Politecnico di Bari

Dams & Reservoirs DAY 2025
Water and Energy security for Europe

ITCOLD

ITYP

IDICA TECh

OPEN DAY ON DAMS

Impianti e Modelli per la Gestione delle Risorse Idriche



Metodologie IA per la Spazializzazione dei Parametri Meteo-climatici

BARI , 30 maggio 2025

Dott. Davide Veneto, Dott. Vincenzo Gattulli,
Prof. Donato Impedovo, Dott. Lucia Sarcinella

vincenzo.gattulli@uniba.it

ISA · CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria · ASI Agenzia Spaziale Italiana

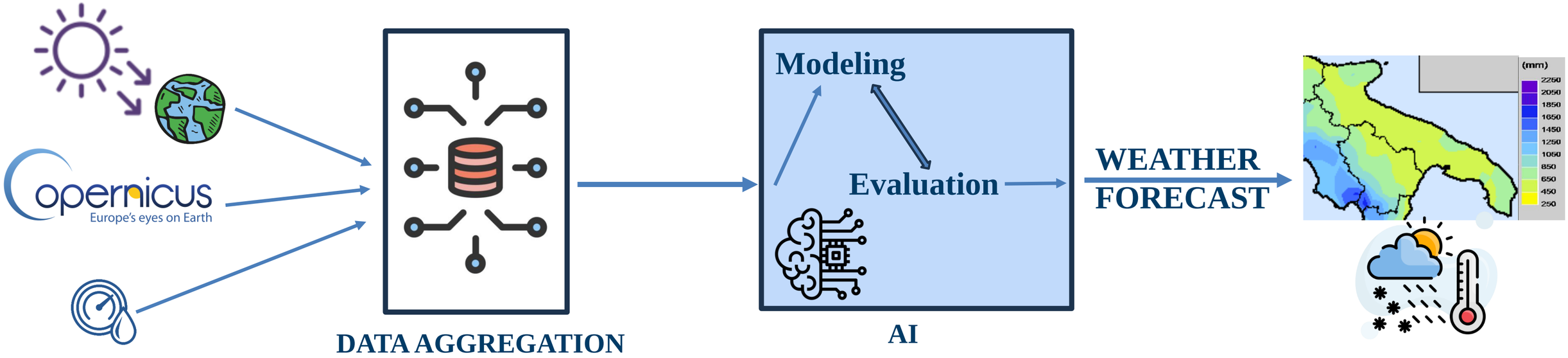
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO – DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

CBC CONSORZIO PER LA BONIFICA DELLA CAPITANATA

ITCOLD – II Concorso Fotografico

OPEN DAY ON DAMS 2025

Questo WP ha l'obiettivo di studiare e sviluppare sistemi avanzati di **Machine Learning** e, più in generale, di **Intelligenza Artificiale** per la previsione di parametri meteo-climatici di interesse specifico e per la modellizzazione a supporto delle decisioni.
Tra questi parametri, esempi includono l'indice di **radiazione solare** e la **quantità di precipitazioni.**
Un'altra attività riguarda la **spazializzazione** di questi dati (sia attuali che previsti). Infatti, se le osservazioni sono collegate a una stazione meteorologica specifica situata nel territorio, è possibile che il consiglio finale per l'irrigazione dal SDSS sia relativo a un'area non immediatamente vicina alla stazione meteorologica.



POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



OPEN DAY ON DAMS 2025

Politecnico di Bari

DICATECh

Dams & Reservoirs DAY 2025

Water and Energy security for Europe

ITCOLD

ITYP

Att. 1 - Identification of Specific Meteo-climatic Parameters of Interest

Att. 2 – Updating of Models for the Prediction of Parameters of Interest

Att. 3 - Analysis of Time Series from Heterogeneous Sources

Att. 4 - Development of a benchmark (Temporal Analysis, Spatial Analysis, ecc)

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Politecnico di Bari

DICATECh

OPEN DAY ON DAMS 2025

Dams & Reservoirs DAY 2025

Water and Energy security for Europe

ITCOLD

ITYP

Uniba Work Conducted

Sulla base dei punti discussi, Uniba ha condotto:

- **State-of-the-art study** uno studio all'avanguardia relativo ai parametri meteo-climatici da prevedere e agli algoritmi di Intelligenza Artificiale
- **Benchmark tra algoritmi di Shallow Learning e Deep Learning:**
  - **Dataset:** Dati storici delle stazioni del consorzio (CBC);
  - **Modelli selezionati:** Support Vector Regression (SVR), Random Forest, Multi-Speed Dilated Convolutional Deep Neural Network (MSDC), Time Convolutional Network (TCN), Standard Transformer;
  - **Previsione delle seguenti variabili:** Pioggia (mm), Temperatura dell'aria (°C) - Massima, Temperatura dell'aria (°C) - Minima, Temperatura dell'aria (°C) - Media, Vento (m/sec) - Massimo, Vento (m/sec) - Medio, Vento (m/sec) - Direzione.





