



Think before you print

Numero 17 – Marzo 2024



Associazione Italiana di Scienze  
dell'Atmosfera e Meteorologia

# Newsletter



---

## SOMMARIO

EDITORIALE.....	2
FLASH NEWS.....	4
IN LIBRERIA.....	9
BACHECA .....	10
IN PRIMO PIANO.....	12
ARTICOLO .....	21
APPROFONDIMENTO.....	24
BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY .....	29
SEZIONE PROFESSIONISTI .....	31
SEZIONE STUDENTI.....	32
EARLY CAREER SCIENTIST .....	35
LA PROCLAMO DOTTORE.....	40
QUATTRO CHIACCHIERE CON... ..	47
I NOSTRI SOCI COLLETTIVI .....	50

## COMITATO EDITORIALE

**Brunetti Michele**  
Capozzi Vincenzo  
Davolio Silvio  
De Martin Francesco  
Lussana Cristian  
Salvati Marta Rosa  
Tomassetti Barbara

Contatto: [newsletter@aisam.eu](mailto:newsletter@aisam.eu)

---

## EVENTI AISAM

- 23 marzo 2024 – [Giornata Meteorologica Mondiale](#) – Roma
- 3 giugno 2024 – Giornata conclusiva **corso di fondamenti di previsione meteorologica** – San Lazzaro di Savena (BO) presso sede CAE
  - operativa AISAM-ItaliaMeteo.
- 15-16 novembre 2024 – **FestivalMeteorologia** – Rovereto

---

## NUOVI SOCI

AISAM è lieta di dare un caloroso benvenuto ai **nuovi soci individuali**:

*Athos ARZENTON; Giulia BOCCACCI; Sara Maria CAREAGA CACACE; Claudio CASSARDO; Francesco CAVALLERI; Fausto CAVALLI; Carlo CINTOLESI; Elia COVI; Cristiano GALA; Federico GARGIULO; Antonio GIORDANI; Roberto INGROSSO; Giovanni LIGUORI; Cristina MANGIA; Samantha MELANI; Andrea PICCOLI; Francesco SERRAPICA; Chiara VENTRUCCHI.*

Ad oggi l'Associazione conta **296** soci individuali, **21** soci collettivi.

---

## QUOTE SOCIALI



Ricordiamo che è possibile rinnovare la quota sociale mediante **bonifico** (IBAN: IT23X0200801804000104607581), utilizzando in modo sicuro **paypal** o **carta di credito**.

Il servizio è disponibile sul sito di AISAM alla pagina:

<https://www.aisam.eu/pagamento-quota-sociale.php>

Le quote sociali e le istruzioni per il rinnovo sono disponibili alla pagina:

<https://www.aisam.eu/come-si-diventa-soci.html>

## EDITORIALE

Care Associate e cari Associati,

cominciamo così...appellandoci con il termine stabilito dall'art. 5 del nostro nuovo Statuto associativo.

Fosse solo questa la novità... 😊.



Accingermi a scrivere il primo editoriale da Presidente di AISAM, infatti, provoca un mix di emozione ed orgoglio...ma anche di grande responsabilità. Capite bene che, dopo 7 anni d'illuminata presidenza di Dino Zardi, non è affatto semplice assumere quest'importante ruolo. Lasciatemi, dunque, ringraziare Dino per quanto sin qui ha svolto per AISAM, insieme ai diversi Consigli Direttivi succedutesi negli anni.

Il secondo ringraziamento va a quanti hanno espresso fiducia nei miei confronti, appoggiando una candidatura nata sotto il segno della disponibilità e del servizio a favore della nostra Associazione.



Per terzi, ringrazio i componenti del nuovo **Consiglio Direttivo**: Annalina Lombardi, Barbara Turato (nominata Segretaria), Silvio Davolio e Dino Zardi, che abbiamo nominato alla Vice Presidenza. Confido molto nel loro supporto, al fine di poter guidare al meglio AISAM nel triennio a venire.

Un'affettuosa citazione va a Paola Faggian, che per un solo voto non è risultata eletta ma che certamente sarà chiamata a collaborare fattivamente, al pari di chi, tra gli Associati, vorrà fornire il proprio prezioso supporto.

Nella giornata di sabato 3 febbraio si è celebrata anche l'**Assemblea Straordinaria**, alla presenza del Notaio Orazio Poma (di Rovereto), nel corso della quale abbiamo approvato all'unanimità il nostro **NUOVO STATUTO** associativo, adeguandolo alla normativa nazionale sul terzo settore. Si è trattato di un importante passo, necessario per aspirare ad iscrivere AISAM al Registro Unico Nazionale degli Enti del Terzo Settore (RUNTS), per poi conseguire la personalità giuridica, da tempo individuata come obiettivo prioritario per l'Associazione.

Nel frattempo, però, AISAM non si è di certo fermata, ritrovandosi a Lecce, dal 5 all'8 febbraio, per il proprio **5° Congresso Nazionale**. Si è trattato di un importante

momento d'incontro, aggiornamento ed aggregazione, per la buona riuscita del quale rivolgo un sincero plauso a quanti si sono impegnati per la sua organizzazione. Il livello scientifico è risultato particolarmente elevato, grazie al supporto di relazioni e poster altamente qualificati.



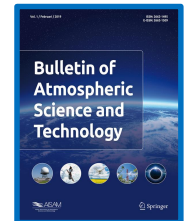
All'orizzonte si staglia già la **Giornata Meteorologica Mondiale-GMM2024**, che organizzeremo insieme a Sapienza Università di Roma. L'appuntamento è per sabato 23 marzo, nell'aula "Amaldi" del dipartimento di Fisica dell'importante Ateneo capitolino. Tra le novità di quest'anno segnalo la realizzazione di un annullo postale temporaneo dedicato, ideato da Samuele Giampietro e realizzato da Poste Italiane SpA, che potrà rappresentare un cimelio non solo per noi Associati, ma anche per appassionati e collezionisti filatelici.

Nel mese di settembre (la data è ancora da definire) torneremo a Fivizzano (MS) per co-organizzare l'evento celebrativo del grande Generale **Edmondo Bernacca**, nel 110° anniversario della nascita

Nei giorni 15 e 16 novembre, infine, ci ritroveremo a Rovereto per la **10° edizione del Festival Meteorologia**, appuntamento ormai entrato a pieno titolo nel calendario di ogni appassionato di questa importante disciplina.

AISAM, però, non è solo eventi! Abbiamo tante altre iniziative da portare avanti.

La nostra prestigiosa rivista **BAST** (**Bulletin of Atmospheric Science and Technology**) per la quale ci complimentiamo con gli Editor-in-chief



Silvana Di Sabatino e Paolo Di Girolamo; la **NEWSLETTER**, curata dal magnifico Comitato Editoriale, coordinato da Michele Brunetti; il **WEBTEAM**, rinvigorito dalla recente nomina a coordinatore di Samuele Giampietro ed in cerca di nuovi membri attivi.

Una menzione particolare meritano la **SEZIONE STUDENTI** e la **SEZIONE PROFESSIONISTI**, brillantemente coordinate da, rispettivamente, Francesco De Martin e Marta Salvati, che stanno proponendo e realizzando progetti a getto continuo.

Rimanendo in tema, abbiamo in animo di ri-organizzare anche la **SEZIONE ASSOCIAZIONI**, preziosa per riunire, ascoltare e sondare le molteplici realtà associative nazionali; valuteremo, inoltre, l'eventualità di aprire

nuove SEZIONI, che possano rispondere alle esigenze ed agli auspicabili suggerimenti provenienti dagli Associati.

Abbiamo in ballo anche diversi importanti **PROGETTI** (<https://aisam.eu/progetti/>), che impegnano l'Associazione in rilevanti attività di ricerca e sviluppo, coinvolgendo Scuole ed Istituzioni, e che sapranno offrire opportunità di collaborazione con strutture ed Enti, sia nazionali e sia internazionali.

Un sincero ringraziamento va alle nostre 2 preziose collaboratrici, Irena Jatro e Laura Pecile, capaci di supportare egregiamente AISAM dal punto di vista amministrativo ed organizzativo.

In ultimo, vorrei rammentarVi che il nuovo Statuto Associativo conferma il 31 marzo di ogni anno come data ultima per poter versare la **quota associativa annuale** (<https://aisam.eu/come-associarsi/>) e mantenere, così, la qualifica di **ASSOCIATO**.

Come potete constatare, dunque, la carne al fuoco è davvero tanta e per poterla *"cucinare e gustare a puntino"* AISAM avrà bisogno dell'apporto e del supporto di tutte le donne e gli uomini che la costituiscono, nonché degli Associati Collettivi che hanno liberamente scelto di entrarne a far parte.

RingraziandoVi per la pazienza che avrete nel leggermi e, soprattutto, per quanto vorrete fare a sostegno della nostra Associazione, consideratemi a disposizione per qualsiasi esigenza dovesse presentarsi.

Il mio contatto è il seguente: [presidenza@aisam.eu](mailto:presidenza@aisam.eu).

Un grande abbraccio!



(Il Presidente Sergio Pisani)

A handwritten signature in black ink, which reads "Sergio Pisani". The signature is written in a cursive, flowing style.

### Rinnovo quote associative AISAM per l'anno 2024



Vi ricordiamo che il **31 marzo 2024** è il **termine ultimo** per rinnovare la quota associativa per l'anno 2024, dopo tale data infatti lo stato di associato decadrà e sarà necessario effettuare una nuova richiesta di

associatura al Consiglio Direttivo.

Come deliberato dal Consiglio Direttivo nella seduta del 13 novembre u.s., l'importo delle quote associative per l'anno 2024 è rimasto invariato. Resta invariata anche la novità introdotta lo scorso anno: le Associazioni che sono socie collettive di AISAM pagheranno una quota associativa annuale proporzionale al numero dei Soci iscritti (1€ per Socio), con un tetto massimo di 120 € (che era l'importo fisso degli anni precedenti al 2023). Pertanto, se ad esempio l'Associazione ha 40 Soci iscritti, la quota annuale sarà di 40 €. Se invece il numero dei soci è superiore a 150, la quota annuale rimane comunque pari a 120 €. In questo modo, AISAM intende favorire le Associazioni più piccole.

Per le restanti tipologie di Soci le quote rimangono invariate. Per rimanere Soci, basta semplicemente procedere al pagamento della quota con una delle modalità indicate nella nostra pagina web **entro il 31 marzo 2024**:

<https://aisam.eu/come-associarsi/>

### Giornata Meteorologica Mondiale – GMM2024



**Sabato 23 marzo** si svolgerà, come da 8 anni a questa parte, la Giornata Meteorologica Mondiale. L'evento GMM2024 si terrà nell'Aula "E. Amaldi", presso l'edificio G.Marconi (CU013) Dipartimento di Fisica nel Campus di Sapienza Università di Roma,

ancora una volta in modalità "ibrida" (sia in presenza che online, su piattaforma informatica) e s'inscrive tra le numerose attività promosse da AISAM per sostenere e promuovere, a beneficio di tutta la Società, lo sviluppo in Italia delle Scienze dell'Atmosfera e della Meteorologia in ogni ambito possibile. Il programma prevede la presentazione di relazioni da parte di autorevoli personaggi, particolarmente attivi ed esperti nel tema della GMM2024 (Maurizio Maugeri–Università di Milano, Silvana Di Sabatino–Università di Bologna, e Silvio Gualdi–CMCC), ciascuna seguita da un breve intervento di 3 scuole di Roma.

Maggiori informazioni nell'articolo dedicato nella sezione *In Primo Piano* e al seguente link:

<https://aisam.eu/gmm2024/>

### Ricerca di nuovi volontari per il progetto PRETEMP



È aperta una call per la ricerca di nuovi volontari che

vogliono diventare membri del progetto PRETEMP, con lo scopo di aumentare la qualità dei prodotti generati dal gruppo e consolidare la struttura interna.

In particolare, si cercano nuovi previsori, gestori dello storm report, un social media manager e un informatico. I candidati ideali sono studenti o giovani laureati in ambito scientifico, con una forte passione per la meteorologia. Ai nuovi membri sarà offerto un corso di formazione interno sui temporali forti, con alcuni relatori d'eccezione.

Sul sito PRETEMP è stato pubblicato il bando in cui si possono consultare tutti i dettagli e la modalità di candidatura, da inviare **entro il 10 marzo 2024**.

[https://www.pretemp.it/archivio/2024/bando PRETEMP.pdf](https://www.pretemp.it/archivio/2024/bando_PRETEMP.pdf)

### Workshop & School MEDCYCLONES



L'Azione COST MedCyclones - European network for Mediterranean cyclones in weather and climate

organizza il 3° Workshop e la 3° Training School, ospitati **nella sede ESA-ESRIN di Frascati (Roma)**.

La Training School occuperà l'intera settimana dal 15 al 19 luglio, con lezioni e attività pratiche in cui gli studenti potranno approfondire le conoscenze su dinamica, processi ed impatti dei cicloni mediterranei. Ai 30 studenti ammessi è anche richiesta la partecipazione al workshop al quale possono sottomettere contributi. Non ci sono costi di partecipazione, vitto, alloggio e viaggio vengono rimborsati dal COST.

Il Workshop si terrà **dal 15 al 17 luglio** e sarà occasione per presentare i risultati dell'azione COST e i più recenti avanzamenti scientifici nel campo. Non è richiesta alcuna tassa di partecipazione.

Per maggiori informazioni: [www.medcyclones.eu](http://www.medcyclones.eu)

## International School on Satellite Meteorology (ISSM)



L'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio

Nazionale delle Ricerche (CNR-ISAC) di Bologna, in collaborazione con l'Università degli Studi di Napoli "Parthenope", sotto il patrocinio dell'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia (AISAM), segnalano l'organizzazione della Scuola Internazionale di Meteorologia Satellite (ISSM).

L'obiettivo principale della scuola è quello di formare figure in grado di comprendere il potenziale delle osservazioni satellitari sia in ambito scientifico/accademico che come strumento essenziale per la meteorologia operativa/previsionale e per i sistemi di allertamento dei fenomeni estremi.

Si rivolge in particolare a studenti italiani e internazionali laureati/dottorandi/dottorati in discipline tecnico-scientifiche relative alla Meteorologia e all'Osservazione della Terra, ai meteorologi operativi e ricercatori e a coloro che vogliono arricchire il proprio cv tutte quelle discipline connesse, con applicazioni in ambito meteorologico di sensoristica satellitare attiva e passiva nel VIS, IR e MW.

ISSM 2024 si terrà **dal 2 al 6 settembre 2024** nella meravigliosa **Villa Doria d'Angri a Napoli**, prestigiosa sede dell'Università di Napoli "Parthenope".

Per ulteriori dettagli e informazioni:

Web: [issm2024.isac.cnr.it](http://issm2024.isac.cnr.it)

Email: [issm2024@isac.cnr.it](mailto:issm2024@isac.cnr.it)

### Confermato il record di temperatura europeo di 48.8°C registrato l'11 agosto 2021 a Siracusa



L'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) ha confermato che i 48.8°C misurati l'11 agosto 2021 presso la stazione di Siracusa -

Contrada Monasteri (appartenente alla rete [SIAS](#), Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) costituiscono il nuovo record ufficiale di temperatura massima in Italia e in Europa.

