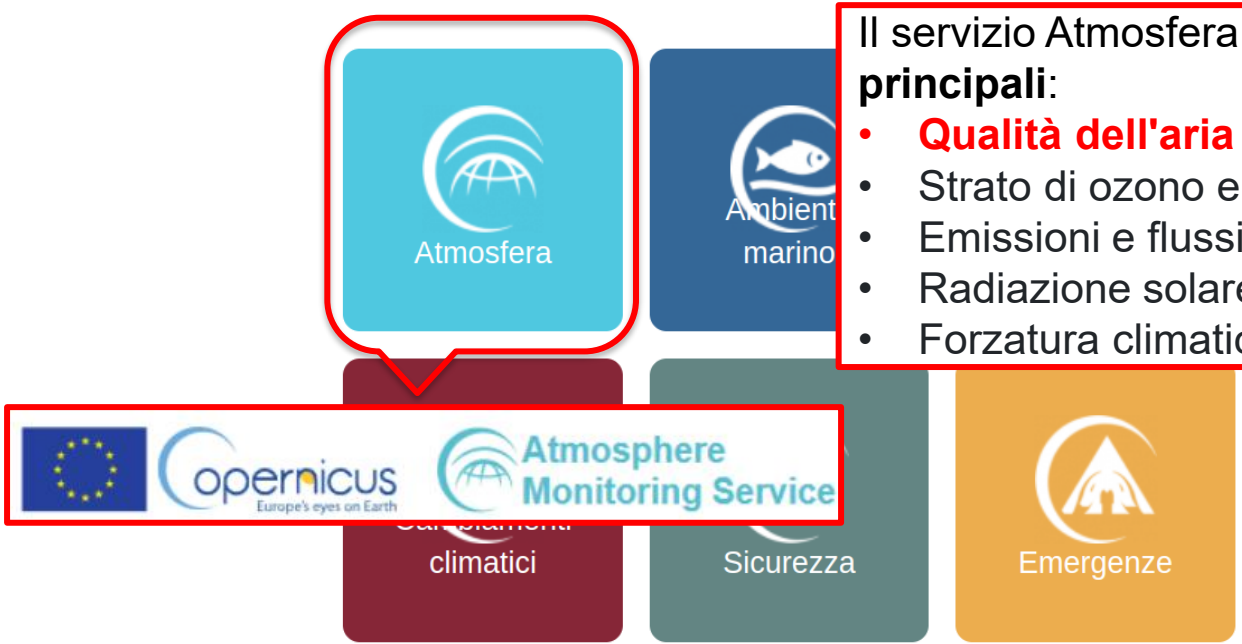
Il servizio Atmosfera si concentra su **cinque settori principali**:

- Qualità dell'aria e composizione atmosferica;
- Strato di ozono e radiazioni ultraviolette;
- Emissioni e flussi superficiali;
- Radiazione solare;
- Forzatura climatica.

https://atmosphere.copernicus.eu/

COPERNICUS

CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring Service)
Implementato da ECMWF tramite «service providers»



Il servizio Atmosfera si concentra su **cinque settori principali**:

- **Qualità dell'aria e composizione atmosferica**;
- Strato di ozono e radiazioni ultraviolette;
- Emissioni e flussi superficiali;
- Radiazione solare;
- Forzatura climatica.

https://atmosphere.copernicus.eu/

CAMS providers

Copernicus Phase II.

CAMS
Impler

Contract number	Contract title	Prime contractor
CAMS2_21a_CNRS	Near-Real-Time provision of aerosol and reactive species from ACTRIS and EMEP surface observation networks	CNRS
CAMS2_21b_CNR-IMAA	ACTRIS Aerosol Profile Provision	CNR-IMAA
CAMS2_22_TRACASA	Improvements to EEA's Up-To-Date system providing access to European Air Quality Observations	TRACASA
CAMS2_26_ICOS_ERIC	CAMS-specific Access to ICOS Observations	ICOS ERIC
CAMS2_27_BIRA	Provision of improved access to NDACC observations	BIRA-IASB
CAMS2_35_HYGEOS	Developments for reactive gases and aerosol in the global system	HYGEOS
CAMS2_35_bis_KNMI	Developments for Reactive Gases and Aerosol in the Global System	KNMI
CAMS2_35b_Met Norway	Provision and further development of aerosol alert system	Met Norway
CAMS2_35b_bis_MET Norway	Further Development of Aerosol Alert System	Met Norway
CAMS2_40a_MF	Regional Air Quality Products	MF
CAMS2_40_bis_MF	Regional Air Quality Products	MF

Atmo

clim

cinque settori

e atmosferica;
iolette;

ere.copernicus.eu/

Come nasce MINNI-CAMS

da MINNI a FORAIR-IT

- Primi anni 2000 nasce **MINNI** (collab. ENEA-Arianet, finanziato dal Min. Ambiente).
- 2017: sviluppo di un sistema previsionale nazionale per la qualità dell'aria **FORAIR-IT,** derivato da sistema Arianet QualeAria; inizialmente finanziato da Min.Ambiente.