crea

Agenzia Spaziale Italiana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO | DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

CONSORZIO PER LA BONIFICA DELLA CAPITANATA

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Politecnico di Bari

DICATECh

OPEN DAY ON DAMS 2025

Dams & Reservoirs DAY 2025

Water and Energy security for Europe

ITCOLD

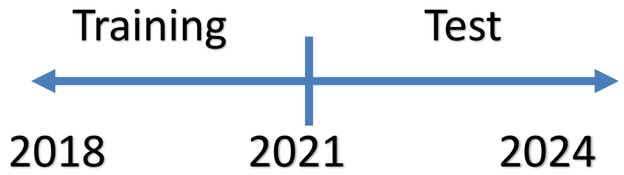
ITYP

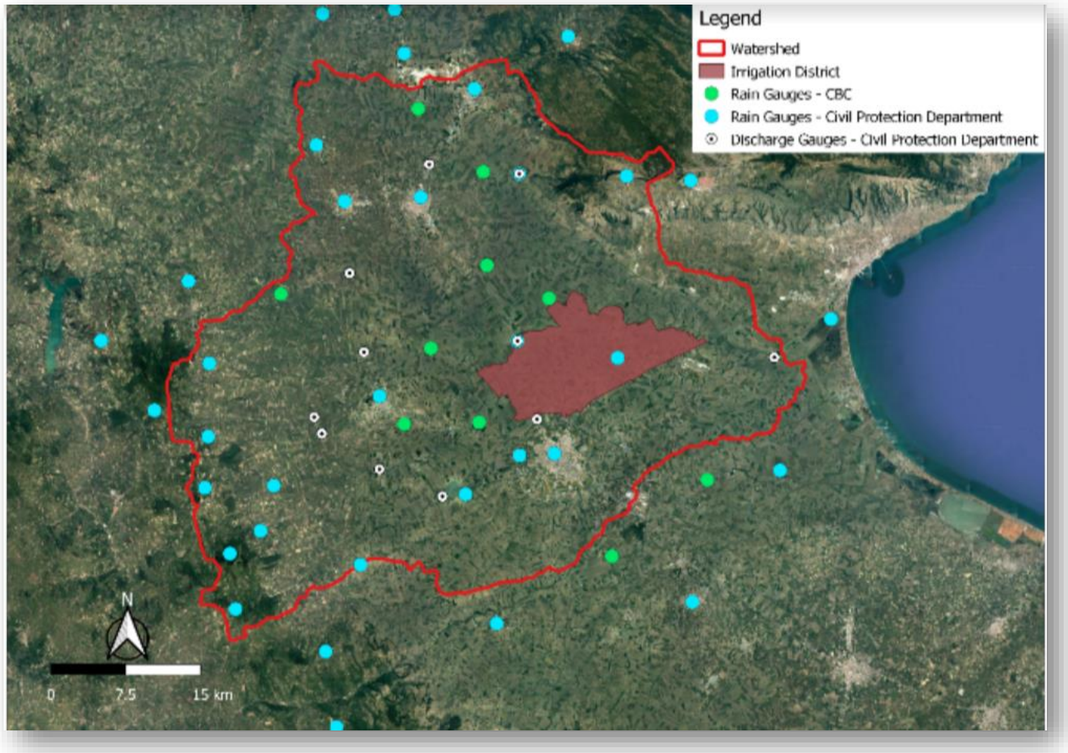
Dataset Consorzio per la bonifica della capitanata (CBC)

Il Dataset è stato suddiviso in Training e Test. Precisamente i dati di Train vanno dal 2018-2021 e il test dal 2022-2024

Meteo Station:

- st.1 - Trinitapoli
- st.2 - Stornara
- st.4 - Candela
- st.5 - San Severo-Torre P1
- st.6 - Apricena
- st.7 - Serracapriola
- st.8 - San Severo-Mass.Sborro
- st.9 - Lucera Loc Nocelli
- st.10 - Cerignola
- st.11 - Torremaggiore
- st.12 - Foggia
- st.13 - Lucera Mass. Chiarella
- st.14 - Ascoli Satriano
- st.15 - San Severo-Radicosa
- st.16 - Manfredonia





crea

Agenzia Spaziale Italiana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO — DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