La convalida del record viene a valle di un lungo e articolato processo di validazione, svolto da un'apposita commissione coordinata da Randall

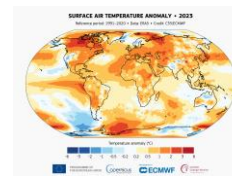
Cervený dell'Università dell'Arizona, e che ha visto l'[INRiM](#), Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, occuparsi dei test sul sensore termometrico della stazione.

I risultati della valutazione sono stati anche pubblicati sull'importante rivista internazionale International Journal of Climatology.

Al seguente link potete scaricare la pubblicazione scientifica:

<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.8361>

### Il 2023 è l'anno più caldo mai registrato, con una temperatura globale vicina al limite di 1.5°C



Il 2023 si conferma come l'anno solare più caldo della serie temporale della temperatura globale risalenti al 1850.

Nel 2023 la temperatura media globale è stata di 14.98°C, 0.17°C in più rispetto al precedente valore annuale più alto del 2016.

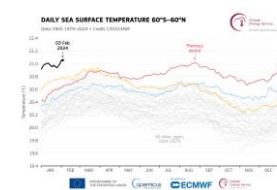
Il 2023 è stato 0.60°C più caldo rispetto alla media 1991-2020 e 1.48°C più caldo rispetto al livello preindustriale 1850-1900, molto vicino alla soglia di 1.5°C.

Il 2023 è il primo anno in cui ogni giorno ha superato di almeno 1°C la media del periodo preindustriale 1850-1900. Quasi il 50% dei giorni sono stati più di 1.5°C più caldi rispetto al livello 1850-1900, e due giorni a novembre sono stati, per la prima volta, al di sopra della soglia di 2°C.

Maggiori dettagli al seguente link:

<https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

### Gennaio 2024: il più caldo mai registrato a livello globale



Gennaio 2024 è stato il gennaio più caldo mai registrato a livello globale, con una temperatura media dell'aria di 0.70°C sopra la media di gennaio sul trentennio 1991-2020 (1.66°C sopra la media del periodo 1850-1900) e 0.12°C sopra la temperatura del precedente gennaio più caldo, il 2020.

Questo è l'ottavo mese consecutivo che è risultato il più caldo mai registrato per il rispettivo mese dell'anno.

Dal 31 gennaio, la SST giornaliera per la fascia di latitudini comprese tra 60°S e 60°N ha raggiunto nuovi record assoluti, superando i precedenti valori più alti del 23 e 24 agosto 2023.

Maggiori dettagli al seguente link:

<https://climate.copernicus.eu/warmest-january-record-12-month-average-over-15degc-above-preindustrial>

---

### *EGU 2024, Assemblée Generale della European Geosciences Union 2024*



L'Assemblea Generale EGU 2024, che si terrà a Vienna dal 14 al 19

Aprile 2024. Riunisce geoscientisti da tutto il mondo in un incontro che copre tutte le discipline delle scienze della Terra, planetarie e spaziali. L'EGU mira a fornire un forum in cui gli scienziati, in particolare i ricercatori all'inizio della loro carriera, possono presentare il loro lavoro e discutere le loro idee con esperti in tutti i campi delle geoscienze. Questo evento rappresenta un'opportunità preziosa per la condivisione di conoscenze, la collaborazione interdisciplinare e l'avanzamento delle ricerche in una vasta gamma di argomenti geoscientifici.

Dettagli al seguente link:

<https://www.egu24.eu/home.html>

---

### *9th Training school on Convective and Volcanic Clouds (CVC) detecting, monitoring and modeling*



Si svolgerà a Nicolosi, in Sicilia, dal 5 al 13 ottobre 2024 la nona edizione della Training school on Convective and Volcanic Clouds (CVC), organizzata da Fondazione CIMA, Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Gli argomenti della scuola spazieranno dagli strumenti satellitari, alle misurazioni aeronautiche, dallo studio delle nubi di cenere e SO<sub>2</sub> ai cicloni tropicali, uragani mediterranei, convezione terrestre e marittima.

Lo scopo della Scuola è quello di formare studenti con spiccato interesse di ricerca nelle tecniche che

consentono di rilevare, monitorare e modellare nubi convettive e vulcaniche, acquisire conoscenza degli strumenti e delle missioni satellitari (presenti e future).

Per maggiori informazioni si rimanda al sito web della scuola:

<http://www.cvctrainingschool.org/>

---

### *7th Training Course (Hybrid Virtual + in Person) on New Advances in Land Carbon Cycle Modeling*



**Cornell CALS**  
College of Agriculture and Life Sciences

Il corso si terrà dal 3 al 14 giugno 2024 ed è indirizzato a: i) Studenti post-laurea,

dottorandi, post-dottorato e giovani scienziati interessati ad apprendere la modellazione, l'assimilazione dati, il machine learning e la previsione ecologica; ii) modellisti che desiderano ottenere semplicità ed efficienza computazionale per i propri modelli; iii) chiunque voglia utilizzare i propri dati per vincolare i modelli verso la previsione ecologica. I temi trattati includono: nuova teoria sulla dinamica dell'immagazzinamento del carbonio terrestre; matrix approach alla modellazione del carbonio, azoto e fosforo terrestre; sistema di assimilazione dati con osservazioni; apprendimento automatico per potenziare la ricerca.

Si noti che tutti i materiali di formazione sono pubblicamente disponibili al seguente indirizzo:

<https://ecolab.cals.cornell.edu/?workshop>

---

### *La versione online del "International Symposium on Data Assimilation" (ISDA)*



Presentata la piattaforma della community ISDA. La piattaforma della community offre uno spazio per condividere

informazioni su eventi in programma, conferenze e workshop legati all'assimilazione dei dati con la comunità ISDA. È possibile condividere eventi con la community ISDA contattando i referenti come indicato sul sito. Bastano il nome della conferenza, un URL, la data, il luogo, il formato e una breve descrizione.

Di seguito il link alla piattaforma:

<https://isda-online.univie.ac.at/community-tool/>

## AOGS2024, 21-esimo meeting annuale dell'Asian Oceania Geoscience Society (AOGS)



Quest'anno l'AOGS2024 si svolgerà a Pyeongchang, Gangwon-do, in Corea del Sud dal 23 al 28 giugno

2024. La AOGS è stata fondata nel 2003 con l'obiettivo di promuovere le geoscienze e la loro applicazione a beneficio dell'umanità, in particolare in Asia e Oceania, adottando un approccio globale alle questioni mondiali. La regione Asia-Oceania è particolarmente vulnerabile ai disastri naturali, rappresentando quasi l'80% delle vite umane perse a livello globale. L'AOGS è profondamente coinvolta nell'affrontare questioni relative agli *hazards* migliorando la nostra comprensione della loro genesi attraverso approcci scientifici, sociali e tecnici. L'AOGS organizza convegni annuali che offrono un'opportunità unica di scambio di conoscenze scientifiche e discussione per affrontare importanti questioni geoscientifiche tra il mondo accademico, gli istituti di ricerca e il pubblico. Riconoscendo la necessità di collaborazione globale, l'AOGS ha sviluppato una buona cooperazione con altre società e unioni geoscientifiche internazionali come la European Geosciences Union (EGU), l'American Geophysical Union (AGU), l'International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), la Japan Geoscience Union (JpGU) e il Science Council of Asia (SCA).

Per informazioni:

<https://www.asiaoceania.org/aogs2024/public.asp?page=home.asp>

## EMS Annual Meeting, 02–06 settembre 2024



Il Meeting annuale 2024 della European Meteorological Society si svolgerà come evento ibrido presso l'Università di Barcellona e online dal 2 al 6 settembre 2024. Il

Comitato Scientifico, assieme ai conveners, hanno sviluppato un programma di sessioni che offrirà molte opportunità di collaborazione nell'intero settore di meteo e clima. La comunità tutta è invitata a partecipare per discussioni scientifiche e networking. Un focus speciale sarà posto sul ruolo della ricerca meteorologica e climatica nel

raggiungimento di un'Europa climaticamente neutra.

La conferenza vedrà anche la celebrazione del 25° anniversario dell'EMS e sono previste alcune presentazioni speciali e attività celebrative.

L'invio degli abstract è aperto al seguente link:

<https://meetingorganizer.copernicus.org/ems2024/sessionprogramme>

## 15th International Meeting on Statistical Climatology (IMSC)



Il 15° Incontro Internazionale sulla Climatologia Statistica (IMSC) si terrà a Tolosa nel Centre International de Conférences dal 24 al 28 giugno 2024.

Questi incontri, che si tengono approssimativamente ogni tre anni dal 1979, sono organizzati da ricercatori in statistica, climatologi e scienziati dell'atmosfera. Essi facilitano la comunicazione tra le comunità climatiche e statistiche e promuovono una buona pratica statistica nella scienza del clima e dell'atmosfera.

Maggiori dettagli al seguente link:

<http://www.meteo.fr/cic/meetings/2024/IMSC/index.html>

## Rilascio dei prodotti di TROPES CrIS-SNPP and AIRS Reanalysis Level 2 Version 1



Il NASA Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) annuncia il rilascio dei prodotti dei dati di Livello 2 Versione 1 del progetto

TROPES (TRopospheric Ozone and Precursors from Earth System Sounding). Questi prodotti sono elaborati dai dati acquisiti dal Cross-track Infrared Sounder (CrIS) sul satellite Suomi National Polar-orbiting Partnership (SNPP) e dall'Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) sul satellite Aqua della NASA. Entrambi i set di dati forniscono informazioni su molteplici specie chimiche nell'atmosfera. Per CrIS-SNPP, i prodotti includono metano (CH<sub>4</sub>), nitrato di perossiacetile (PAN), vapore acqueo deuterato (HDO), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO) e ammoniaca (NH<sub>3</sub>). Per AIRS, i prodotti includono CH<sub>4</sub>, HDO, O<sub>3</sub> e CO. In entrambi i casi, TROPES utilizza un algoritmo di stima ottimale, noto come MULTI-



SpEctra, MUlti-SpEcies, Multi-SEnsors (MUSES). Per ulteriori informazioni e collegamenti a questi set di dati, si rimanda ai seguenti articoli sul sito web del GES DISC:

<https://disc.gsfc.nasa.gov/information/data-release?title=Release%20of%20TROPES%20AIRS-Aqua%20L2%20Reanalysis%20Version%201%20Products>

<https://disc.gsfc.nasa.gov/information/data-release?title=Release%20of%20TROPES%20CrIS-SNPP%20L2%20Reanalysis%20Summary%20Version%201%20Products>

---

### *Summer School - Runoff Predictions in Ungauged Basins (PUB)*



Vienna Doctoral Programme on  
**Water Resource Systems**

Questa Scuola  
Estiva si terrà

a Vienna dal 1 al 5 luglio 2024. È organizzata dal Centre for Water Resource Systems di Vienna ed è dedicata alla previsione del deflusso in bacini non

monitorati (PUB), vale a dire, prevedere il deflusso dell'acqua in località dove non sono disponibili dati di deflusso. Questa mancanza di dati presenta notevoli sfide per i gestori dei bacini idrografici che necessitano di informazioni sui flussi d'acqua per la presa di decisioni. Questo corso, basato sul libro "Runoff Prediction in Ungauged Basins: Synthesis across Processes, Places and Scales", fornirà la teoria e i metodi per affrontare questa sfida critica. I relatori discuteranno risultati da studi basati su singole località e mostreranno come un approccio comparativo possa essere applicato per imparare dalle differenze e somiglianze tra i bacini idrografici in tutto il mondo, attraverso differenti caratteristiche climatiche e del paesaggio.

Per maggiori informazioni, si contatti il Centre for Water Resource Systems, Vienna University of Technology, Email: [office@waterresources.at](mailto:office@waterresources.at)

---

## IN LIBRERIA.

### Quando fuori piove – Storia e futuro della pioggia

Autore **Vincenzo Levizzani**, Edizioni *Il Saggiatore*

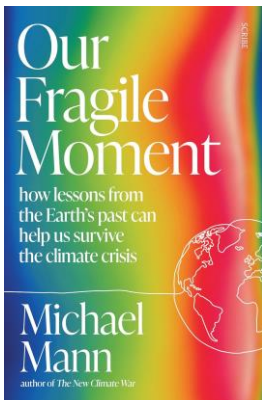


La pioggia è il più frequente e, viene da dire, banale degli eventi meteorologici, ma è anche il più misterioso ed elusivo, se ci pensiamo bene. Senz'altro uno di quelli che, sin da quando eravamo bambini, ci ha posto davanti a interrogativi di non facile risposta, tanto è vero che l'uomo ne ha fatto una questione religiosa o mistica fino a non molto tempo fa. Perché piove in un certo momento? Come mai le precipitazioni sono sempre diverse? A volte veniamo investiti da acquazzoni di breve durata, altre volte la pioggia è leggera e prosegue anche per ore e ore: come facciamo allora a dire che è piovuto poco o tanto? Come quantifichiamo la pioggia? In questa sua nuova avventura scientifica nel libro *Quando fuori piove – Storia e futuro della pioggia* (Il Saggiatore, 292 pagine), Vincenzo Levizzani ci svela i segreti delle precipitazioni atmosferiche e ci racconta in che modo l'umanità, nel corso dei millenni, le ha vissute e affrontate. Capire il funzionamento delle precipitazioni non significa infatti solo riuscire a interpretare le previsioni del tempo, ma esplorare il meccanismo che sta alla base

dell'esistenza di flora e fauna sul nostro pianeta. Ci addentreremo nelle nubi precipitanti che scopriremo di una varietà inimmaginabile. Vedremo che la pioggia è solo una delle componenti delle precipitazioni e del complesso e fondamentale ciclo dell'acqua. Saperne di più ci permette di preservare le dinamiche estremamente delicate che rendono possibile la vita sulla Terra. Il tutto in un'ottica di cambiamenti climatici in atto che cambiano la prospettiva rendendola ancora più fragile e investendoci di una enorme responsabilità per il futuro dei nostri figli e nipoti.

### Our Fragile Moment: how lessons from the Earth's past can help us survive the climate crisis

Autore **Michael Mann**, Edizioni *Scribe UK*



Michael E. Mann è un climatologo e geofisico statunitense, direttore dell'Earth System Science Center presso la Pennsylvania State University. Ecco una recensione liberamente tradotta dalla quarta di copertina del libro. In questo libro Mann scrive di scienza e storia, descrivendo le condizioni sulla Terra che hanno permesso agli umani non solo di esistere ma di prosperare, e come queste siano in pericolo se deviamo dal corso giusto. Per la maggior parte dei suoi 4.54 miliardi di anni, la Terra ha dimostrato di potersela cavare benissimo senza esseri umani. Poi sono arrivati i primi ominidi, emersi poco più di 2 milioni di anni fa, un attimo fuggente in termini geologici. Cosa ha reso possibile questo momento benevolo per noi? Ironia della sorte, è la stessa cosa che ora ci minaccia: il cambiamento climatico. La variabilità climatica a volte ha creato nuove nicchie che gli umani o i loro antenati potevano potenzialmente sfruttare, e sfide che a volte hanno stimolato l'innovazione. Ma le condizioni che hanno permesso agli umani di vivere su questa terra sono fragili. C'è un intervallo

relativamente ristretto di variabilità climatica entro cui la civiltà umana rimane sostenibile. E la nostra sopravvivenza dipende dal rimanere entro quel range. In questo libro, Michael Mann fornisce ai lettori le conoscenze necessarie per comprendere la gravità della crisi climatica che si sta svolgendo, incoraggiandoli ad agire prima che sia davvero troppo tardi.