+

Esperienza internazionale

Esperienza maturata nei gruppi e Task Force internazionali di qualità dell'aria, esercizi di intercomparison Europei.

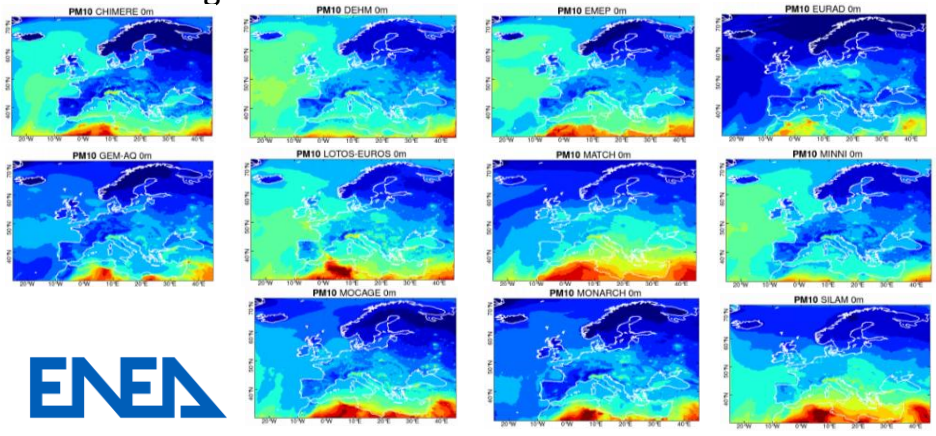
Candidatura nei servizi CAMS (Regional Air Quality Products)

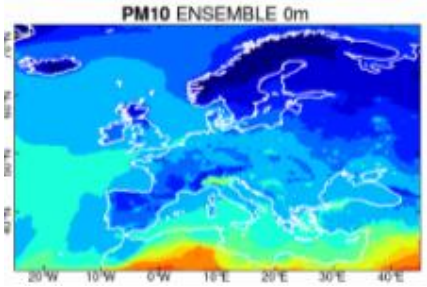
Attività operative in CAMS Regional
Coordinamento Meteo-France

Coordinatore: Meteo France
CAMS2_40: Novembre 2021-Aprile 2025 ….. contratto concluso
CAMS2_40bis: Maggio 2025 – Maggio 2028

- Attualmente 11 modelli coinvolti. MINNI in prova nel 2021, entra nel sistema in operativo dall'estate 2022.
- Fornitura dei dati di qualità dell'aria su scala europea (0.1° x 0.1°) per i seguenti prodotti:
  - ✓ operatività: **analisi** e la **previsione (96h)**;
  - ✓ *pseudo*-operatività (-20giorni): **interim reanalysis**;
  - ✓ frequenza annuale: **validated reanalysis**
- *ensemble* degli 11 modelli.

CHIMERE (INERIS, Francia)
DEHM (AARHUS Un., Danimarca)
EMEP (MET, Norvegia)
EURAD-IM (Jülich IEK, Germania)
GEM-AQ (IEP-NRI, Polonia)
LOTOS-EUROS (KNMI e TNO, Paesi Bassi)
MATCH (SMHI, Svezia)
MINNI (ENEA, Italia)
MOCAGE (Meteo-France, Francia)
MONARCH (BSC, Spagna)
SILAM (FMI, Finlandia)

