

Scipione G.⁽¹⁾, Marras G. F.⁽¹⁾, Trotta G.⁽¹⁾, D'Antonio M.⁽¹⁾, Caroli C.⁽¹⁾, Chiavarini B.⁽¹⁾, Montanari M.⁽¹⁾, Bottazzi M.⁽¹⁾, Gascon E.⁽²⁾, Montani A.⁽²⁾, Hewson T.⁽²⁾, Cesari D.⁽³⁾, Minguzzi E.⁽³⁾, Bertolotto P.⁽³⁾ and Pelosini R.⁽⁴⁾

(1) CINECA National Supercomputing Center, Casalecchio di Reno, Bologna, Italy;
 (2) European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Reading, United Kingdom;
 (3) Arpa-e-SIMC, Hydro-Meteo-Climate Service of the Regional Agency for Prevention, Environment and Energy (ARPAE), Bologna, Italy;
 (4) ArpaP, Regional Agency for Prevention, Environment and Energy, Torino, Italy

INTRODUZIONE

- Dati osservativi e previsionali raccolti da diversi enti regionali, conservati in repository eterogenei e non interoperabili e con differenti licenze;
- Conseguente limitata fruizione da parte di utenti privati ed enti di ricerca;



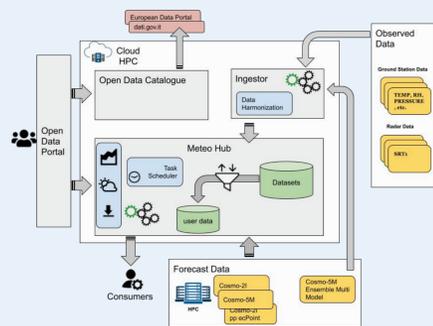
MISTRAL
(Meteo Italian Supercomputing poRTal)

- Primo portale meteorologico italiano open data
- Archivia dati meteorologici osservativi (pubblici e privati) e dati previsionali
- Incorpora il caso d'uso Italy Flash Flood (ECMWF)
- Fornisce un sistema innovativo per la visualizzazione dei dati previsionali

ARCHITETTURA

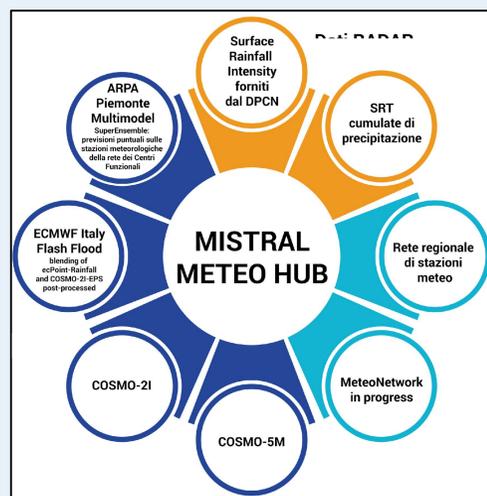
L'architettura di MISTRAL è costituita da 4 componenti:

1. **Open data portal:** punto di accesso ai dati meteorologici
2. **Open Data Catalogue:** garantisce l'interoperabilità dei dataset e dei metadati del settore meteorologico italiano
3. **Meteo Hub:** interfaccia ai dati: consente la creazione e download di raccolte dati meteorologici e strumenti per la visualizzazione dei dati osservativi e previsionali
4. **Ingestor:** alimenta il repository del set di dati preservando l'integrità dei dati



Rappresentazione dell'architettura di MISTRAL e le sue componenti

METEOHUB DATASET

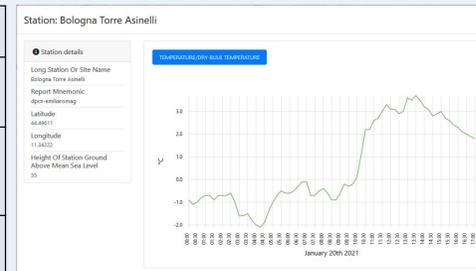


Rappresentazione dei datasets presenti in meteoHub

DATI



Dati	Variabili
stazioni DPCN	Temperatura, umidità relativa, direzione/velocità vento, precipitazione
stazioni Arpae	Temperatura, umidità relativa, direzione/velocità vento, precipitazione, pressione, profondità della neve, portata/livello idrometrico, radiazione, ecc.
MeteoNet work	In progress



I dati meteorologici delle stazioni di terra sono codificati e archiviati nella piattaforma MISTRAL in formato BUFR, standardizzato e mantenuto da WMO, scaricabili e visualizzabili.