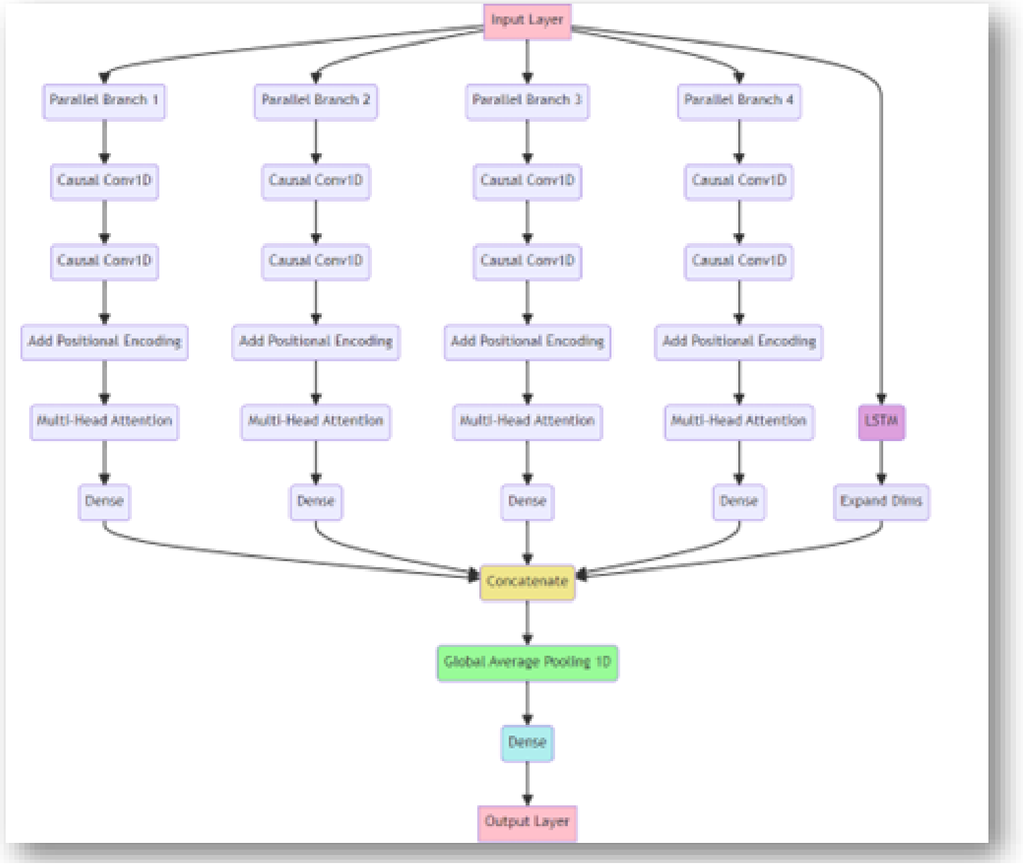
CONSORZIO PER LA BONIFICA DELLA CAPITANATA

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Modelli AI

È stata sviluppata la **Multi-Speed Dilated Convolutional Deep Neural Network (MSDC)**, che supera i modelli a stato dell'arte.



POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



I risultati in tabella mostrano le medie delle metriche al dataset di test del consorzio per il periodo 2021-2024