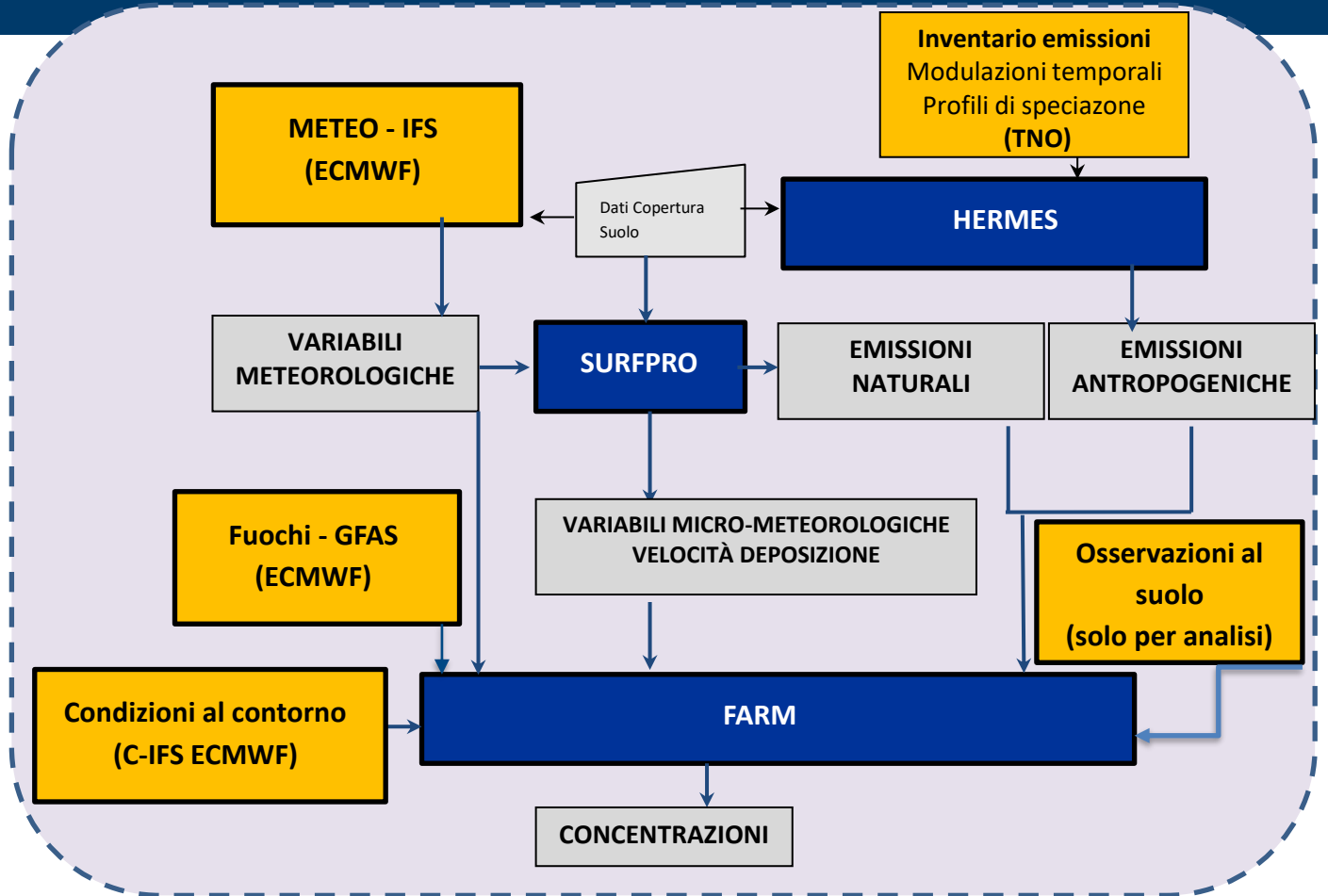




https://ads.atmosphere.copernicus.eu/

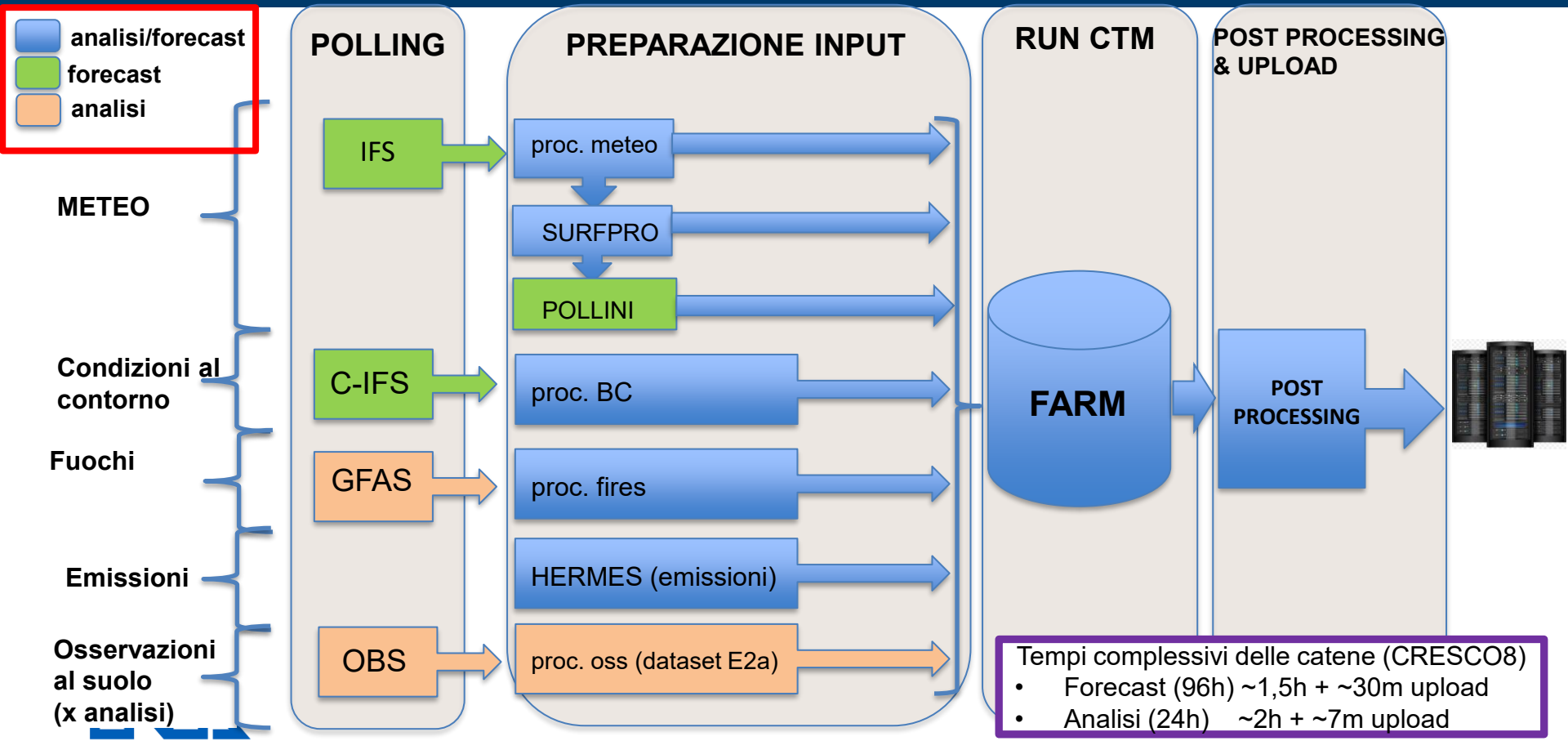
Attività operative in CAMS Regional: Schema operativo di MINNI-CAMS