OSSERVATI

FORECAST

Il modello COSMO è sviluppato e gestito dall'omonimo Consorzio europeo, che include vari Servizi Meteorologici Nazionali. ARPAE produce le previsioni in base all'accordo "LAMI" (Limited Area Model Italia), tra ARPAE, Aeronautica Militare e ARPAP. Tutte le elaborazioni vengono eseguite sui sistemi di supercalcolo Galileo e Meucci del CINECA.

Modello	Area	Run	Previsioni
COSMO-5M	Mediterraneo (5km)	00 e 12 UTC	72 ore
COSMO-2I	Italia (2.2km)	00 e 12 UTC	48 ore

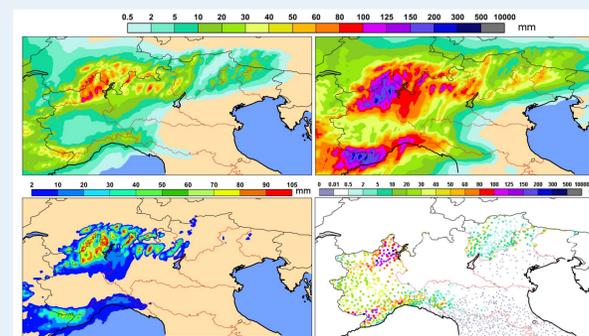
	Galileo	Meucci
COSMO-5M Forecast	30 nodes 960 CPU-cores	39 nodes 1248 CPU-cores
COSMO-2I Forecast	30 nodes 960 CPU-cores	39 nodes 1248 CPU-cores
Ensemble forecast	27 nodes 864 CPU-cores	-
Ensemble data assimilation	25 nodes 800 CPU-cores	25 nodes 800 CPU-cores

ITALY FLASH FLOOD

Il caso d'uso Italia Flash Flood (IFF) è stato implementato con la collaborazione del ECMWF che ha sviluppato un'applicazione per l'Italia basata sulla post-elaborazione HPC di previsioni di pioggia globali di insieme (ECMWF-ENS IFS) al fine di migliorare la previsione delle inondazioni improvvise nell'area mediterranea (Hewson and Pilloso, 2020), mescolando questo output post-elaborato con l'output delle precipitazioni fornito dall'ensemble COSMO italiano ad alta risoluzione da 2,2 km (COSMO-2I-EPS).

Attualmente in MISTRAL sono presenti due prodotti di IFF: la probabilità di superare le soglie di precipitazione di 6 ore (5, 10, 20 e 50 mm) e i percentili di precipitazione (1, 10, 25, 50, 70, 75, 80, 90 e 99). Entrambi i prodotti sono visualizzabili sia su mappe statiche che dinamiche.

Modello	Area	Run	Previsioni
Italy Flash Flood	Italia (2.2km)	00 UTC	240 ore

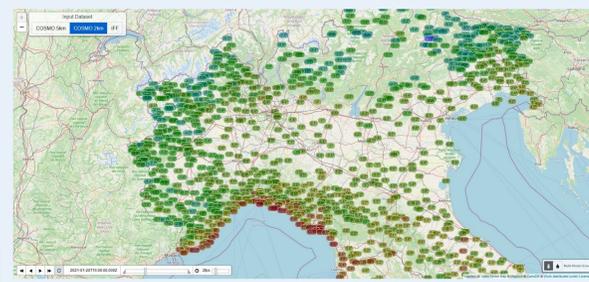


Rappresentazione di mappe IFF per il 02/11/2020 21 UTC per il 50esimo e 99esimo percentile (sopra), probabilità di precipitazione (6h) maggiore di 50 mm e corrispondenti dati osservati (sotto).