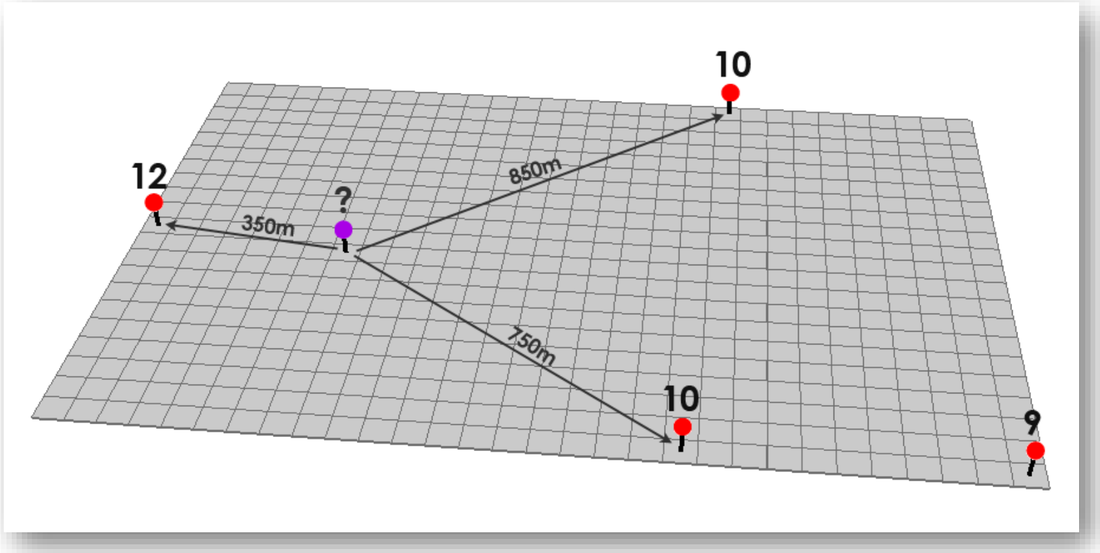
AI Model	Metric	Averages	Standard Deviation
SVR	MAE	0.0861	0
	RMSE	0.1111	0
	R^2	0.4251	0
Random Forest Regressor	MAE	0.0727	0
	RMSE	0.1054	0
	R^2	0.4598	0
TCN model	MAE	0.0793	0.0023
	RMSE	0.1144	0.0037
	R^2	0.3423	0.0551
Transformer Model	MAE	0.0796	0.0032
	RMSE	0.1128	0.0029
	R^2	0.3377	0.0359
Our Model: MSDC	**MAE**	**0.0595**	**0**
	RMSE	**0.0957**	**0.0008**
	R^2	**0.5336**	**0.0116**



Spazializzazione

È stato sviluppato un algoritmo per generare mappe spazializzate utilizzando la tecnica di interpolazione **Inverse Distance Weighting (IDW).**

L'idea alla base di **IDW** è che i punti vicini contribuiscono più di quelli lontani nella stima del valore di una variabile. In altre parole, un punto misurato più vicino a quello che si desidera stimare avrà un impatto maggiore sul risultato.



POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Questa tecnica consente di stimare i valori dei parametri meteo-climatici in punti non misurati a partire dai dati misurati o previsti, presso le stazioni meteorologiche fornite dal **Consorzio di Bonifica della Capitanata** e dalla **Protezione Civile**.

Le **mappe spazializzate** sono state generate utilizzando dati misurati su tutta l'area di interesse, coprendo il periodo dal **1° Settembre 2021** al **31° Agosto 2024**.