Fonti esterne
- Meteo
- Emissioni
- Fuochi
- Condizioni al contorno
- **Osservazioni al suolo (solo per le analisi)**



Attività operative in CAMS Regional

struttura delle catene operative modellistiche MINNI – FORECAST e ANALISI



Attività operative in CAMS Regional

struttura ridondante delle catene operative modellistiche MINNI-CAMS

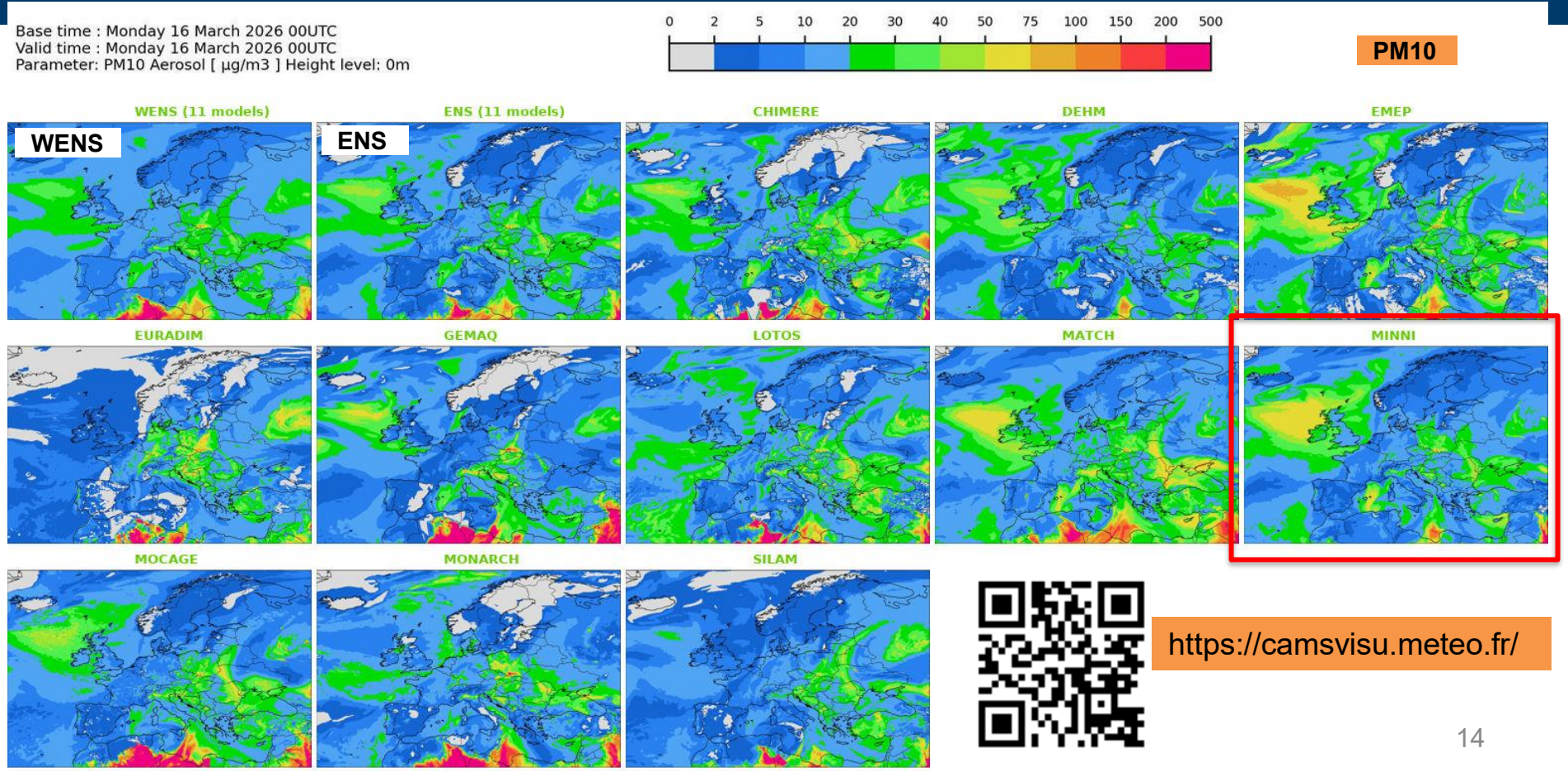
MINNI-CAMS	CRESCO8 (Portici)		CRESCO4 (Casaccia e Frascati)	
	FORECAST	ANALISI	FORECAST	ANALISI
Domain	Europe 0.1° (~10 km)			
Grid	468 * 421 punti di griglia			
Vert. Levels	14 livelli (20 m – 6290 m)			
Meteorology	ECMWF IFS			
CTM	FARM			
Daily I/O	~120 GB (forecast) / ~20 GB (analysis)			
FARM cores	**640 (32 OMP × 4 MPI / node)**		**176 (8 OMP x 2 MPI / node)**	
FARM wall-time	**~60 min (96-h simulation)**	**~15 min (24h simulation)**	**~180 min (96-h simulation)**	**~45 min (24h simulation)**
Forecast horizon	96 h (4 days)	24 h (1 day)	96 h (4 days)	24 h (1 day)
Job sched. / FS	SLURM / Lustre FS		LSF/GPFS	