## BACHECA

In questa sezione pubblichiamo annunci relativi a richieste di collaborazioni e scambio di informazioni utili come supporto alla ricerca scientifica o operativa, e a progetti cooperativi di natura non commerciale che promuovano la missione di AISAM. Gli annunci devono essere contestualizzati agli obiettivi della ricerca/progetto in questione e compatibili con una cadenza trimestrale della Newsletter. Non troverete qui annunci di lavoro.



Sei interessato alle attività dell'associazione? Vorresti fare attività di divulgazione scientifica e/o meteorologica? Hai

dimestichezza con i social e piattaforma blog? Se la risposta è sì, ti stiamo cercando!

**Il Web-Team di AISAM è alla ricerca di nuovi volontari** che possano collaborare e promuovere le attività dell'associazione attraverso i canali blog e social. Il proprio contributo annuale verrà riconosciuto, inoltre, attraverso un attestato di merito. Cosa aspetti? Entra a far parte del nostro Team. Contattaci all'indirizzo: [webteam@aisam.eu](mailto:webteam@aisam.eu).



La micro-meteorologia, studio del *Planetary Boundary Layer* e dei fenomeni che vi avvengono, ha ormai assunto

un'importanza che non può essere ignorata, specialmente nella situazione geopolitica instabile in cui ci troviamo.

Temi come l'effetto a breve scala di tempo del rilascio di sostanze tossiche e aggressivi chimici, la dispersione di inquinanti, o lo scambio di nutrienti tra ecosistemi e culture e l'atmosfera, afferiscono direttamente alla micro-meteorologia. Altre discipline di interesse strategico come la meteorologia a scala sinottica, l'ecologia degli ecosistemi, la sicurezza del volo, il monitoraggio delle grandi strutture, la previsione dei costi di manutenzione e del ritorno degli investimenti delle turbine eoliche, e molti altri, si avvalgono di informazioni micro-meteorologiche come dato di ingresso.

A fronte di queste necessità vitali, le attività di ricerca in essere presso Atenei ed Enti procedono, con risultati buoni, ma in un quadro complessivo di frammentazione, cosa che spesso spinge a reinventare la ruota, o rende difficile ripetere esperimenti e confrontare risultati.

Di più: al di fuori del ristretto novero degli specialisti, praticamente nessuno sa dell'esistenza di questa disciplina, e delle opportunità che la sua conoscenza ed applicazione sistematica darebbero.

Propongo, così, di costituire entro AISAM un **Gruppo di Lavoro** dedicato alla micro-meteorologia, con queste finalità:

1. Condividere *algoritmi, buone pratiche, insieme di dati*.
2. Disseminare conoscenze di micro-meteorologia presso il pubblico generale e i decisori, e ridurre la percezione di distanza / invisibilità / difficoltà.
3. Incoraggiare la reciproca conoscenza e lo scambio di informazioni tra i gruppi attivi in ambito nazionale.

Cose ambiziose: e le risorse disponibili, però... siamo noi! Persone certamente motivate, interessanti, con un'infinità di cose da dire. Ma, *poche*.

Per questa ragione, ritengo ragionevole suggerire di procedere in modo graduale, con azioni iniziali "leggere" che si articoleranno nell'arco di pochissimi giorni/settimane, cui ne seguiranno altre di consolidamento, di più lungo respiro, che decideremo insieme.

Le azioni iniziali potranno includere:

1. Rendere pubblicamente visibile questa iniziativa entro AISAM e presso istituzioni affini usando i canali disponibili – la Newsletter AISAM, i *social*, i contatti personali.
2. Costituire uno spazio collaborativo su cloud che potremo usare per lo sviluppo e lo scambio di materiale di calcolo, di informazione reciproca, divulgativo (ho già compiuto valutazioni preliminari con un account gratuito sulla piattaforma GitHub; risultati positivi, sui quali relazionerò in altra sede).

3. Individuare le persone che intendono unirsi e partecipare al Gruppo di Lavoro.

4. Definire a stretto giro un primo elenco di temi prioritari. Tra questi, mi sento d'indicare sin d'ora quello del *controllo della qualità* e della validazione dei dati micro-meteorologici, indispensabili in vista di ogni utilizzo operativo.

Nel momento in cui leggerete questa mia, il punto 1 sarà già in attuazione.

Vi chiedo dunque di valutare il vostro interesse alla partecipazione e, in caso affermativo, di inviarmi una e-mail all'indirizzo di posta elettronica che ho costituito per incanalare i flussi informativi del caso, che al momento è [pfavaron.micromet@gmail.com](mailto:pfavaron.micromet@gmail.com).

Nella mail vi chiedo la cortesia di indicare chiaramente il vostro consenso all'inclusione delle vostre generalità in una *lista pubblicamente visibile*, cosa che permetterà alle persone partecipanti una piena visibilità sul "chi siamo", fondamentale per poter scambiare informazioni.

Le richieste verranno accolte alla sola condizione dell'appartenenza all'associazione, ed all'aver provveduto a versare la quota associativa per l'annualità in corso.

Ritengo importante che, oltre alle persone direttamente interessate alla micro-meteorologia (membri "operativi"), partecipino al Gruppo di Lavoro persone del Direttivo che possano operare come "ufficiali di collegamento" rispetto al resto di AISAM.

Ad elenco delle persone definito, vi anticipo che indirò un *doodle* per trovare insieme un'occasione di incontro, da remoto, in cui ci conosceremo meglio ed affronteremo i primi temi.

Chiudo, ringraziandovi per l'attenzione e preparandomi ad accogliervi in questa nuova realtà.

Vostra, dott.ssa *Patrizia Favaron*

## IN PRIMO PIANO

### Giornata Meteorologica Mondiale 2024 – GMM2024



Sono ormai 8 anni che AISAM e SAPIENZA Università di Roma organizzano la Giornata Meteorologica Mondiale, istituita dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM-WMO) per ricordare la propria costituzione in seno all'ONU (risalente al 23 marzo 1950).

L'evento si propone come un momento d'incontro per l'intera comunità italiana di scienze dell'atmosfera, della meteorologia e della climatologia.

Ogni anno l'OMM suggerisce un tema principale agli oltre 190 Stati membri; il tema indicato per il 2024 è "At the frontline of climate action" - In prima linea nell'azione per il clima.

L'evento GMM2024 si terrà **sabato 23 marzo** nell'**Aula "E. Amaldi"**, presso l'**edificio G.Marconi (CU013) Dipartimento di Fisica** nel Campus di Sapienza Università di Roma, ancora una volta in modalità "ibrida" (sia in presenza che on-line, su piattaforma informatica) e s'inserisce tra le numerose attività promosse da AISAM per sostenere e promuovere, a beneficio di tutta la Società, lo sviluppo in Italia delle Scienze dell'Atmosfera e della Meteorologia in ogni ambito possibile.

Il programma prevede la presentazione di relazioni da parte di autorevoli personaggi, particolarmente attivi ed esperti nel tema della GMM2024 (**Maurizio Maugeri**–Università di Milano, **Silvana Di Sabatino**–Università di Bologna, e **Silvio Gualdi**–CMCC), ciascuna seguita da un breve intervento di 3 scuole di Roma.

Sarà, inoltre, proiettato un documentario relativo ad una recente spedizione di 3Bmeteo in Groenlandia, teso a documentare gli effetti del Cambiamento climatico in quella zona.

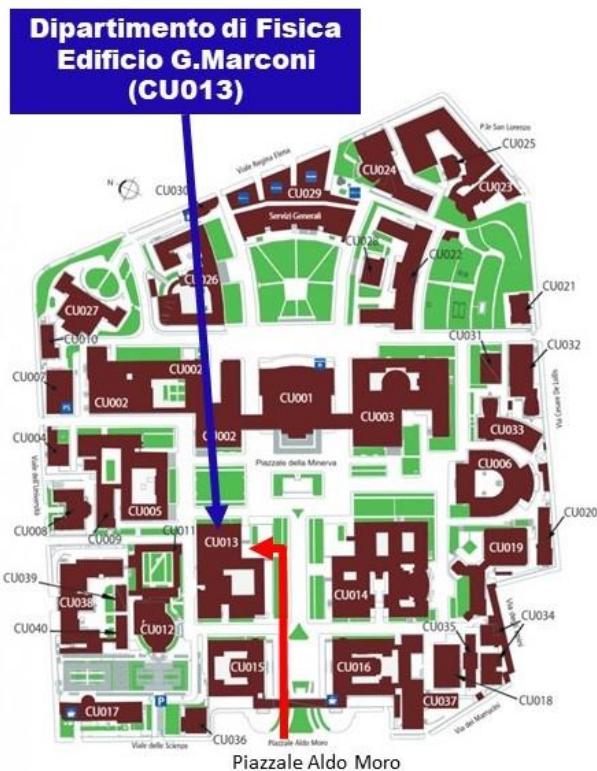


La GMM2024 si rivolge alle diverse categorie di utenti della meteorologia e della climatologia, nei più diversi comparti (protezione civile, agricoltura, servizi, ambiente, aziende, risorse energetiche rinnovabili, trasporti, turismo, formazione, ecc.), ma anche alle Associazioni dei meteo-appassionati, alle scolaresche di ogni ordine e grado ed a tutti i Cittadini.



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Mappa città universitaria



Ulteriori informazioni saranno pubblicate link <https://aisam.eu/gmm2024/> dove, tra l'altro, sarà possibile registrarsi per partecipare in presenza.

Alla GMM2024 hanno concesso il proprio patrocinio: WMO – ItaliaMeteo – Aeronautica Militare – Regione Lazio – ANP Lazio – Associazione Prof. Frank Silvio Marzano e CETEMPS.

L'evento si svolge con la collaborazione di Aziende, Associazioni e Meteo Museo Edmondo Bernacca.

RAI Pubblica Utilità sarà MediaPartner.

Per l'occasione è stato chiesto a Poste Italiane SpA di realizzare un annullo postale con bollo speciale, dedicato alla ricorrenza, ed una cartolina personalizzata.

## 5° Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia (AISAM) – Lecce, 5-8 febbraio 2024



Lecce: Basilica di Santa Croce.

Il 5° Congresso Nazionale AISAM si è svolto a Lecce dal 5 all'8 febbraio 2024, con la partecipazione di oltre cento ricercatori provenienti da varie istituzioni italiane e straniere. Il meeting scientifico è stato preceduto da un evento per le scuole che si è svolto la mattina del 5 febbraio, mentre la sera del 6 febbraio si è svolto un evento per la cittadinanza.

### Evento per le scuole: IL TEMPO CHE CAMBIA

L'evento per le scuole si è svolto il 5 febbraio presso la Sala Congressi del campus Ecotekne. La sala, con una capienza di 500 posti, è risultata completamente occupata da scolaresche provenienti da tutto il Salento. La giornata è stata moderata da Ferdinando De Tomasi (Università del Salento): i primi due interventi, di Piero Lionello (Università del Salento; Cambiamenti climatici nel Mediterraneo e nel Sud Italia) ed Elisa Palazzi (Università di Torino; Cambiamenti climatici e noi), hanno illustrato il problema del cambiamento climatico da un punto di vista generale, ma con particolare attenzione agli effetti nel Sud Italia. Gli studenti hanno mostrato forte interesse, partecipando alla discussione successiva con numerose domande. Dopo una breve pausa, Davide Faranda (CNRS, Parigi) ha illustrato un gioco interattivo sul Cambiamento Climatico (ClimarisQ) e ha invitato sul palco quattro

studenti a giocare nei ruoli di ministro dell'ambiente, dell'economia, ... È seguito un kahoot game sugli eventi estremi in Salento, introdotto da una breve presentazione da parte di Marcello Miglietta (Università di Bari). Ogni classe ha partecipato con una squadra, incaricando un rappresentante di esprimere il proprio voto attraverso l'app scaricata sul telefonino. Ha concluso la giornata un intervento di Gaetano Genovese (3B Meteo), che ha spiegato come si realizzano le previsioni del tempo.



Grande partecipazione di studenti all'evento "Il tempo che cambia".

### Evento per la cittadinanza: EVENTI ESTREMI E CAMBIAMENTO CLIMATICO

L'evento per la cittadinanza si è svolto il 6 febbraio presso il Convitto Palmieri, ospitato in una sala a ridosso del Museo della Stampa. La discussione è stata moderata da Piero Lionello e ha visto gli interventi di Roberta D'Agostino (CNR-ISAC), Davide Faranda, Rossella Ferretti e Antonio Ricchi (Università dell'Aquila e CETEMPS), Roberto Ingrosso (UQAM, Canada), Marcello Miglietta. Gli scienziati hanno illustrato gli effetti già in atto del cambiamento climatico e quali siano gli impatti futuri previsti, anche in termini di eventi estremi. Ha partecipato al dibattito anche Francesco Marasco (MeteoNetwork), in rappresentanza dei numerosi appassionati locali, parlando in particolare della rete di stazioni gestite da MeteoNetwork e della loro importanza anche per finalità scientifiche. La discussione finale ha visto il contributo attivo dei partecipanti (una cinquantina) presenti in sala.



Cittadini ed esperti discutono su eventi estremi e cambiamento

## MEETING SCIENTIFICO

Il meeting scientifico si è svolto dal 6 all'8 febbraio presso l'Aula 7, Edificio 6 del complesso Studium 2000 dell'Università del Salento. Un meeting è stato diviso in cinque sessioni scientifiche orali distinte: PROCESSI, PREVISIONI, CLIMA, OSSERVAZIONI, APPLICAZIONI, intervallate dalle sessioni POSTER.



L'aula dello Studium 2000 durante il 5° Congresso Nazionale AISAM.