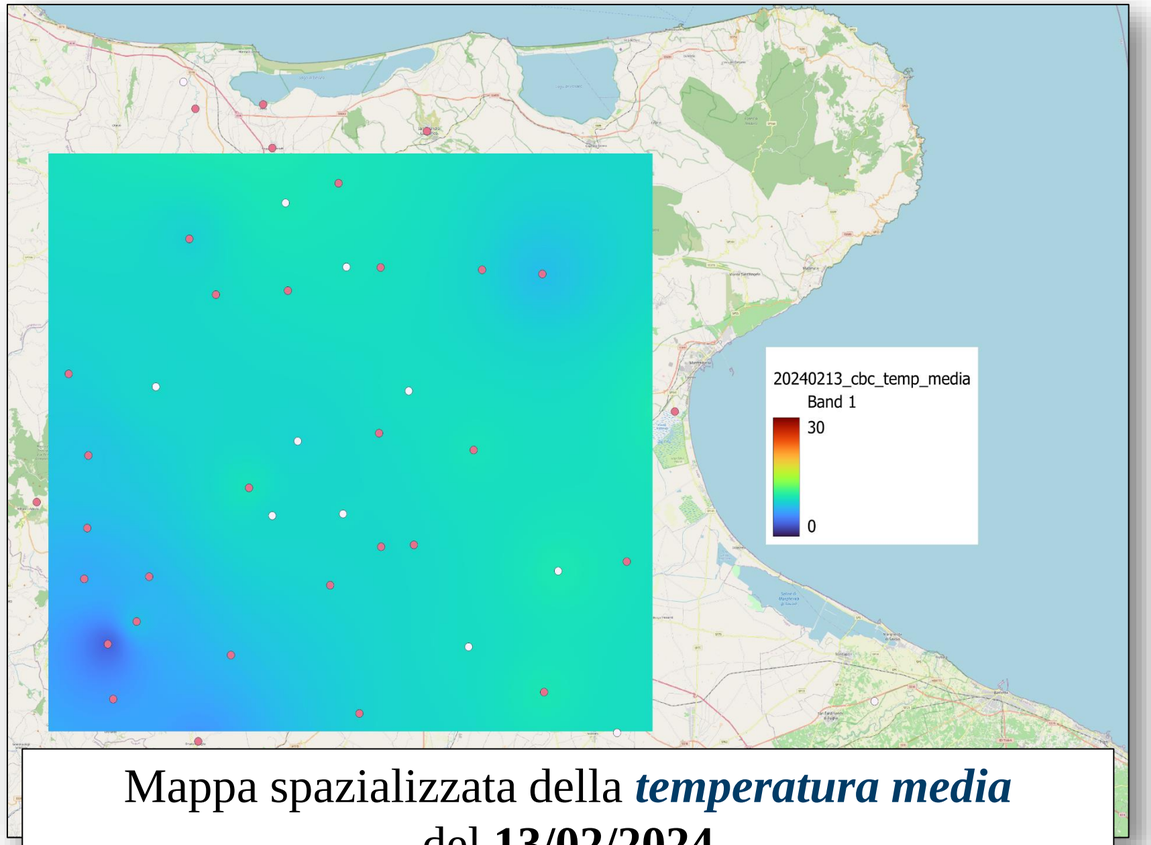


POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025

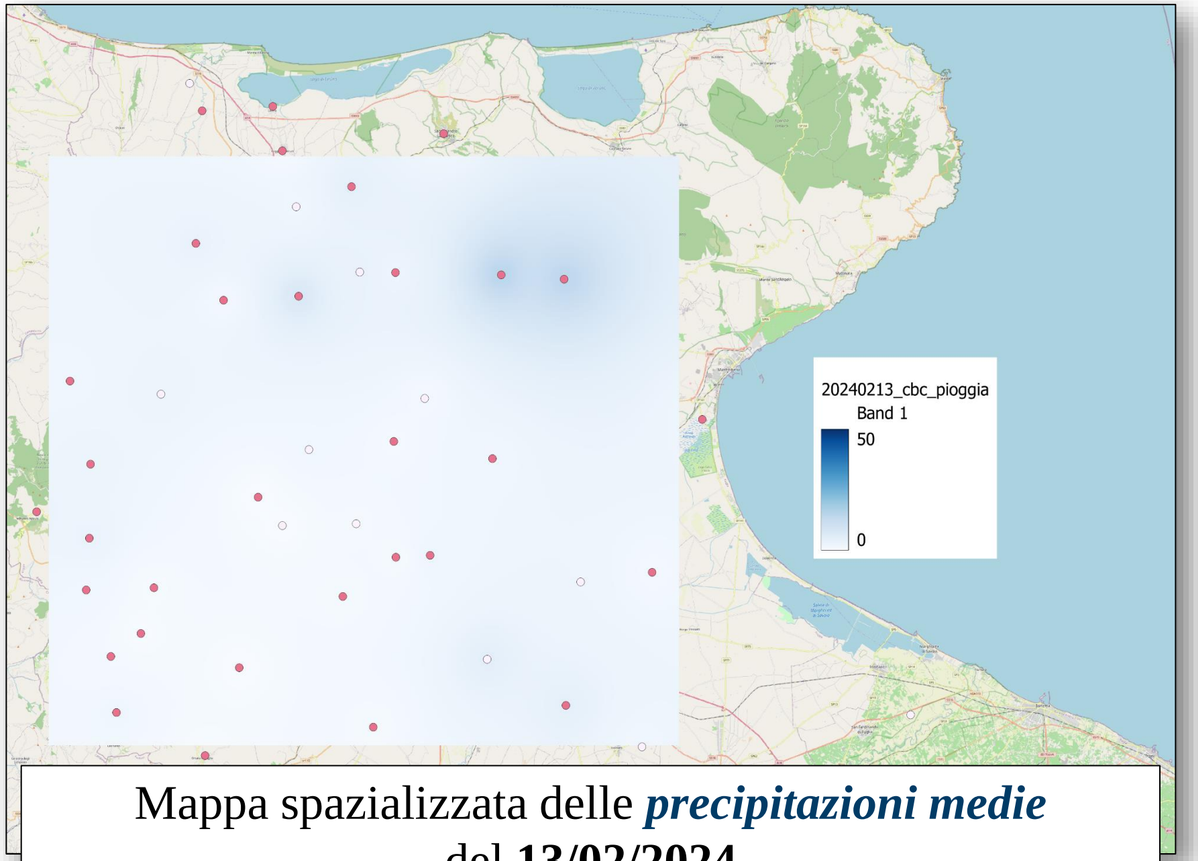


OPEN DAY ON DAMS 2025

Punti bianchi: CBC
Punti arancioni: Protezione Civile



Mappa spazializzata della ***temperatura media*** del **13/02/2024**



Mappa spazializzata delle ***precipitazioni medie*** del **13/02/2024**

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Politecnico di Bari

DICATECh

OPEN DAY ON DAMS 2025

Dams & Reservoirs DAY 2025

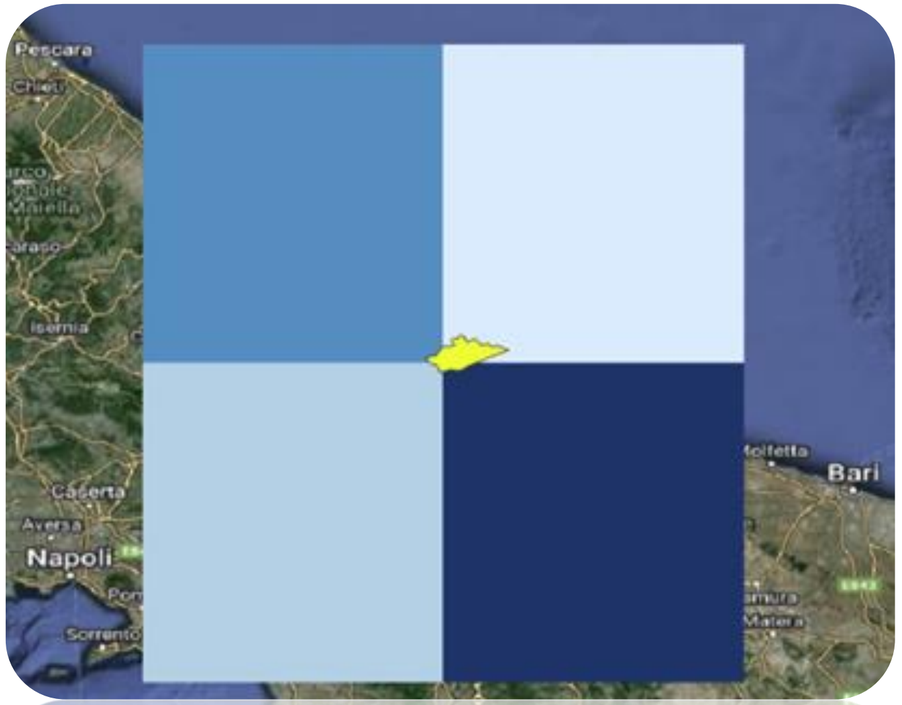
Water and Energy security for Europe

ITCOLD

ITYP

Spazializzazione Dati meteo climatici previsionali Copernicus