Attività operative in CAMS Regional

output giornaliero

Item	Forecast	Analysis
Vert. levels	0, 50, 100, 250, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 5000m AGL	
Resolution	0.1°	
Time span	0-96h, hourly	0-23h, hourly (day before)
Gases	O3, NO2, CO, SO2, NO, NH3, HCHO, CHOCHO	
Particulate	PM2.5, PM10	
VOC	NMVOC, PANs	
Aerosol comp.	Dust, SIA, Wildfire tracers, ECtot, ECres, Sea salt, Org. matter, Nitrate, Sulfate, Ammonium	
Pollens	Birch, grass, olive, ragweed, alder, mugwort (surface only)	**N/A**

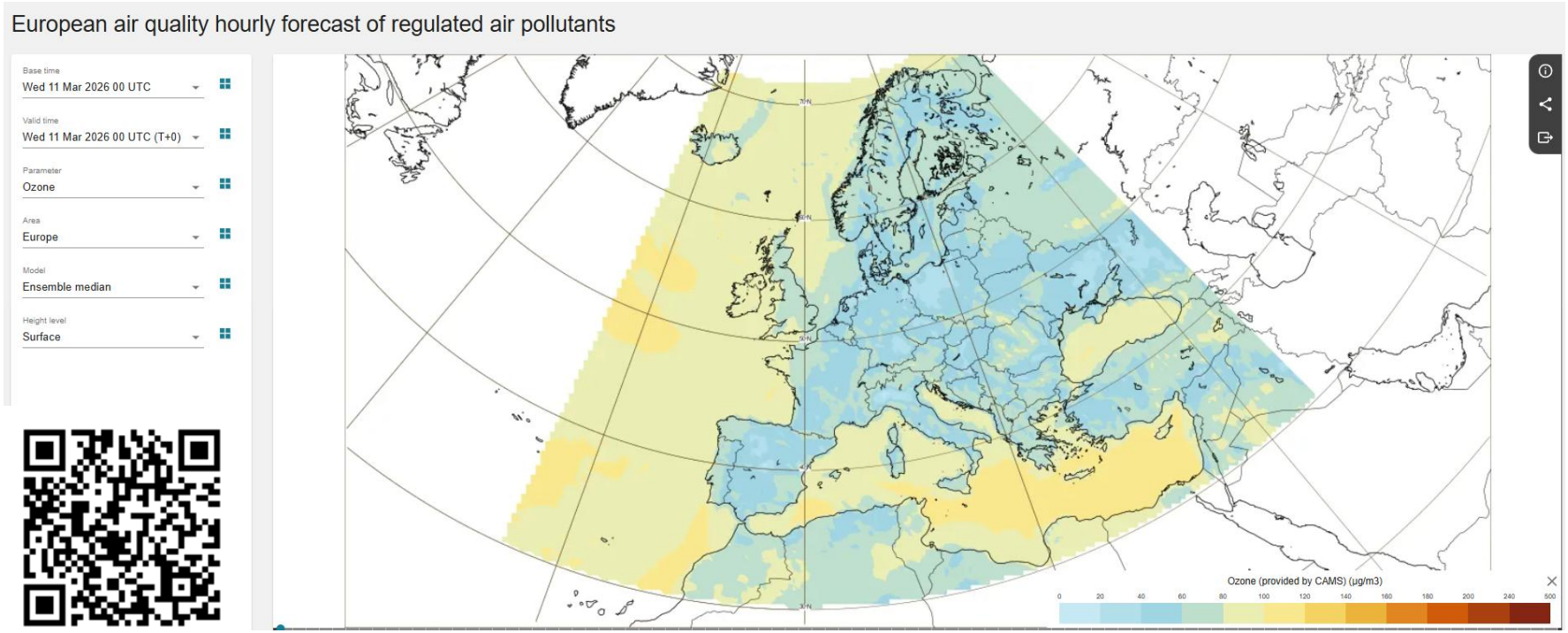
Attività operative in CAMS Regional: produzione grafica centralizzata