### Sessione PROCESSI

Questa sessione, moderata da Marcello Miglietta e Claudio Cassardo (Università di Torino), ha affrontato argomenti molto differenti tra loro. Diversi contributi hanno riguardato misure di turbolenza, sia in ambiente suburbano polare (Stefano De Cesari; CNR-ISAC) che in ambiente forestale (Daniela Cava; CNR-ISAC; Angelo Finco; Università Cattolica del Sacro Cuore), mentre Paolo Martano (CNR-ISAC) ha presentato delle riflessioni sulla propagazione delle particelle ispirate dal COVID-19. Carlo Cintolesi (Università di Bologna) ha illustrato invece

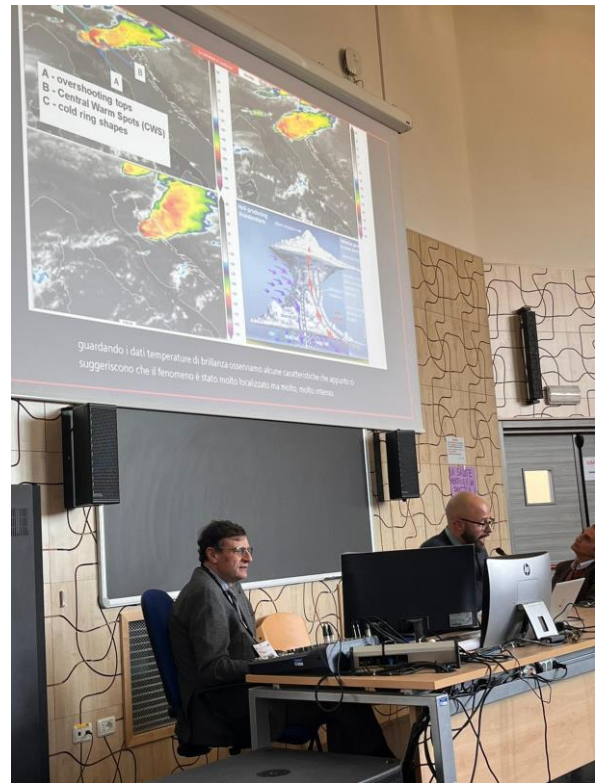


Foto durante la sessione PROCESSI.

alcune simulazioni idealizzate relative alla fase di transizione tra flussi anabatici e catabatici. Infine, alcuni interventi hanno riguardato eventi meteorologici intensi: un evento di convezione intensa in Calabria (Elenio Avolio, CNR-ISAC); una supercella che ha attraversato il nord Adriatico producendo un'onda anomala di 40 cm di altezza, un cosiddetto meteotsunami (Antonio Ricchi, Università dell'Aquila); il ruolo degli aerosol negli eventi alluvionali che saltuariamente interessano la Liguria (Francesco Ferrari, Università di Genova). Ha concluso la sessione un intervento dello sponsor Hypermeteo.

### Sessione PREVISIONI

Dopo la presentazione a invito di Rossella Ferretti (Università dell'Aquila) sulla previsione di eventi di convezione intensa nel Mediterraneo, sono seguiti una serie di interventi relativi alla possibilità di migliorare la previsione deterministica attraverso l'assimilazione dati (Luca Rovai, LAMMA), o attraverso l'applicazione di algoritmi di machine learning (Luca Furnari, Università della Calabria). Federico Garigulo (Università di Bologna) ha illustrato un metodo dinamico-statistico per le previsioni stagionali della stratosfera. Il contributo dell'intelligenza artificiale nella previsione a medio termine dei fulmini è stato presentato da Mattia Cavaola (CNR-ISMAR), mentre Andrea Orlandi (LAMMA) ha illustrato esperimenti numerici su modelli di bassa dimensionalità relativi all'assimilazione dati adattiva guidata da breeding. Hanno completato la sessione Lorenzo Giovannini (Università di Trento), con un'attività



di “intercomparison” nell’ambito del programma TEAMx su circolazioni “thermally-driven”, e Massimiliano Burlando (Università di Genova), che ha illustrato il progetto PRIN WIND-RISK sui downburst.

### **Sessione CLIMA**

In questa sessione si sono trattati aspetti prevalentemente climatologici e si è svolta in tre parti: durante la prima parte, moderata da Piero Lionello e Paolo Ruggieri (Università di Bologna), sono stati raccolti lavori legati alla climatologia a grande scala. Antonio Giordani (Università di Bologna) ha presentato un interessante lavoro sulla capacità di un ensemble di modelli di predire le precipitazioni sulla penisola italiana, con Laura Trentini (Amigo) invece si è parlato di bias correction per la previsione stagionale degli estremi climatici in Africa. Roberto Ingrassia (Università del Québec a Montreal) ha illustrato come l’ipotetico lavoro di forestazione del Sahel possa mitigare gli effetti del cambiamento climatico nell’area, favorendo l’aumento di precipitazioni tramite processi di feedback. Davide Faranda (CNRS), invited speaker per questa sessione, ha dimostrato come un nuovo strumento statistico, ClimaMeter, possa essere capace di attribuire il singolo evento estremo al global warming. Con Chiara Ventrucci (Università di Bologna) ci siamo spostati invece in Atlantico: Chiara ci ha spiegato i meccanismi fisici responsabili della non-stazionarietà della oscillazione multidecadale atlantica e Roberta D’Agostino ha parlato del modo in cui variazioni nella circolazione termalina in Atlantico possano influenzare le precipitazioni dei monsoni in tutte le aree del mondo. La sessione si è conclusa con l’intervento di Giovanni Liguori (Università di Bologna), che ha illustrato come le precipitazioni estreme australiane siano fortemente influenzate da modi di variabilità climatica dell’oceano Indiano e del Pacifico.

Durante la seconda parte, moderata da Paola Faggian (RSE) e Roberta D’Agostino, ci si è maggiormente occupati di aspetti della climatologia a scala locale, polare e montana. Antonio Donadeo (CNR-ISAC, Lecce) ci ha illustrato i risultati della campagna di misure di flusso turbolento di anidride carbonica e metano in Artico. Michele Brunetti (CNR-ISAC, Bologna) ha spiegato come il calo della persistenza del manto nevoso sulle Alpi osservato negli ultimi decenni sia assolutamente straordinario rispetto agli ultimi sei secoli. Anche gli Appennini non se la cavano meglio: Vincenzo Capozzi (Università di Napoli Parthenope) ha presentato i risultati di misure di copertura nevosa in situ provenienti dall’archivio del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, sapientemente digitalizzate. Con Sebastiano Carpentari (Università di Trento) ci siamo occupati di precipitazioni nell’arco alpino. Infine, Anna Napoli

(Università di Trento) ci ha dato una panoramica delle strategie di mitigazione e adattamento messe in campo dalla Provincia di Trento, e Marcello Petitta (Università di Roma Tor Vergata e Amigo) ci ha illustrato come i servizi climatici si siano evoluti per far fronte alle sempre più



Foto durante la sessione CLIMA.

incalzanti necessità del mercato energetico di previsioni accurate.

Per la terza parte della sessione Clima, il comitato scientifico ha raccolto i principali contenuti su Cicloni, Mediane e Tornado: questa sessione speciale è stata moderata da Roberta D’Agostino. Alcune delle attività illustrate si inseriscono nella COST Action “Medcyclone”, che sta mettendo insieme con successo ricercatori di tutta Europa per comprendere meglio le caratteristiche di questo tipo di cicloni. In questo ambito, Marcello Miglietta ha illustrato alcuni risultati relativi all’iniziativa per la definizione di “medicane”, mentre Silvio Davolio (CNR-ISAC) ha commentato i risultati di un confronto tra modelli nella simulazione di uno dei medicane più intensi registrati sinora, il ciclone Ianos. Di cicloni hanno parlato anche Federica Guerrini (Amigo) in una prospettiva di previsioni stagionali, e Giuseppe Ciardullo (Università della Calabria), proponendo l’analisi da satellite di due medicane. Cambiando argomento, Francesco De Martin (Università di Bologna) ha illustrato una sequenza di eventi di convezione intensa che hanno interessato il Nord-est nel luglio 2023, determinando tra l’altro il record europeo di grandine: le condizioni responsabili dell’evento appaiono differenti da quelle ritenute in passato responsabili della generazione di chicchi di grandine grossa (elevato CAPE). Infine, Piero Lionello ha applicato la formula per il calcolo della probabilità di tornado (ottenuta nel recente passato) ad alcuni casi studio, registrando un forte aumento della probabilità in prossimità degli eventi osservati.

### **Sessione OSSERVAZIONI**

Questa sessione, moderata per la prima parte da Piera Ielpo (CNR-ISAC) e Daniela Cava (CNR-ISAC) e per la seconda da Ferdinando De Tomasi, e particolarmente

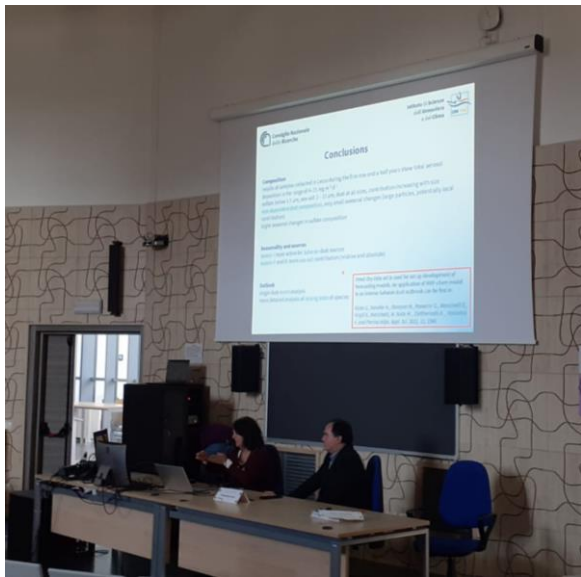


Foto durante la sessione OSSERVAZIONI.

affollata di relatori, è stata caratterizzata da un ampio ventaglio di temi. Si è spaziato dall'uso di tecniche multi-sensori a supporto dei sistemi di nowcasting di grandinate e maltempo e studi sulle prestazioni di sensori mobili come il sensore MeteTracker, ad applicazioni radar per lo studio delle precipitazioni, uso della radiometria passiva a microonde per l'identificazione e la caratterizzazione dei Medicanes e applicazioni di strumentazione avanzata (MEDUSA GC-MS) per l'analisi in continuo di sostanze climalteranti. Interessante anche il contributo della relazione sulla rete osservativa amatoriale della valle dell'Aterno. La conclusione dei lavori della prima parte della sessione Osservazioni è stata affidata alla relazione su invito di Francesca Barnaba (CNR-ISAC), che ha descritto l'uso operativo di sistemi di telerilevamento attivo per il monitoraggio 4D del particolato atmosferico, mostrando potenzialità e applicazioni, nonché sinergie con altri tipi di osservazioni (il telerilevamento passivo da terra, il telerilevamento da satellite, le misure in situ) e con la modellistica numerica. Nella seconda parte sono stati concentrati alcuni interventi incentrati su metodi sperimentali, con una relazione sul ruolo delle incertezze dei parametri spettroscopici nella misura satellitare a microonde del vapore acqueo e temperatura, un'analisi delle prestazioni di un nuovo tipo di disdrometro laser, e la relazione sullo stato di avanzamento del progetto dell'ASI che porterà alla realizzazione di un avanzato sistema lidar satellitare. Altri due interventi da parte di gruppi locali hanno riguardato l'analisi dell'isola di calore nella città di Lecce utilizzando misure satellitari di temperatura e i risultati del network di misurazione della deposizione secca di aerosol XMed-Dry, che ha una stazione di misura a Lecce. Relatori della sessione: Sante Laviola, Federico Vermi, Francesco Barbano, Mario Montopoli, Jgor Arduini, Valentina Di Francesca, Gabriele Curci, Domenico Cimini, Alessandro Bracci, Sabina

Angeloni, Antonio Esposito, Paolo Di Girolamo e Pierina Ielpo.

### Sessione APPLICAZIONI

In questa sessione, moderata da Riccardo Buccolieri (Università del Salento) e Micaela Menegotto (ARPA-Puglia), i relatori hanno presentato una serie di lavori approfonditi che coprivano una vasta gamma di argomenti riguardanti l'ambiente, la qualità dell'aria e il cambiamento climatico. Gianluca Pappaccogli (Università del Salento) ha introdotto lo sviluppo dello schema di parametrizzazione BEP+BEM Offline, evidenziando l'importanza di comprendere l'impatto del clima sulle aree urbane e le possibili misure di mitigazione. Andrea Piccoli (RSE) ha discusso del contributo del traffico stradale sulla qualità dell'aria nella città di Milano, confrontando due approcci modellistici multi-scala per valutarne l'impatto. Cristina Mangia (CNR-ISAC) ha presentato un caso di studio di modellistica meteorologica per valutare l'impatto sulla salute da emissioni industriali in siti ad orografia complessa, evidenziando come la topografia influenzi la distribuzione degli inquinanti. Annalisa Tanzarella (ARPA-Puglia) ha illustrato l'applicazione di uno strumento modellistico per valutare gli impatti degli incendi, concentrandosi su un caso studio nell'area del barese. Silvana Di Sabatino (Università di Bologna) ha discusso del progetto RISKADAPT, che mira a sviluppare una piattaforma integrata per ridurre il rischio di danni agli edifici e alle infrastrutture in seguito a fenomeni meteorologici estremi indotti dal cambiamento climatico. Infine, Fabio Bozzeda (Università del Salento) ha presentato uno studio sull'applicazione di una rete neurale artificiale per valutare l'evoluzione dei parametri geofisici nelle lagune costiere del Mediterraneo in risposta al cambiamento climatico. Insieme, questi interventi hanno offerto una panoramica completa delle sfide e delle opportunità legate all'ambiente e al cambiamento climatico, evidenziando l'importanza della ricerca scientifica per affrontare tali questioni cruciali per il nostro futuro.

### Sessioni POSTER



Discussioni tra i partecipanti e gli autori durante la sessione POSTER.



La cena sociale presso la dimora storica cinquecentesca di palazzo Tamborino Cezzi.

Le sessioni poster si sono svolte nelle ore successive ai pranzi, nella stessa sala destinata ai pasti, presso l'atrio dell'Edificio 5 dello Studium 2000. Gli ampi spazi a disposizione hanno consentito ai partecipanti di discutere i risultati dei poster in assoluta tranquillità. La discussione è stata vivace, tanto che i partecipanti si sono soffermati in prossimità dei poster anche oltre il tempo previsto.

Ricordiamo, infine, il **piacevole momento di convivialità della cena sociale** svoltasi presso la dimora storica

cinquecentesca del centro storico di Lecce, palazzo Tamborino Cezzi, e curata da Gianluca Macchia catering sartoriale e Margherita Andriulo.

L'organizzazione del 5° Congresso Nazionale AISAM ringrazia di cuore gli sponsor che hanno voluto supportare AISAM nella realizzazione di questo importante evento.