- Attività di spazializzazione (con l'algoritmo **IDW**): Sono state interpolati i dati di previsione stagionale delle variabili **Meteo-climatiche** d'interesse nei **modelli CM e SWB (Copernicus).**
- Attività di downscaling usando un **Dataset** a più alta risoluzione come il **MADIA**, ossia un insieme di dati agro-meteorologici per l'Italia (1981-2022) derivati da **ERA5**, con variabili climatiche chiave e una risoluzione spaziale di 0,25 gradi.



Esempio di grigliato **Copernicus** con risoluzione a 80 km (variabile meteoclimatica precipitazioni)

crea

Agenzia Spaziale Italiana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO – DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

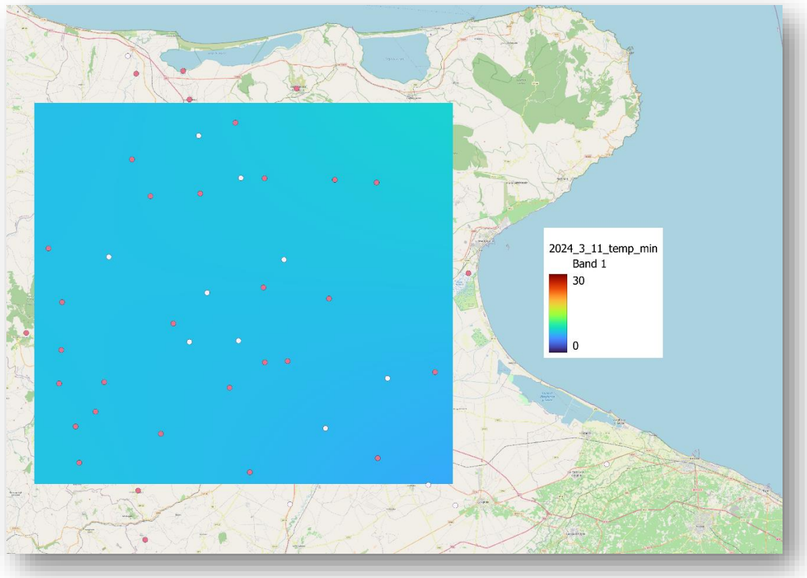
CONSORZIO PER LA BONIFICA DELLA CAPITANATA