https://camsvisu.meteo.fr/

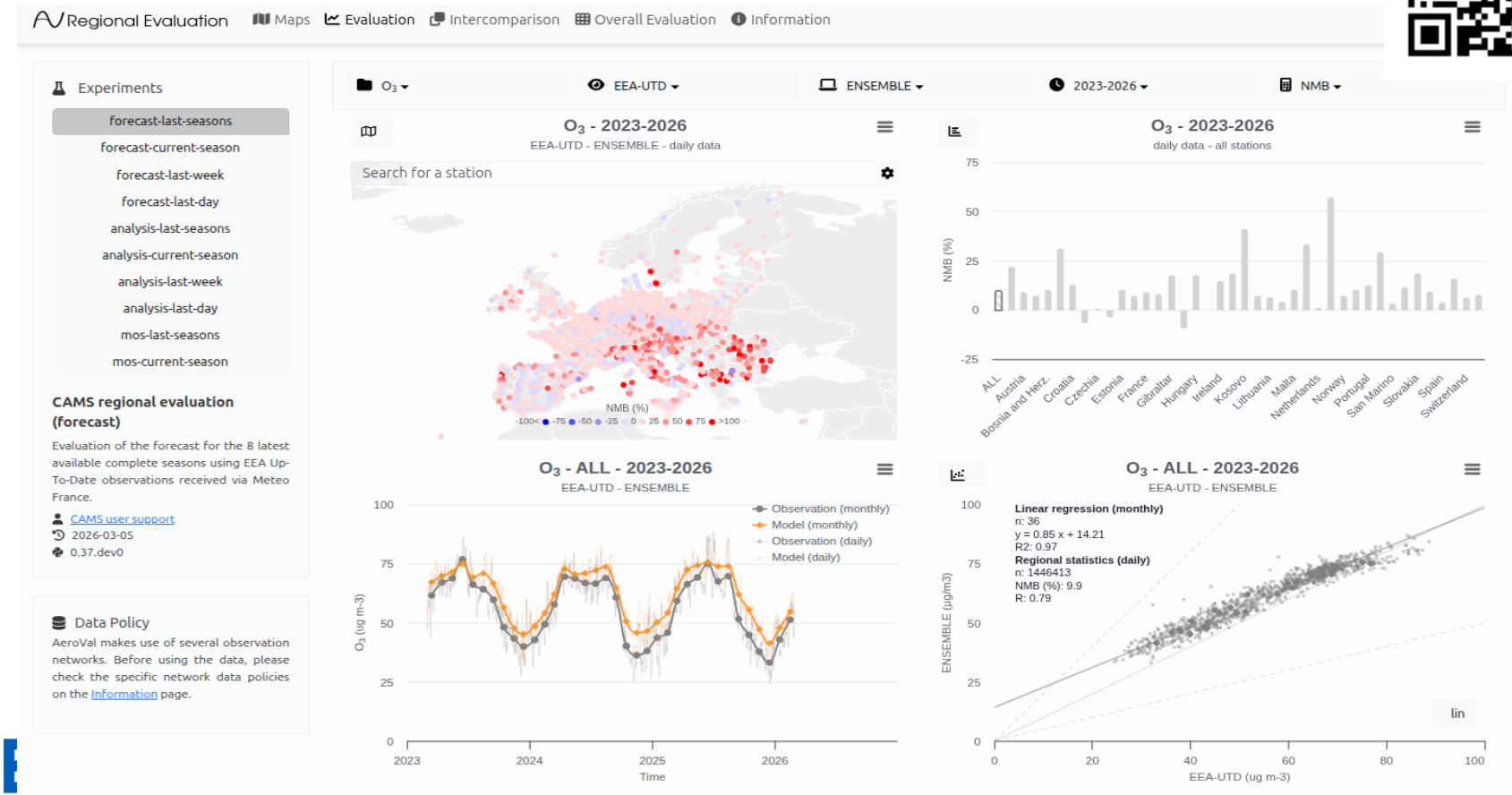
Attività operative in CAMS Regional: produzione grafica centralizzata

https://atmosphere.copernicus.eu/european-air-quality-forecast-plots



Attività operative in CAMS Regional: validazione centralizzata

https://regional-evaluation.atmosphere.copernicus.eu/



Service

Attività operative in CAMS Regional:

Reportistica periodica (https://atmosphere.copernicus.eu/regional-services**)**

Per tutti prodotti (FORECAST, ANALISI-NRT, IRA, VRA) viene effettuata la valutazione delle performance;

- Tempistica:
  - ✓ ANALISI NRT e FORECAST: reports trimestrali
  - ✓ IRA e VRA: valutazioni annuali

ANALISI NRT & FORECAST

Quarterly report on the evaluation of MINNI NRT productions (daily analyses and forecasts)

SON2025 season

Issued by: Norwegian Meteorological Institute
Date: 31 January 2026
Ref: CAMS283bis_2024SC1_D83bis.1.3.1-2025Q4_202601_EQC-report_MINNI_EQC_report_v1.pdf

IRA

Annual EQC report for the interim reanalysis for 2024, for each of the operational systems and the ENSEMBLE