**VAISALA**



**Hortus**  
Monitoring Solutions & Software Applications

**GILLEM LOMBARDI MAROZZINI**

**Radarmeteo**  
Servizi meteorologici professionali

**Hypermeteoro**  
Climate & weather grids

*Autori:*



*Marcello Miglietta*



*Riccardo Buccolieri*



*Roberta D'Agostino*



*Piera Ielpo*

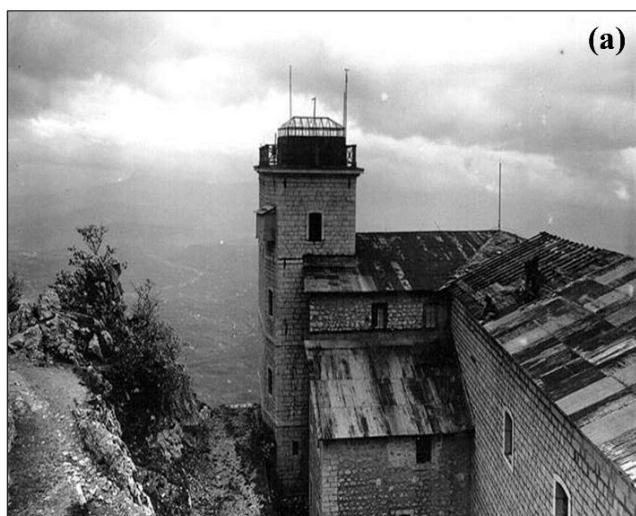


*Ferdinando De Tomasi*



*Piero Lionello*

## I 140 anni dell'Osservatorio meteorologico di Montevergine

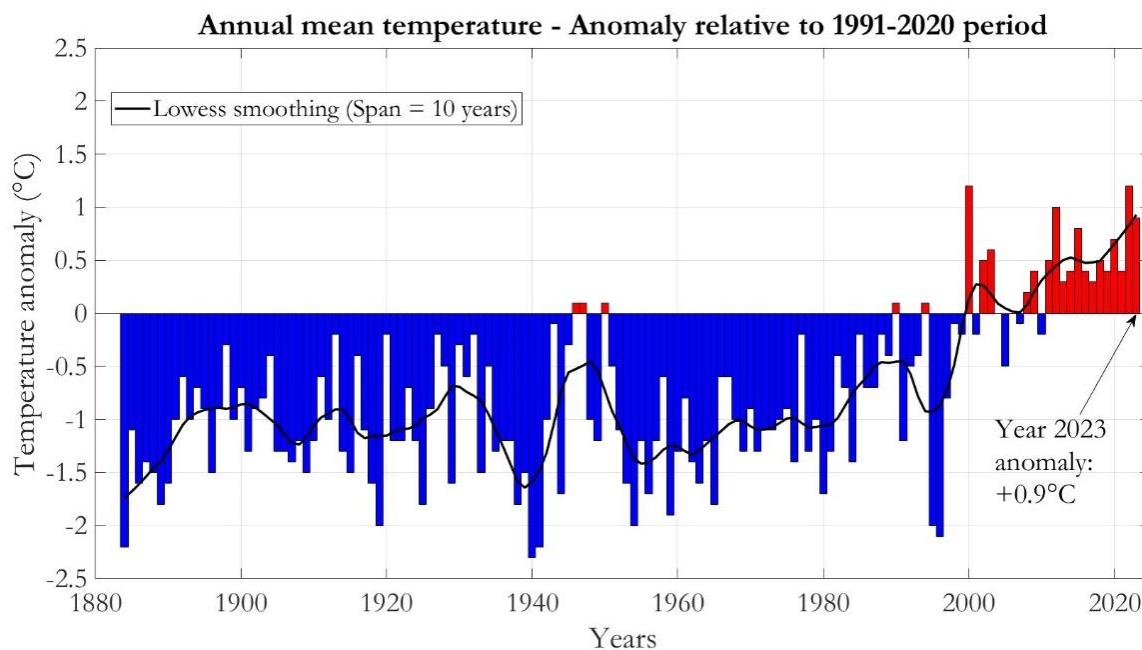


**Figura 1.** Nel pannello di sinistra (a) è riportata un'antica fotografia della torretta dell'Osservatorio meteorologico di Montevergine, ubicata presso l'omonima Abbazia. Si ringrazia il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare per la gentile concessione. Il pannello di destra (b) riporta un estratto del registro meteorologico dell'anno 1946 (seconda decade), in cui sono riportate le osservazioni barometriche, anemometriche e termo-igrometriche.

Lo scorso 01 gennaio ha idealmente compiuto l'età di 140 anni uno dei più antichi osservatori meteorologici degli Appennini, quello di Montevergine. La specola di Montevergine (Fig. 1a), ubicata sui monti del Partenio (AV), alla quota di 1280 m s.l.m., fu fondata in data 01/01/1884 dai padri benedettini dell'omonima Abbazia per volere dell'Abate D. Guglielmo De Cesare e dell'insigne studioso e scienziato Padre Francesco Denza. Nel corso del tempo, presso l'Osservatorio di Montevergine è stato monitorato un ampio spettro di parametri meteorologici, attraverso misure effettuate con cadenza sub-giornaliera e giornaliera (Fig. 1b); fa eccezione solo il quinquennio 1964-1968, in cui l'Osservatorio fu temporaneamente chiuso per mancanza di personale. Storicamente, la stazione di Montevergine è stata parte integrante delle reti di monitoraggio istituzionali, quali l'Ufficio Centrale di Meteorologia di Roma ed il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale; si ricorda, a tal proposito, che dal 1938 al 1952 l'Osservatorio fu anche parte della rete di monitoraggio della Reale Aeronautica (il moderno Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare). A partire dal 2008, l'Osservatorio ha proseguito la propria attività in maniera autonoma tramite il sostegno di un'associazione di volontariato (denominata "MVOBSV – MountVergine Observatory") ed il supporto tecnico-scientifico dell'Università degli Studi di Napoli "Parthenope". Attualmente, l'Osservatorio di Montevergine è dotato di

una centralina meteorologica automatica, di un disdrometro laser, di un pluviometro a peso, di un anemometro sonico triassiale, di un nivometro ad ultrasuoni e di sensori preposti al monitoraggio di alcuni gas (anidride carbonica, metano ed ozono). I dati registrati da tali sensori sono consultabili tramite il sito [www.mvobsv.org](http://www.mvobsv.org).

L'Osservatorio di Montevergine rappresenta, anche in virtù del particolare contesto geografico in cui sorge, un vero e proprio scrigno di ricchezza scientifica con pochi eguali nel territorio italiano, almeno per quel che concerne le aree montuose, che speriamo ci offra ancora a lungo nuovi, preziosissimi, dati da studiare ed analizzare. Dalla disamina delle misure sin qui raccolte, è emerso un significativo trend di crescita delle temperature (Fig. 2), che nell'ultimo decennio (2010-2019) sono state di 1.5°C più calde di quelle osservate sino agli anni '80 dello scorso secolo. Evidenze di rilievo dei recenti cambiamenti climatici sono state riscontrate anche tramite l'analisi della ricorrenza degli eventi meteorologici estremi ed in particolare delle ondate di calore. Queste, negli ultimi due decenni, si sono manifestate con una frequenza e con una continuità che non trovano riscontro nei dati pregressi. In merito agli apporti meteorici, questi hanno subito, nel tempo, una progressiva diminuzione sino ad attestarsi, a cavallo tra la seconda metà degli anni '70 e gli inizi degli anni 2000, su valori ben inferiori a quelli climatologici. Successivamente, è stata osservata un'inversione di



**Figura 2.** Andamento della temperatura media annua osservata a Montevergine dal 1884 al 2023. La temperatura (°C) è espressa in termini di anomalia rispetto al periodo climatologico di riferimento (1991-2020). In colore blue sono evidenziate le annate più fredde del normale, in colore rosso quelle caratterizzate da anomalie positive di temperatura. La curva di colore nero mette in evidenza la variabilità interdecadale attraverso il filtro Lowess, calcolato considerando una finestra pari a 10 anni.

tendenza, grazie a condizioni alla scala sinottica più favorevoli ad eventi precipitativi sugli Appennini meridionali.

e preziose informazioni sulle vicende climatiche pregresse.

Le misure più recenti, quelle raccolte nell'anno solare da poco conclusosi, ci dicono che il 2023 è stato il terzo anno più caldo della serie storica. L'anomalia rispetto all'ultima climatologia di riferimento (1991-2020) è stata di 0.9°C. È andata meglio sul fronte degli apporti meteorici: la quantità complessiva di precipitazione registrata nel 2023, pari a 1817.9 mm, è stata di poco superiore (+8.7%) a quella mediamente osservata nell'ultimo trentennio.

Alla luce dell'estrema vulnerabilità delle aree montuose ai cambiamenti climatici, è auspicabile che si investano maggiori risorse nell'ampliamento delle reti di monitoraggio atmosferico nelle regioni d'alta quota nonché nella salvaguardia di realtà, come quella dell'Osservatorio di Montevergine, depositarie di antiche

*Autore:*



Vincenzo Capozzi

*(Università degli Studi di Napoli "Parthenope")*

## Formazione delle AABW in aree costiere dell'Oceano Meridionale

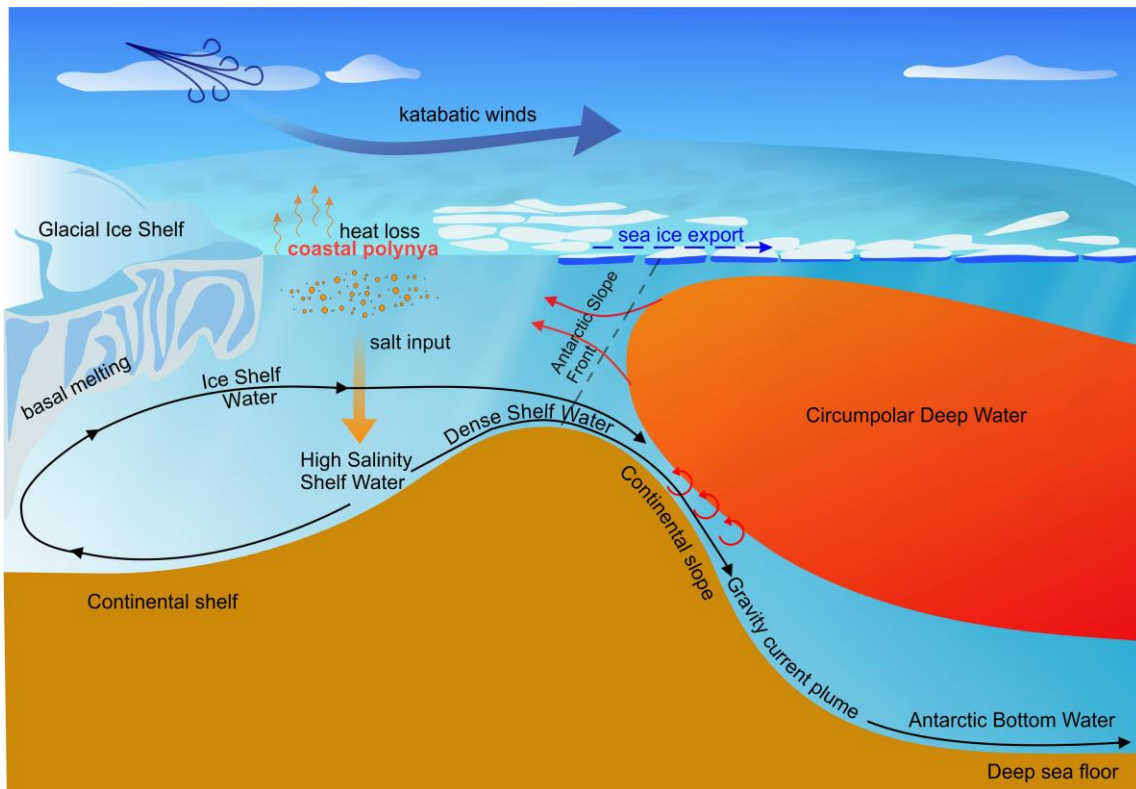
La sigla AABW (*Antarctic Bottom Water*) con la quale gli oceanografi hanno “battezzato” le acque che occupano le profondità oceaniche individua immediatamente la loro origine (i mari antartici) e la profondità (gli abissi oceanici) dove vengono identificate. Questa tipologia di acqua rappresenta da sola il 30-40 % del volume di tutti gli oceani e riveste un ruolo fondamentale per il clima del pianeta e per la sua ecologia marina.

Lo studio delle AABW è stato storicamente una sfida ambiziosa per gli oceanografi: la posizione remota dell'Antartide e le sue dure condizioni climatiche comportano spedizioni lunghe, costose, spesso rischiose e con logistiche impegnative per raccogliere misure in situ. Le campagne oceanografiche sono spesso ulteriormente ostacolate dalla copertura di ghiaccio marino sull'Oceano

Meridionale (a sud di circa 60°S) durante l'inverno australe e in molte zone costiere antartiche. La copertura di ghiaccio marino limita inoltre la capacità dei satelliti di misurare le proprietà della superficie oceanica. L'osservazione dell'AABW si è quindi basata su misurazioni in situ che richiedono spedizioni oceanografiche lunghe e costose.

La particolare combinazione di temperatura (tra -0.8 e 2.0 °C) e di salinità (tra 34.6 e 34.7) che caratterizza queste acque fa sì che esse siano le più dense del pianeta e quindi siano le regine incontrastate delle profondità abissali di tutti gli oceani collegati con l'Oceano Meridionale.

Formatesi attraverso complessi meccanismi di mescolamento lungo le coste antartiche si diffondono infatti a tutte le longitudini e latitudini del nostro pianeta



**Figura 1.** Schema della formazione delle *Antarctic Bottom Water* (AABW) che si originano a causa dell'intenso raffreddamento e/o dell'aumento della salinità delle acque presenti sulla piattaforma continentale. Nel primo caso, le acque aumentano la loro densità perché raffreddate dal contatto con la base delle piattaforme glaciali, raggiungendo temperature al di sotto del punto di congelamento superficiale, e prendono il nome di *Ice Shelf Water* (ISW). Nel secondo caso, l'aumento di densità è determinato dall'aumento di salinità a causa di processi di formazione di ghiaccio nelle aree di *polynya* che dà luogo alla formazione di *High Salinity Shelf Water* (HSSW). In entrambi i casi, queste acque interagiscono con le acque circumpolari mescolandosi in prossimità dello *shelf break* e della scarpata continentale originando così le AABW.

portando in profondità e isolando dalla atmosfera calore e CO<sub>2</sub>, attuando quello che in termini scientifici viene definito come processo di ventilazione degli abissi oceanici.

La grande attenzione che gli oceanografi dedicano alle AABW è dovuta al ruolo fondamentale che esse giocano nel contesto climatico in quanto costituiscono la parte meridionale della Meridionale Overturning Circulation (MOC, <https://www.aoml.noaa.gov/moc/>), che distribuisce da nord a sud le proprietà termiche e biogeochimiche degli oceani, contribuendo alla regolamentazione del clima terrestre.

### Il processo di formazione delle ABBW

Come detto, le AABW sono le acque più dense che possiamo identificare negli oceani del globo, la loro formazione deriva, tuttavia, dalla presenza di acque ancora più dense che si formano localmente nei mari costieri attorno l'Antartide a causa sostanzialmente di due processi (Figura1):

- a) diminuzione della temperatura per contatto con il ghiaccio continentale (*Ice Shelf Water*);
- b) aumento della salinità a causa della formazione del ghiaccio marino (*High Salinity Shelf Water*).