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025

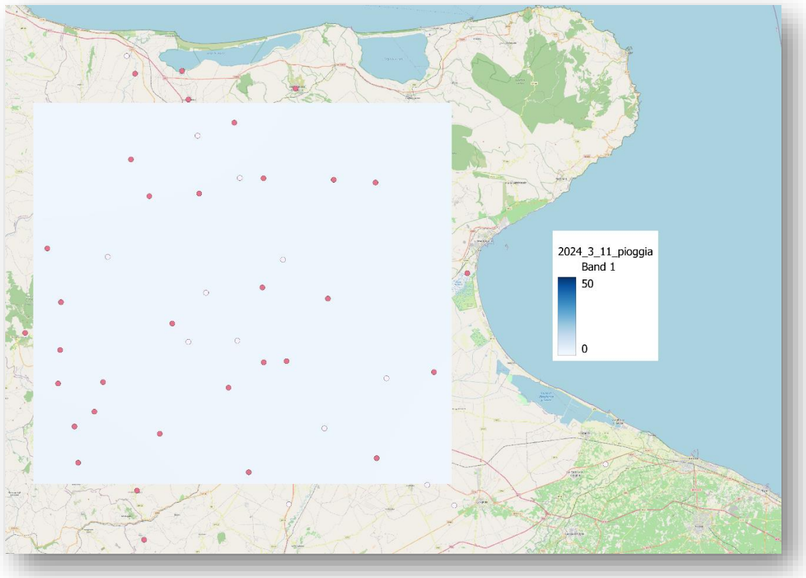


OPEN DAY ON DAMS 2025

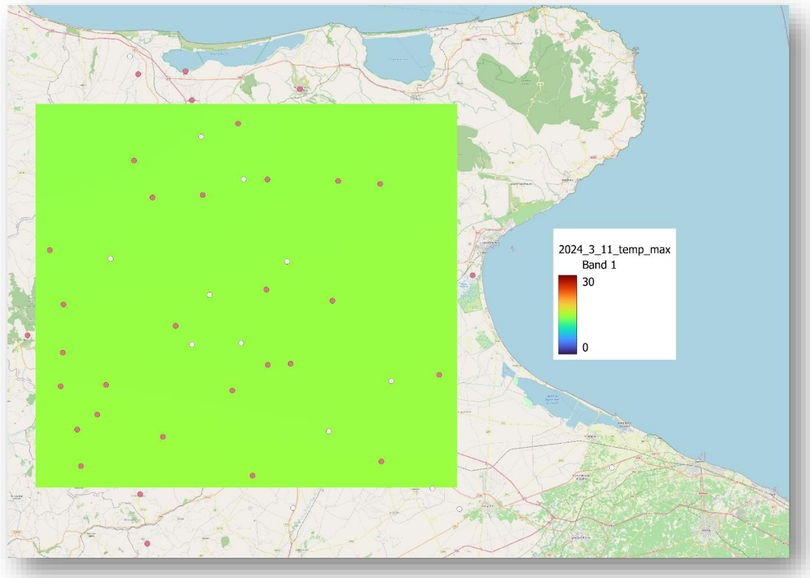
Copernicus



Mappa spazializzata della ***Temperatura Minima*** del 11/03/2024



Mappa spazializzata della ***Pioggia*** del 11/03/2024



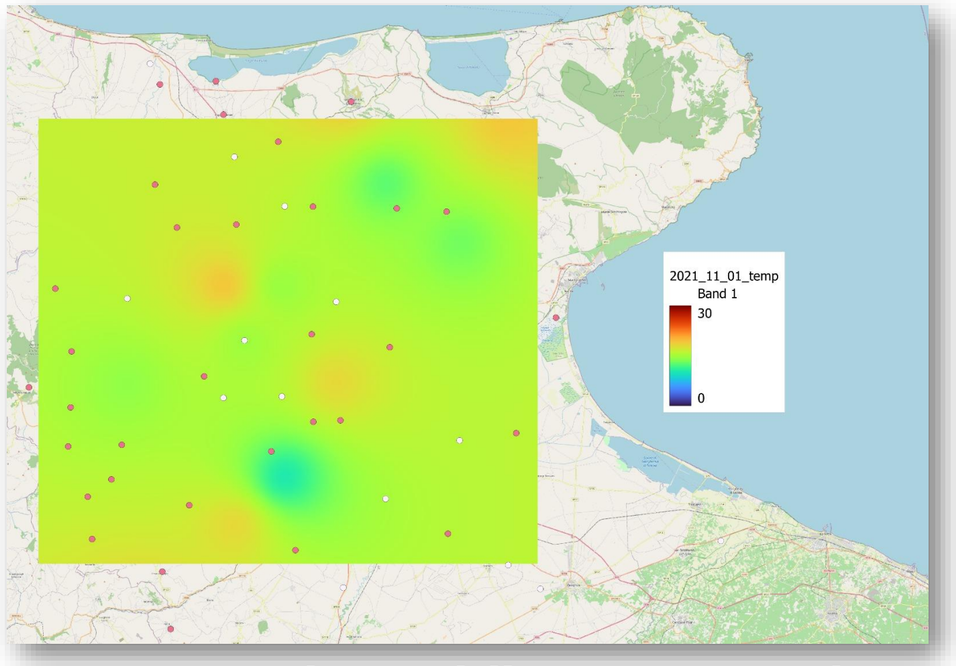
Mappa spazializzata della ***Temperatura Massima*** del 11/03/2024

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025

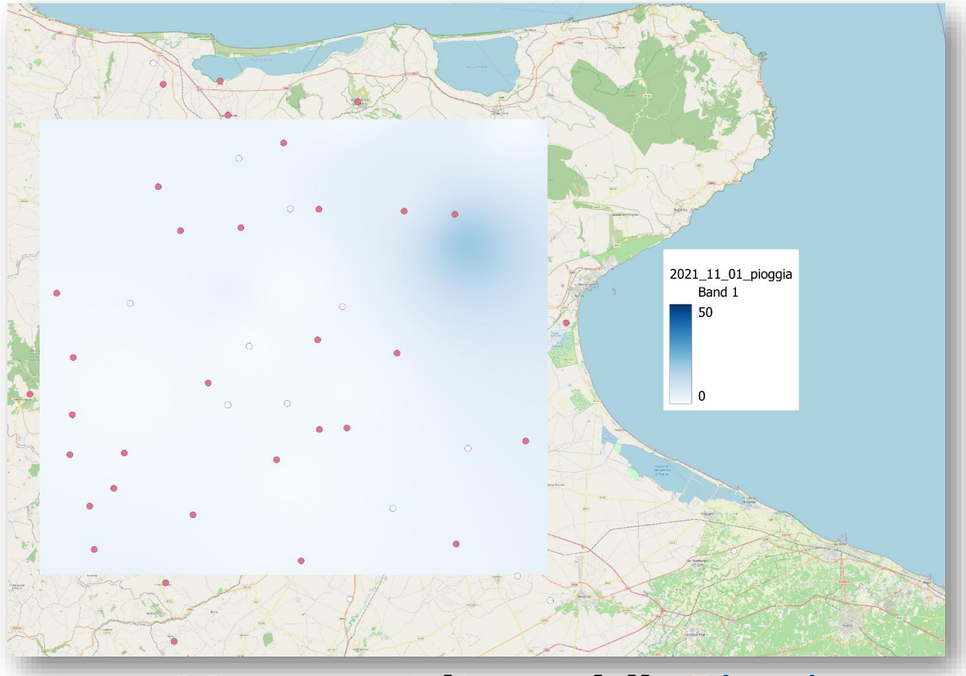


OPEN DAY ON DAMS 2025

MADIA



Mappa spazializzata della ***Temperatura*** il 01/11/2021



Mappa spazializzata della ***Pioggia*** del 01/11/2021

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



OPEN DAY ON DAMS 2025

Il **team UniBA** ha condotto un benchmarking tra tre dataset meteoclimatici **(Copernicus, MADIA e CBC - stazioni locali)** utilizzando l'**interpolazione IDW** per confrontare precipitazioni medie, temperatura minima e massima su un dominio spazio-temporale comune.

Sono state calcolate le metriche **MAE, RMSE, MAPE** e **sMAPE** per valutare l'errore spaziale in tre configurazioni di confronto:

- **CBC vs Copernicus,**
- **CBC vs MADIA,**
- **MADIA vs Copernicus.**

I risultati ottenuti evidenziano che **CBC** presenta le migliori prestazioni spaziali, grazie alla maggiore qualità e densità dei dati, rendendolo il dataset più affidabile per applicazioni che richiedono elevata fedeltà meteoclimatica.



POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025



Grazie per l'attenzione

Dott. Vincenzo Gattulli

Università degli studi di Bari Aldo Moro

vincenzo.gattulli@uniba.it

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE
DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2025