IRA2024

Issued by: INERIS / F. Meleux
Date: July 31, 2025
Ref: CAMS283bis_2024SC1_D83bis.2.1.1-2024_202507_EQC_IRA2024_v2.pdf

VRA

Annual report on the evaluation of validated reanalyses

VRA2023

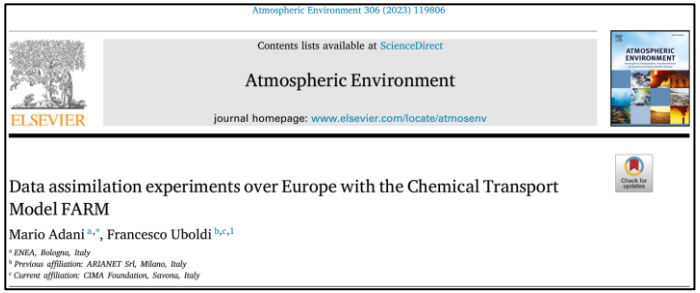
Issued by: INERIS / F. Meleux
Date: December 19, 2025
Ref: CAMS283bis_2024SC1_D83bis.2.2.1-2023_202512_EQC_VRA2023_v1.pdf

Sviluppi in MINNI-CAMS (2022-2025)

Sviluppi di MINNI-CAMS all'interno di CAMS2_40 (2022-2025):

- Implementazione di un algoritmo di assimilazione dati in FARM (ENEA-Arianet; *Adani and Uboldi, 2023*)

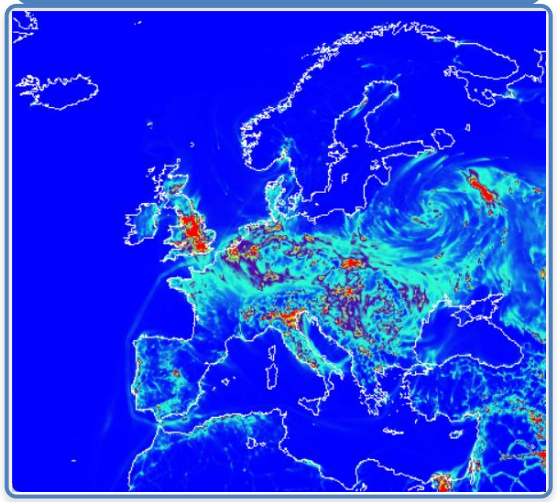
- Implementato Emissioni e trasporto di 6 specie polliniche:
  - Olivo
  - Betulla
  - Graminacee
  - Ontano
  - Artemisia
  - Ambrosia



Atmospheric Environment (2024)

Sviluppi in MINNI-CAMS (2022-2025)