#### *Ice Shelf Water*

Le parti immerse dei ghiacciai continentali che si allungano anche per centinaia di km offrono enormi aree di contatto con le acque che circolano sulla piattaforma continentale. Il contatto con la base glaciale (posta anche a decine o qualche centinaia di metri di profondità) abbassa la temperatura al di sotto della temperatura di congelamento superficiale, aumentando considerevolmente la densità di queste acque che, se portate adiabaticamente in superficie, congelerebbero all'istante. Queste acque, caratterizzate appunto da una temperatura al di sotto di quella di congelamento superficiale, prendono il nome di *Ice Shelf Water* (ISW).

#### *High Salinity Shelf Water*

In questo caso gioca un ruolo fondamentale la gelida atmosfera antartica che raffredda gli strati superficiali del mare innescando il processo di congelamento. Il processo di formazione del ghiaccio (che ha una salinità di circa 5 contro una salinità di circa 35 per il mare) rilascia il sale agli strati inferiori aumentando la loro salinità. Questo processo contribuisce ad aumentare notevolmente la densità delle acque che prendono il nome di *High Salinity Shelf Water* (HSSW). L'aumento di densità forza queste acque a muoversi verso il basso raggiungendo eventualmente il fondo marino. Questi processi sono particolarmente rilevanti in alcune aree costiere dei mari

antartici, dove i venti impetuosi che provengono dal plateau antartico soffiano sul mare contribuendo ulteriormente al raffreddamento degli strati superficiali e alla formazione di ghiaccio. Questi sono denominati venti catabatici (dal termine greco katabatikos, che significa "che va verso il basso") in quanto soffiano scendendo da un'inclinazione topografica (nel nostro caso il plateau antartico) verso la zona costiera con intensità elevatissime: in alcune aree questi venti possono superare i 300 chilometri all'ora (circa 186 miglia all'ora).

L'azione meccanica di trascinamento del vento sposta il ghiaccio appena formatosi allontanandolo dalla zona di formazione contribuendo in tal modo a mantenere il mare libero dal ghiaccio e quindi nuovamente esposto ai processi di congelamento. Queste aree, di dimensioni variabili da poche centinaia di km<sup>2</sup> a migliaia di km<sup>2</sup>, sono denominate "area di polynya" o semplicemente "*polynya*" con un termine derivato dal russo, che significa "buco nel ghiaccio", ma internazionalmente condiviso anche nella letteratura scientifica.

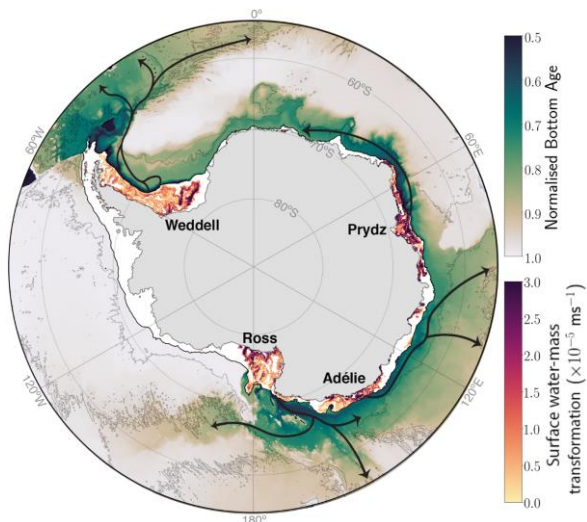
Oltre a rivestire un ruolo chiave nella formazione di acque dense, queste aree di *polynya*, per l'assenza di ghiaccio o la presenza soltanto di uno strato sottile, permettono il passaggio della luce in primavera che innesca la precoce fioritura di microalghe che sono alla base della catena alimentare marina. Non a caso, in prossimità di queste aree, sono numerose le colonie di pinguini.

### La forzatura topografica

La batimetria dei fondali gioca un ruolo chiave nel convogliare queste acque fredde e dense, formatesi sulla piattaforma continentale e, quindi, spesso indicate generalmente come "acque di *shelf*", verso le aree di mare aperto dove avvengono poi i processi di mescolamento con le acque trasportate dalla poderosa Corrente Circumpolare Antartica, denominate *Circumpolar Deep Water* (CDW). Il mescolamento delle acque di *shelf* con la CDW è l'atto finale del processo che porta alla formazione delle AABW.

Le AABW lasciano quindi la piattaforma continentale, in prossimità della quale si sono formate, e discendono in parziale bilanciamento geostrofico lungo lo *slope* continentale sino a raggiungere gli abissi oceanici (Figura 2). Nel caso di processi di formazione delle AABW più intensi, che producono grossi volumi e flussi con intensità maggiori, queste acque abbandonano la piattaforma continentale con processi di "*cascading*": vere e proprie tracimazioni di acque dense che scendono velocemente verso gli abissi oceanici lungo il gradiente batimetrico maggiore.

Entrambi i processi sono spesso modulati dalla marea astronomica, che favorisce il mescolamento delle acque di



**Figura 2.** Schema delle aree di formazione e diffusione delle AABW in una simulazione globale ad alta risoluzione (ACCESS-OM2-01) che comprende le aree costiere del continente antartico. L'ombreggiatura verde indica la concentrazione dopo 10 anni di diffusione di un ipotetico tracciante iniettato nelle aree di formazione sulla piattaforma continentale; i colori verdi più scuri indicano una maggiore concentrazione di AABW. L'ombreggiatura rossa indica la velocità di formazione delle acque di fondo antartiche intorno alla costa antartica. Le frecce nere indicano qualitativamente i percorsi della AABW. Crediti immagine: Ruth Moorman, Adele Morrison e Andy Hogg, Australian National University. Per ulteriori informazioni su questa simulazione, si veda Moorman et al. (2020), *Journal of Climate*.

piattaforma con quelle di mare aperto, favorendo l'uscita delle prime dallo *shelf* o l'ingresso sullo *shelf* delle seconde.

### Le AABW nel sistema climatico

In ambito nazionale, il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA – [www.pnra.aq](http://www.pnra.aq)) ha finanziato negli ultimi decenni diversi progetti per lo studio della formazione di AABW nel settore pacifico dell'Oceano Meridionale, in particolare nell'area del Mare di Ross. Proprio in virtù di questi studi, anche in collaborazione con i programmi antartici di altre nazioni, è stato compreso come il Mare di Ross contribuisca in maniera determinante alla formazione di queste acque, dando un contributo fondamentale al mantenimento della circolazione oceanica globale.

La presenza delle AABW negli oceani è testimoniata dalla presenza, in prossimità del fondo, di acque relativamente poco salate ma molto fredde, che hanno caratteristiche lievemente diverse a seconda della regione di formazione da cui provengono: le AABW del bacino atlantico sono prevalentemente originate dal Mare di Weddell (che contribuisce da solo a circa il 50% della produzione totale delle AABW), mentre quelle dei bacini pacifici sono originate prevalentemente dal Mare di Ross. L'identificazione delle AABW è spesso effettuata anche utilizzando traccianti biogeochimici, tra questi i CFC

(Clorofluorocarburi) forniscono importanti informazioni inerenti all'età di tali acque e, quindi, sulla velocità di formazione.

Recenti lavori hanno evidenziato come la produzione delle AABW nel Mar di Weddell sia diminuita considerevolmente dal 1992 ad oggi, stimando una riduzione di circa il 30% dovuta ad una riduzione delle *shelf waters* in quest'area imputabile, a sua volta, ad un decremento di oltre il 40% nella produzione di ghiaccio marino.

La riduzione nella produzione delle AABW apre importanti interrogativi sulla stabilità della circolazione globale termalina e sulle inevitabili conseguenze sul clima globale.

### Per approfondire:

Bowen MM, Fernandez D, Forcen-Vazquez A, Gordon AL, Huber B, Castagno P, Falco P. *Sci Rep*. 2021. *The role of tides in bottom water export from the western Ross Sea*. *Jan 26;11(1):2246*. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81793-5>.

Budillon, G., Castagno, P., Aliani, S., Spezie, G., and Padman, L. (2011). *Thermohaline variability and Antarctic Bottom Water formation at the Ross Sea shelf break*. *Deep. Sea. Res. Part I. Oceanogr. Res. Pap.* 58, 1002–1018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2011.07.002>.

Budillon, G., Cordero, S. G., and Salusti, E. (2002). *On the dense water spreading off the Ross Sea shelf (Southern Ocean)*. *J. Mar. Syst.* 35, 207–227. doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(02\)00082-9](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00082-9).

Ruth Moorman, Adele K. Morrison, and Andrew McC. Hogg (2020). *Thermal Responses to Antarctic Ice Shelf Melt in an Eddy-Rich Global Ocean–Sea Ice Model*. *Journal of Climate*, Volume 33: Issue 15; DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0846.1>.

Naveira Garabato, A. C., McDonagh, E. L., Stevens, D. P., Heywood, K. J., and Sanders, R. J. (2002). *On the export of Antarctic Bottom Water from the Weddell Sea*. *Deep Sea Res. Part II* 49, 4715–4742. doi: [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(02\)00156-7](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(02)00156-7).

Silvano A, Purkey S, Gordon AL, Castagno P, Stewart AL, Rintoul SR, Foppert A, Gunn KL, Herraiz-Borreguero L, Aoki S, Nakayama Y, Naveira Garabato AC, Spingys C, Akhoudas CH, Salle' e J-B, de Lavergne C, Abrahamsen EP, Meijers AJS, Meredith MP, Zhou S, Tamura T, Yamazaki K, Ohshima KI, Falco P, Budillon G, Hattermann T, Janout MA, Llanillo P, Bowen MM, Darelius E, Østerhus S, Nicholls KW, Stevens C, Fernandez D, Cimoli L, Jacobs SS, Morrison AK, Hogg AM, Haumann FA, Mashayek A, Wang Z, Kerr R, Williams GD and Lee WS (2023). *Observing Antarctic Bottom Water in the Southern Ocean*. *Front. Mar. Sci.* 10:1221701. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1221701>.

*Autore:*



**Giorgio Budillon**  
(Università degli Studi di Napoli "Parthenope")



### Dove cielo e Terra si incontrano: Parte III Micro-meteorologia e grotte-ghiacciaia

#### Introduzione

Nella scorsa puntata avevamo parlato di Planetary Boundary Layer in un'accezione un po' strana, per così dire di confine: se cielo e Terra s'incontrano, dove lo fanno di preciso? Avevamo, se ricordate, parlato di suoli, interstizi, atmosfera, creaturine.

Ora, visto che abbiamo cominciato, vediamo di toccare per davvero il fondo.

E scenderemo nelle profondità della Terra, ma per davvero: nelle grotte!

E non in grotte speciali, ma in una delle loro varietà meno ospitali, le *grotte-ghiacciaia*.

Da secoli si sa che le grotte costituiscono un ambiente meteorologico molto particolare, e molto se ne è scritto già in passato.

Una delle descrizioni più accessibili (e reperibili: ne esiste anche una versione e-book) è [Geiger et al., 1995]. Nella sezione 47 del Capitolo VII si parla proprio del microclima nelle nostre amiche grotte, classificate per l'occasione come si fa ancora oggi in *statiche*, con un solo ingresso, e *dinamiche*, con più ingressi, magari a quote diverse.

Queste ultime sono quelle per me più interessanti, perché sono attraversate da correnti d'aria, a volte anche intense (nel libro di Geiger et al. si cita un caso in cui la corrente d'aria arrivava a 4m/s – non dubito si possano trovare valori maggiori).

Una “domanda scientifica” comune alle grotte-ghiacciaia sparse per il Mondo è: come ha fatto il ghiaccio a finire

dov'è? Quali sono i meccanismi di trasporto? Di evoluzione? Le risposte sono molto *varie*...

#### Le grotte del Moncodeno

Nella Figura 1, tratta da [Citterio et al., 2004] l'area del Moncodeno, insieme alla collocazione di quattro grotte ghiacciaia studiate nelle campagne pre-2004.

Il Moncodeno (Grigna Settentrionale) è uno dei comprensori carsici con più alta densità di grotte-ghiacciaia di tutto il Mondo.

Le caverne che vi si aprono sono accomunate da uno sviluppo principalmente verticale, impostato a seguire fratture ed altre irregolarità strutturali (Bini e Pellegrini, 1998). Le profondità vanno da qualche metro a molte centinaia, non di rado con diversi pozzi molto profondi raccordati da brevi meandri sub-orizzontali. Una di queste, l'Abisso Viva le Donne, per molti anni ha detenuto il record italiano di grotta più profonda.

Le grotte del Moncodeno sono (con una eccezione, riferitami dallo speleologo Tiziano Manzi in una conversazione personale) prive di speleotemi. Non già per una loro giovane età, ma per la loro genesi. Molte di esse, quelle con un'imboccatura che giunge sino alla superficie, hanno pareti lisce con sezione quasi perfettamente circolare (“lavorazione a canna di fucile”).

Secondo il compianto professor Alfredo Bini, che le aveva percorse e studiate per molta della sua vita, questa “lavorazione” si è originata in occasione delle ultime glaciazioni: il ghiacciaio aveva scoperchiato le grotte più vicine alla superficie, e le aveva invase. In seguito, al momento del ritiro dei ghiacci, l'acqua allo stato liquido era entrata dall'alto e, confinata alla periferia dalla massa di ghiaccio che occupava il centro, la lambiva erodendone e lisciodone progressivamente la superficie.

Un'altra stranezza delle grotte del Moncodeno è che si accrescono verso l'alto, per franamento. Le rocce delle Grigne sono interessate da un'infinità di faglie e diaclasi (spaccature): difficile, da quelle parti, parlare di “roccia compatta”. E così è molto facile che le rocce che sovrastano una grotta siano fratturate, almeno un poco. L'acqua che circola nelle masse rocciose allarga pian piano le spaccature, ed ogni tanto accade che qualche blocco della volta, non più sostenuto, cada. Il vuoto che lo rimpiazza vuol dire “volta un po' più alta”. E così via, mese dopo mese, millennio dopo millennio.

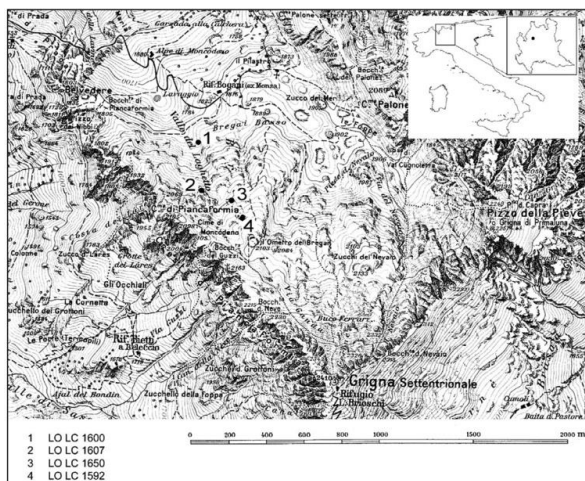


Figura 1. L'area del Moncodeno (Grigna Settentrionale).

## Permafrost e grotte-ghiacciaia

Se un monte è intensamente fratturato, e non si riduce a un mucchione di ghiaia, vuol dire che qualcosa lo tiene insieme.

Il peso delle masse sovrastanti è una delle cause.