MULTIMODEL ENSEMBLE

Previsioni di temperatura e umidità per le stazioni meteorologiche italiane comprese nella rete dei Centri Funzionali della Protezione Civile Regionale, sono fornite nell'ambito del progetto MISTRAL, nell'ambito della collaborazione ARPAP. Queste sono realizzate con la tecnica Multimodel SuperEnsemble: un metodo di post-elaborazione per la stima di alcuni parametri di previsione meteorologica con l'obiettivo di ridurre gli errori di output del modello diretto (Cane and Milelli 2005, Krishnamurti et al. 2016).

Modello	Area	Run	Previsioni
Multimodel Ensemble	Italia (Stazione)	09 UTC	72 ore

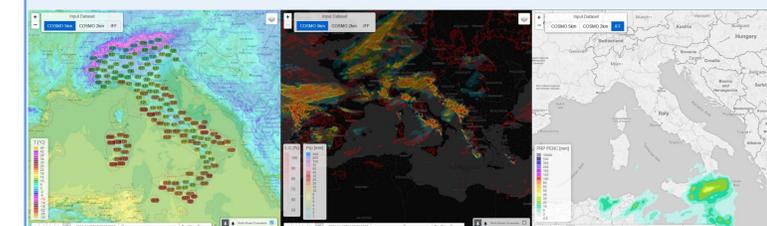


Rappresentazione su mappa delle previsioni multimodel ensemble di temperatura per il 20/07/2021 15 UTC.

MAPPE MULTI LAYER

MISTRAL offre strumenti per la visualizzazione dei dati osservati e previsionali. I dati previsionali di COSMO e IFF sono visualizzabili entrambi con mappe statiche e multilayer.

Le mappe multilayer forniscono una visualizzazione dinamica che consente la navigazione, lo zoom e la sovrapposizione di più variabili meteorologiche. Attualmente sono visualizzabili mappe COSMO per temperatura dell'aria, precipitazione e neve (entrambe a 3h e 6h), pressione, umidità relativa, copertura nuvolosa (bassa, media, alta); per IFF sono presenti percentili di precipitazione (1, 10, 25, 50, 70, 75, 80, 90, 99) e probabilità di precipitazione 6h superiore ai 20 mm (5, 10, 20 e 50%). Ad esse sono sovrapponibili i dati di multimodel ensemble.



Rappresentazione di mappe COSMO-5M con sovrapposizione di temperatura a 2 metri e previsioni di temperatura multimodel ensemble (sinistra, mappa OpenStreetMap), e di precipitazione 6h e copertura nuvolosa bassa (centro, mappa Cartomap). Rappresentazione di mappa IFF del 50esimo percentile di precipitazione (destra, mappa Mapbox).

LICENZE

Per facilitare e promuovere il riutilizzo dei dati meteorologici, di asservazione, di previsione e prodotti con strumenti di visualizzazione, si è lavorato affinché le licenze con cui vengono ridistribuiti siano quanto più possibile compatibili tra loro.

FORECAST	Italy flash flood	CC BY 4.0
	Multimodel SuperEnsamble	CC BY 4.0
	Cosmo 5M	Copyright License
	Cosmo 2I	Copyright License
OSSERVATI	Dati stazioni DPC	CC by 4.0
	Dati stazioni Emilia Romagna	CC by 4.0
RADAR	Dati stazioni Meteonetwork	CC by 4.0
	Surface Rainfall Intensity Radar-DPC	CC by-SA 4.0
DATI VISUALIZZATI SU MAPPA	Forecast	CC by-ND 4.0
	Italy Flash Flood	CC by 4.0
	Observation	CC by 4.0
	Multi-Layer Map	CC by-ND 4.0

BIBLIOGRAFIA

- Cane, D., & Milelli, M. (2006). Weather forecasts obtained with a Multimodel SuperEnsemble Technique in a complex orography region. Meteorologische Zeitschrift, 15(2), 207-214.
- Hewson, T. D., & Pilloso, F. M. (2020). A new low-cost technique improves weather forecasts across the world. arXiv preprint arXiv:2003.14397.
- Krishnamurti, T. N., Kumar, V., Simon, A., Bhardwaj, A., Ghosh, T., & Ross, R. (2016). A review of multimodel superensemble forecasting for weather, seasonal climate, and hurricanes. Reviews of Geophysics, 54(2), 336-377.