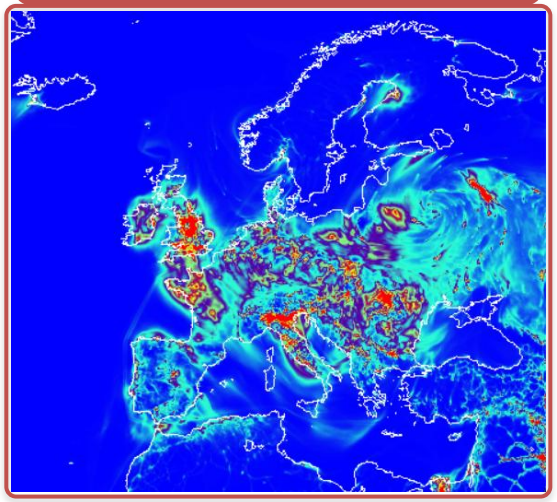
FORECAST



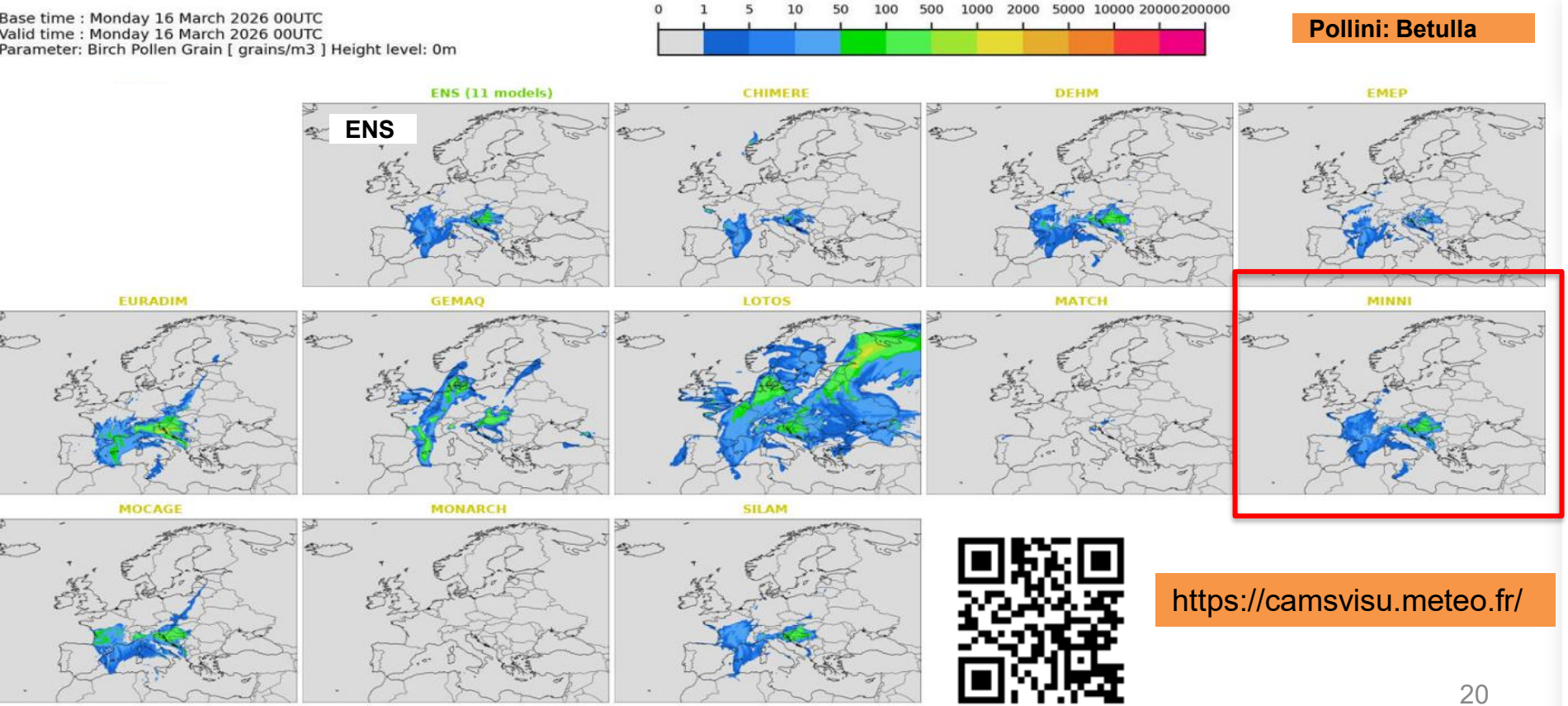
Data Assimilation

Dataset E2a – assim (OI)

ANALISI



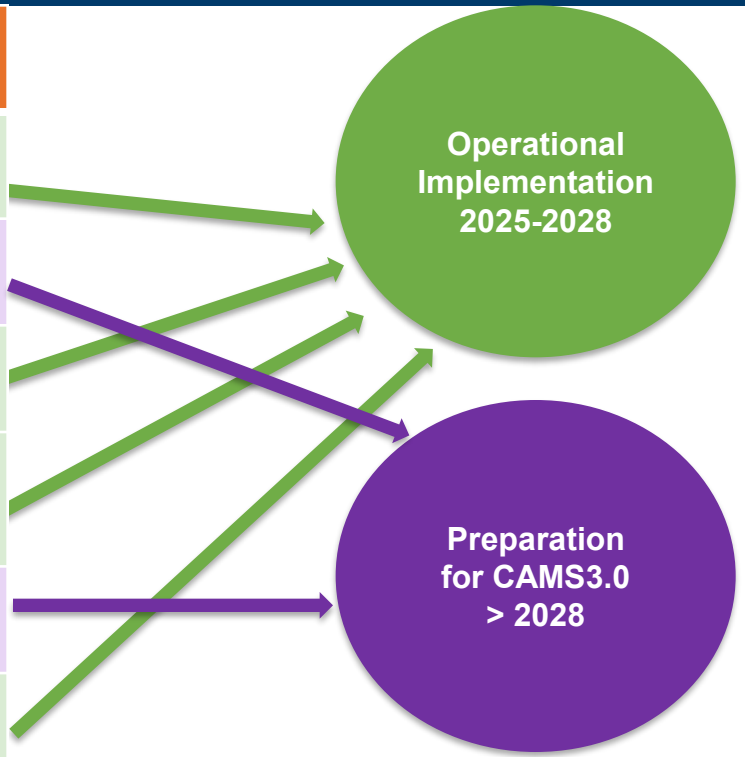
Sviluppi in MINNI-CAMS (2022-2025)



https://camsvisu.meteo.fr/

Sviluppi in MINNI-CAMS (2025-2028)

Task	Description
4061	Harmonization of the model setup (livelli in numero e quota top)
4062	Improvement of the horizontal resolution (target 3-5km; dynamic and/or ML downscaling)
4063	Implementation of deposition fluxes (N, S: fine 2026; O3, EC: fine 2027)
4064	Addition of two new pollen species (Olive update, Hazel: fine 2026; Cypress: fine 2027)
4065	Assimilation of sentinel 4 observations
4066	Initialisation of the forecasts with the analysis



Gruppo di lavoro MINNI-CAMS

Mario Adani
Andrea Bolignano
Gino Briganti
Ilaria D'Elia
Massimo D'Isidoro
Mihaela Mircea
Antonio Piersanti
Felicita Russo
Lina Vitali (*)

(*) Non ufficialmente parte del gruppo di lavoro, ma sempre di grande aiuto!

Massimo D’Isidoro
massimo.disidoro@enea.it