Ma non la sola: in Grigna, ed in moltissimi altri luoghi nella catena alpina ed appenninica, a tenere insieme masse che altrimenti franerebbero a valle è anche quel ghiaccio che alle elementari ci spiegavano essere, con le alternanze di gelo e disgelo, uno dei più potenti fattori erosivi.

Aveva allora torto la maestra? No: in superficie, ed appena sotto, accade proprio questo. Le temperature salgono e scendono a cavallo degli 0°C, e quando la temperatura scende l'acqua passa alla fase solida e, strana bestia contraddittoria qual è, aumenta il proprio volume invece di diminuirlo, spaccando, disgregando, riducendo col tempo qualunque materiale abbastanza resistente da sopravvivere alla dissoluzione chimica in ghiaia e sabbia.

Ma se scendessimo verso il basso, sotto il terreno, e misurassimo la temperatura a profondità diverse, scopriremmo ben presto che le variazioni di questa si fanno sempre più tenui, mano a mano che ci si allontana dalla superficie: appena una decina di centimetri al di sotto della superficie, e la misura di temperatura mostrerà una versione attenuata, molto lisciata e un po' ritardata della variazione oraria; una ventina di centimetri, e vedremo le variazioni stagionali, ogni traccia della dinamica giornaliera è persa; cinquanta centimetri, e in certi terreni vedremo solo la temperatura media annua.

Temperatura media che nelle aree montane può benissimo essere minore di 0 °C, nel qual caso l'acqua presente negli interstizi delle rocce è per lo più allo stato solido: ciò che i geologi chiamano *permafrost*.

E negli ambienti di alta montagna è proprio il permafrost ad agire come uno dei principali agenti di consolidamento.

Così non è del tutto sorprendente che in alcune caverne siano presenti depositi di ghiaccio.

Se solo ci pensiamo un momento, vediamo che quel ghiaccio non può essere eterno. L'indizio più promettente al riguardo è il fatto che il ghiaccio non occupa quasi mai l'intero volume delle grotte, ma si "organizza" in depositi separati.

Spedizioni compiute in una medesima grotta-ghiacciaia rivelano quasi sempre cambiamenti di forma e dimensione dei depositi di ghiaccio, anche in assenza di trasporto evidente di acqua dall'esterno (per ruscellamento).

I depositi devono dunque essere il risultato di intricati equilibri dinamici, un po' come le nubi orografiche che sembrano star ferme, ma in realtà si formano e si dissolvono continuamente.

Quindi: un dato cristallo di ghiaccio quanto rimane in grotta? Il tempo di permanenza è importante sia per ragioni scientifiche (il ghiaccio fa da archivio naturale: intrappola bollicine d'aria, polveri, spore, insetti...) che pratiche: una volta tornata alla fase liquida, quell'acqua alimenterà gli acquedotti dei Comuni a valle e, sorpresa, verso il lago invece che la Valsassina. La Grigna è una delle pochissime montagne al mondo in cui lo spartiacque gravitazionale, dovuto alle sole altimetrie, è diverso dallo spartiacque geologico - per effetto delle numerose cavità sotterranee e delle linee strutturali intricatissime.

L'acqua di fusione che si libera dalle grotte scende in profondità, e riaffiora... a Mandello, a chilometri di distanza. Una benedizione per i e le mandellesi, visto che il loro acquedotto pesca dalle sorgenti montane. E per le molte ed importanti industrie.

### L'Abisso al Margine dell'Alto Bregai

Ed eccoci, finalmente. Uno dei depositi di ghiaccio più



Figura 2. Imbocco della LO LC 1650, "Abisso al margine dell'Alto Bregai", una delle grotte-ghiacciaia più studiate (fotografia dell'autrice).

interessanti, e uno dei due più studiati, si trova nella LO LC 1650 (Figura 2), una profonda grotta conosciuta con il nome non molto attraente di "Abisso al margine dell'Alto Bregai".

La geometria complessiva della LO LC 1650, presentata in Figura 3, era stata rilevata da tempo (vedi [Bini e Pellegrini, 1998]), ed era ben nota la sua natura di grotta-ghiacciaia. Ma dobbiamo attendere sino a [Citterio et al., 2004] perché venisse data notizia dei risultati di una prima estesa campagna di rilievi e misure.

Una delle scoperte più interessanti fatte in quell'occasione è stata la constatazione che il deposito

maggiore, P50, un tempo doveva essere stato tanto grande da occupare l'intera sezione della grotta, mentre oggi si è sensibilmente ridotto, grazie principalmente alla formazione di un tunnel naturale (Figura 4, Citterio et al., 2004) allora interpretato come dovuto al passaggio di aria.

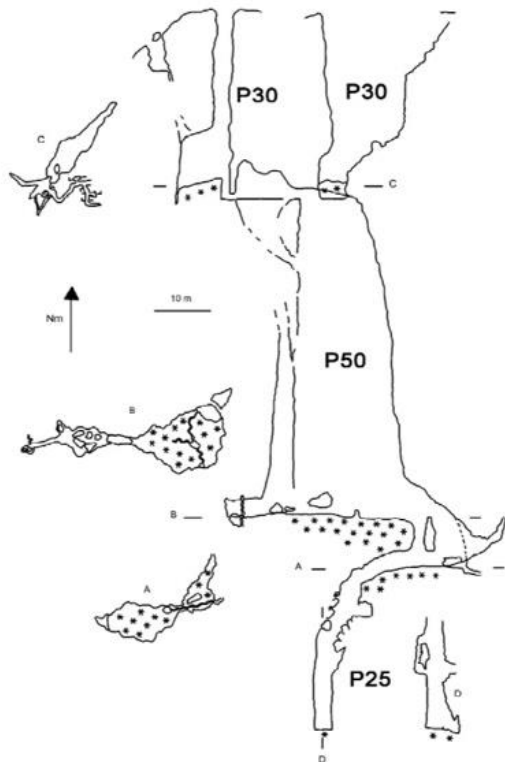


Figura 3. Rilievo della LO LC 1650.

Se il tunnel, non accompagnato da fenomeni visibili di ruscellamento, ha un'origine in parte misteriosa, più chiara è l'origine del deposito stesso: nella foto in Figura 5 (tratta come al solito da [Citterio et al., 2004]) possiamo vedere la struttura stratificata del ghiaccio del deposito principale. L'ipotesi più accreditata è che l'acqua sia entrata dai livelli superiori in fase liquida, e che si sia accumulata a formare un laghetto sopra il deposito P50,



Figura 4. Fotografia del tunnel nel deposito di ghiaccio principale (P50).

un tempo privo di aperture verso il basso. Ai primi freddi, l'acqua gelava aggiungendo un nuovo strato al deposito. Anno dopo anno, il deposito si accresceva, ed ha continuato a farlo sino a che in epoca successiva l'aria vi si è aperta una strada.



Figura 5. Aspetto a strati tabulari orizzontali del ghiaccio nel deposito maggiore (P50).

Non tutti i depositi di ghiaccio nella LO LC 1650 sono, però, stratificati. In particolare, quello sul fondo del pozzo P30 ha una struttura più uniforme: l'interpretazione è stata, per lui, di origine nivale. D'inverno la neve riusciva ad entrare, e si accumulava sul fondo pressandosi e subendo una diagenesi del tutto simile a quella che si verifica sui ghiacciai dopo il deposito delle nevi invernali.

La presenza del tunnel "eolico" nel ghiaccio poneva un problema macroscopico: come faceva l'aria ad asportare così tanta acqua allo stato di vapore?

#### Gli anni del progetto Interreg

La storia micro-meteorologica della LO LC 1650 inizia dopo il 2004, grazie ad un finanziamento Interreg ed all'interessamento della Comunità Montana della Valsassina, Valvarrone, Val d'Esino e Riviera, impegnata nella costituzione del Parco delle Grigne (che poi si è ridotto a Parco della Grigna Settentrionale). Le nuove, immaginate campagne strumentali avrebbero voluto comprendere meglio le dinamiche complesse della grotta, e questo avrebbe richiesto una dotazione strumentale più estesa rispetto a quella delle prime misure: non più soltanto punti di misura di temperatura e umidità relativa, in aria e in roccia, ma, anche, il vento.

La nuova operazione aveva bisogno di una spalla operativa, e fu così che la mia ditta venne interpellata. Ce la sentivamo di realizzare un sistema molto poco convenzionale?

La risposta fu positiva, e mi trovai coinvolta nel progetto, coordinato dal gruppo A. Bini, V. Maggi e S. Turri. Inizialmente in una posizione molto tecnica, da operaia manutentrice e installatrice non-speleologa. In seguito,

con l'arrivo dei primi dati complessi, mi venne donata una particina in una posizione che oggi si sarebbe detta di *data scientist*.

Le nuove misure desideravano dare un quadro, appunto,



Figura 6. Particolare della stazione "meteorologica" presso l'imbocco della LO LC 1650.

"micrometeorologico", che però in una grotta dinamica è accoppiato più o meno intensamente (non sapevamo *quanto*) alle condizioni meteo esterne, e in particolare al vento.

Così, fu deciso di attrezzare appena fuori dall'imbocco una stazione meteorologica di impianto, *apparentemente*, convenzionale – che vediamo in Figura 6.

Apparentemente.

Per cominciare, la stazione era dotata di un anemometro convenzionale, elettromeccanico. Ma del tipo "ad elica", relativamente poco diffuso qui da noi, ma con alcuni vantaggi potenziali, primo fra tutti la capacità di misurare il vento anche relativamente debole. In figura vediamo, anche, un piranometro (serve per misurare la radiazione globale) e, fuori vista, un termo-igrometro. Ancor più fuori

vista, del tutto invisibile, un punto per la misura delle precipitazioni nevose.

Si vede il pannellino? Così in alto? Il traliccio era alto 6 metri, più di quanto sarebbe servito per la misura del vento esterno che interessava al progetto: altezza calcolata sulla base dello spessore delle nevi prevedibile da quelle parti, che poteva arrivare tranquillamente a 4 metri, a volte anche di più.

La parte davvero interessante del sistema di misura, comunque, è quella che non vediamo: entro la grotta erano posizionate decine di termocoppie, e un anemometro ultrasonico tri-assiale.

Fu proprio questo, installato presso il tunnel nel ghiaccio di Figura 4, a darci una delle maggiori sorprese: il flusso d'aria scorreva più o meno in asse al tunnel, era molto debole (dell'ordine dei 10cm/s – meno male che avevamo usato un sonico!), ma *avveniva in regime turbolento*.

Cosa che, personalmente, mi ha sorpresa: a velocità così basse mi aspettavo una circolazione laminare, ma così non era.

Perché una circolazione in regime turbolento è così importante? Chi ha seguito i miei articoli passati sulla Newsletter ha già visto che la turbolenza dell'aria è associata ad un intenso rimescolamento, circa  $10^5$  volte più rapido di quello che ci sarebbe in presenza della sola diffusione molecolare.

Questo rimescolamento facilita il trasporto di gas (e anche vapore acqueo) tra i livelli della grotta, e rende meno misterioso il misterioso tunnel nel ghiaccio.

#### Altri luoghi, altri studi

Quello di V. Maggi, A. Bini et al. non è stato l'unico studio micro-meteorologico compiuto nelle grotte ghiacciaie.

In quegli stessi anni vari gruppi di ricerca si stavano dedicando al problema, e tra questi quello del prof. Andreas Pflitsch (& cuccioli e cucciole vari), dell'Università di Bochum. Andreas era, e da molto prima, uno dei miei miti: suo e dei suoi il bellissimo studio micro-meteorologico sulla circolazione all'interno di una delle giunzioni principali della metro di Berlino (una caverna molto *sui generis*, artificiale). Fui, così, fortunata ad incontrarlo e conversare con lui.

Gli studi micro-meteorologici in grotta si avvalgono solo in parte di strumenti e tecniche utilizzabili in aria aperta. Si usa l'anemometro ultrasonico, certo. Ma il concetto stesso di *eddy covariance* (la tecnica più utilizzata per interpretare i dati sopra la superficie della Terra) smette di aver senso in un ambiente nel quale i flussi di aria avvengono in modo incanalato, a somiglianza di ciò che

accade nei tubi. (Noi stessi la abbiamo dovuta adattare al caso.)

E si cerca di comprendere nel modo più dettagliato possibile la distribuzione delle temperature, anche per mezzo di termografie di precisione [Pflitsch et al., 2012].

I lavori, a quanto ne so, sono ancora in corso e promettono, in quel modo loro molto dipendente dal contesto e dal sito, sviluppi...

#### **Bibliografia**

Bini, A., Pellegrini, A., 1998, Geologia Insubrica (numero monotematico sul carsismo delle Grigne), vol.3, n.2.

Citterio, M., Turri, S., Bini, A., Maggi, V., Pelfini, M., Pini, R., Ravazzi, C., Santilli, M., Stenni, B., Udisti, R., 2004, Multidisciplinary approach to the study of the Lo Lc 1650 "Abisso sul Margine dell'Alto Bregai" ice cave (Lecco, Italy), Theoretical and Applied Karstology, 17, p27-44.

Geiger, R., Aron, R.H., Todhunter, P., 1995, The Climate Near the Ground, Vieweg.

Pflitsch, A., Grebe, C., Grudzielanek, M., 2012, About the use of thermal cameras in cave micrometeorological studies, IWIC-V 5th International Workshop on Ice Caves, Volume of Abstracts.

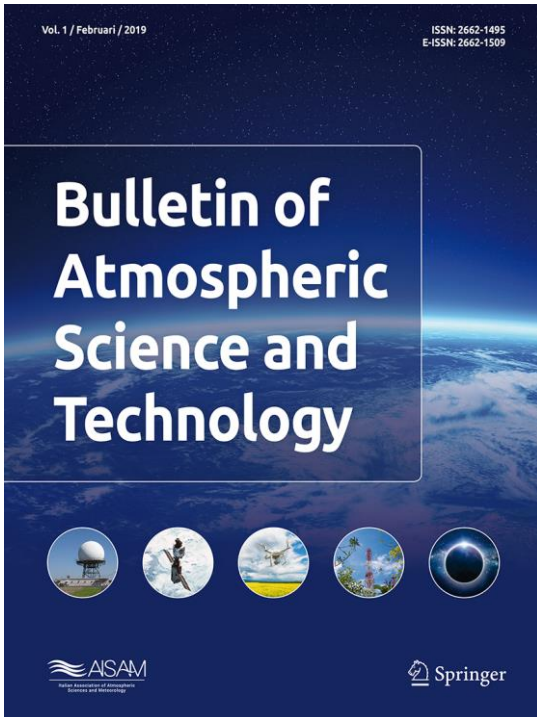
**Autore:**



**Patrizia Favaron**

*(Ritratta al 5° Congresso Nazionale AISAM, a fianco del poster realizzato a tre mani insieme alle professoressse Cristiana Marosini ed Elisabetta Zanardini (UNINSUBRIA) sul tema dell'uso di dati anemologici da anemometro ultrasonico tri-assiale per la modellazione della dispersione di odori da un impianto di depurazione: cosa apparentemente non molto affine alla micro-meteorologia delle grotte-ghiacciaia, ma tutto sommato collegata: i fenomeni di diffusione turbolenta che accadono all'aperto possono costituire, almeno in parte, un modello per comprendere i fenomeni negli ambienti ipogei)*

## BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY



Il comitato editoriale del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*, rivista ufficiale dell'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia (AISAM), comunica che a valle del Congresso Nazionale CN5 che si è tenuto a Lecce ha deciso di sperimentare **un nuovo modo** per fare tesoro dei contributi che sono stati presentati durante i tre giorni: **lo short conference paper** da includere in **BAST. Un paper di massimo 5 pagine** in cui vengono riportate in maniera rigorosa, ma succinta, i risultati che sono stati presentati durante la conferenza. Questo tipo di articolo permette di pubblicare **rapidamente** i risultati ottenuti, lasciando comunque la possibilità all'autore di preparare parallelamente un paper più lungo e più dettagliato da inviare su un'altra rivista o su BAST stesso. Al fine di assicurare una rapidissima pubblicazione si è stabilita la seguente timeline:

**29 febbraio: comunicazione di interesse da parte degli autori** per pubblicare uno short conference paper.

**90 giorni** di tempo per preparare e inviare il tuo contributo

**15 giorni** di peer review eseguita dai colleghi che hanno inviato il loro contributo a questo numero speciale

**15 giorni** per rispondere

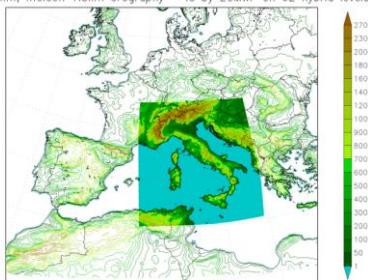
In questo modo, entro **4 mesi** saremmo in grado di avere una serie di contributi pubblicati ed accessibili assicurando la qualità e la novità degli articoli.

Si ricorda infine che sarà possibile sfruttare il contributo ministeriale per pubblicare il lavoro in open access senza la necessità di pesare economicamente sugli autori.

Se interessati contattare il Prof. Paolo Di Girolamo [paolo.digirolamo@unibas.it](mailto:paolo.digirolamo@unibas.it).

Si segnalano i seguenti articoli, recentemente pubblicati ed accessibile dal sito del [Bulletin of Atmospheric Science and Technology](http://link.springer.com/article/10.1007/s42865-024-00064-z):

bolam 8km, moloch 1.5km orography – IC by ECMWF on 62 hybrid levels



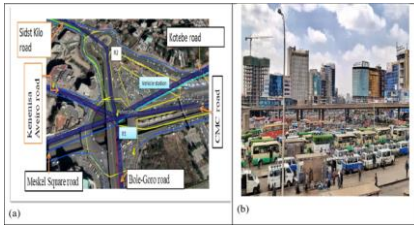
D. Sacchetti, F. Cassola, M. Corazza, L. Pedemonte, M. Tizzi, O. Drofa & S. Davolio: *The ARPAL atmospheric operational modeling chain and its applications: description and validation.*

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-024-00064-z>



Domenico Cimini, Rossella Ferretti, Mario Montopoli, Nazzareno Pierdicca & F. Joseph Turk: *Introducing the Marzano Award "Gutta Aurea": aims, rules, and outcome of the first edition.*

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-023-00063-6>



Bimrew Bizualem, Kenatu Angassa, Nurelegne Tefera Shibeshi & Gudina Legese Feyisa: *Assessing the status of air pollution related to traffic using dispersion modeling: the case of Megeenagna, Addis Ababa, Ethiopia.*

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-023-00062-7>

---

Per chi volesse rimanere sempre aggiornato, ricordiamo infine che al seguente link

<https://www.springer.com/alerts-frontend/subscribe?journalNo=42865>

è possibile attivare un servizio di *alert*, che avvisi sulle nuove pubblicazioni del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*.

---



**IL COMITATO DI AMMISSIONE E CONTROLLO  
INVITA I SOCI AISAM CHE SVOLGONO O  
HANNO SVOLTO IN PASSATO LA  
PROFESSIONE DI METEOROLOGO O TECNICO  
METEOROLOGO AD ISCRIVERSI ALLA  
SEZIONE PROFESSIONISTI**

Per info: <https://aisam.eu/informazioni-sezione-professionisti/>  
mail: [professionisti@aisam.eu](mailto:professionisti@aisam.eu)



## SEZIONE STUDENTI

### La sezione studenti intervista...

#### Francesco Sioni

In questo numero della Newsletter intervistiamo **Francesco Sioni**, ex studente dell'Università di Trieste (per la laurea triennale in Fisica) prima e dell'Università di Trento e di Innsbruck (per la laurea magistrale in Environmental Meteorology) poi e attualmente meteorologo presso ARPA Friuli Venezia Giulia.



**Buongiorno Francesco, puoi raccontarci com'è nato il tuo interesse per la meteorologia?**

A dire la verità la mia passione per la meteorologia non è nata prestissimo. Sicuramente fin da piccolo sono sempre stato affascinato dai temporali estivi, che mi facevano stare incollato alla finestra in stato di eccitazione. Oltretutto ricordo mio papà che ha sempre guardato con costanza e interesse le previsioni regionali e questo mi ha sicuramente influenzato. Ricordo l'appuntamento del venerdì, con la tendenza per la settimana successiva e gli "spaghetti", che è sempre stato imperdibile. Tuttavia devo ammettere che solo in quinta superiore è sbocciata la vera e propria passione, quando a lezione abbiamo trattato alcuni fondamenti di fisica dell'atmosfera. Ho cercato su internet quale fosse il curriculum migliore per diventare previsore ed era consigliata la facoltà di fisica. Ho quindi deciso di seguire questa strada e in seguito, lungo il percorso, mi sono sempre di più convinto che fosse quella giusta per me.

**Qual è stato il tuo percorso di studi?**

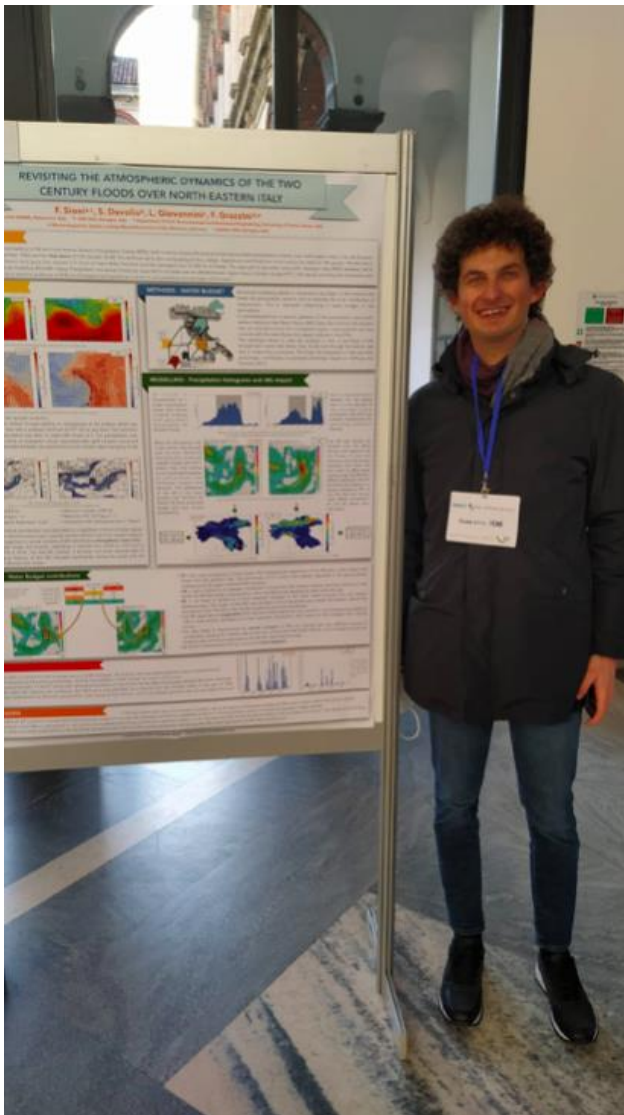
Dopo il Liceo delle Scienze Applicate a Udine ho frequentato il corso di laurea in Fisica all'Università di Trieste. La mia tesi triennale l'ho svolta all'ICTP (International Centre for Theoretical Physics) con il dott. Fred Kucharski e si è concentrata sulla variabilità della

North Atlantic Oscillation (NAO) in tutto il ventesimo secolo. È stata un'esperienza molto stimolante, che mi ha permesso di avvicinarmi alla fisica dell'atmosfera, ma che mi ha anche fatto capire che sono naturalmente più interessato alla meteorologia che al clima.

**Hai conseguito la laurea magistrale in Environmental Meteorology tra l'Università di Trento e di Innsbruck. Com'è stata la tua esperienza universitaria? Fare una parte degli studi all'estero ti ha aiutato a sviluppare nuove conoscenze?**

I due anni della laurea magistrale sono stati meravigliosi, anche se fortemente limitati dal COVID. Sono molto contento della mia scelta per quanto riguarda la magistrale, il percorso formativo infatti è molto ampio e non si focalizza solo sulla fisica dell'atmosfera in sé, ma va





ad approfondire anche tutti gli ambiti al contorno come l'interazione atmosfera-biosfera, la dispersione degli inquinanti, l'idrologia, la modellistica ambientale. Solo a posteriori, nel mio lavoro attuale, mi sono reso conto del valore delle conoscenze e delle competenze che ho acquisito. Mi trovo molto spesso a interagire con diversi tipi di utenti: dalla protezione civile che ragiona facendo considerazioni idrauliche e idrogeologiche, agli agricoltori che vogliono sapere qual è la probabilità di avere gelate tardive e senza il tipo di percorso che ho intrapreso non avrei sicuramente i mezzi per destreggiarmi con sicurezza. Tuttavia il COVID mi ha obbligato a stare chiuso in casa o all'interno dello studentato dal secondo semestre del primo anno in poi, quindi purtroppo la vita extrauniversitaria è stata molto limitata.

**Oggi lavori presso ARPA Friuli Venezia Giulia. Com'è stata la tua esperienza nel cercare lavoro dopo la laurea?**

Sono stato molto fortunato in realtà. Mentre ancora stavo scrivendo la tesi di laurea è uscito il bando di concorso come previsore in ARPA FVG. Era il lavoro a cui ambivo di

più, proprio nel territorio che amo e quindi non ho voluto perdere l'occasione. Con le conoscenze dalla laurea magistrale assieme a un po' di studio individuale e le informazioni che avevo acquisito da meteo-appassionato sono riuscito a vincere il concorso. Mi sono laureato a fine ottobre 2021, e già il primo dicembre ho cominciato a lavorare.

**Qual è il tuo ruolo in ARPA al momento?**

Sono un previsore a tutti gli effetti. Durante i turni di previsione mi occupo quindi di emettere le previsioni meteorologiche per il FVG, sia per la popolazione che in termini di bollettini di vigilanza che hanno ricadute di Protezione Civile. La mia attività tuttavia non si esaurisce solo in questo, nella restante parte del tempo lavorativo mi occupo di ricerca e sviluppo di algoritmi o metodi di miglioramento della previsione per il territorio. Oltretutto, assieme ai miei colleghi, facciamo anche attività di divulgazione nelle scuole (compresa di laboratori di esperimenti didattici) ed effettuiamo anche qualche lezione per Università della terza età o per il CAI.

**Come ti trovi a lavorare nel settore pubblico? Com'è l'ambiente lavorativo?**

Sono contento di lavorare nel settore pubblico e personalmente, per la mia indole, faccio fatica a immaginare il mio lavoro contestualizzato in un altro ambito. Mi piace pensare che il prodotto del mio lavoro abbia un impatto sulle persone nella loro vita quotidiana,



dal decidere se andare a fare trekking in montagna, al decidere se lavare la macchina o semplicemente se portare con sé l'ombrello. Mi piace anche rispondere al telefono in sala meteo per venire incontro alle esigenze delle persone, che certe volte risultano essere delle più disparate e inaspettate. La parte del mio lavoro che ha ricadute sulla Protezione Civile ovviamente porta con sé un livello di responsabilità non indifferente verso i cittadini e un po' di stress nelle situazioni meteorologicamente movimentate. Tuttavia cerco sempre di fare del mio meglio affinché tutti gli utenti possano essere soddisfatti. Oltretutto, ammiro davvero i miei colleghi per l'enorme competenza che hanno sviluppato negli anni per quanto riguarda l'interazione tra l'atmosfera e il territorio e ho ancora tantissimo da imparare da loro.

**Ti faccio un'ultima domanda, dove e come ti vedi nei prossimi anni?**

In realtà mi vedo ancora a ricoprire il mio ruolo attuale, anche se spero con maggiori conoscenze e competenze e magari avendo pubblicato qualche articolo scientifico di valore in più. Il connubio delle attività che effettuo come previsore in ARPA FVG e l'effettiva variabilità delle

mansioni è qualcosa che vedo difficilmente replicabile in altre realtà e quindi sono contento così. Va detto che sono molto legato al mio territorio e alla regione friulana e mi piace operare proprio qui scoprendo ogni giorno che c'è qualche dettaglio meteorologico nuovo e inaspettato in qualche sua zona. Oltretutto c'è un mare di lavoro da fare per migliorare la previsione sul territorio e la mia lista di idee e di argomenti da approfondire come temi di ricerca continua ad espandersi ogni giorno. Concludendo, quindi, non penso proprio che mi annoierò nei prossimi anni!

**Grazie mille Francesco, ed in bocca al lupo per il futuro!**

*A cura di:*



*Gionata Freddi  
(Università di Trento)*

## EARLY CAREER SCIENTIST

A cura della Sezione Studenti

Questa sezione della Newsletter è dedicata ai giovani ricercatori, che hanno da pochi anni concluso il loro percorso formativo, per dare loro l'opportunità di illustrare le proprie attività di ricerca alla comunità AISAM.

In questo numero della Newsletter dedichiamo questo spazio a **Luca Famooss Paolini**.

Luca Famooss Paolini ha conseguito la Laurea Triennale e Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università "La Sapienza" di Roma con il massimo dei voti, laureandosi con una tesi magistrale dal titolo "Flow walls in correspondence of urban canopies".

Dopo un master di secondo livello e una esperienza di lavoro di circa 3 anni nell'ambito della bonifica dei siti contaminati, ha quindi conseguito un Dottorato di Ricerca in "Science and Management of Climate Change" presso l'Università Ca' Foscari di Venezia e il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) di Bologna, con una tesi dal titolo "Ocean-atmosphere interaction at the Gulf Stream sea surface temperature front: variability and impacts on midlatitude atmospheric circulation".

Attualmente, è un assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia "Augusto Righi" dell'Università di Bologna, dove si occupa di variabilità climatica agli extra-tropici e previsione di eventi estremi su diverse scale temporali.

### Previsioni stagionali delle temperature estreme estive in Europa: un approccio statistico-dinamico basato sul sottocampionamento

#### 1. Introduzione

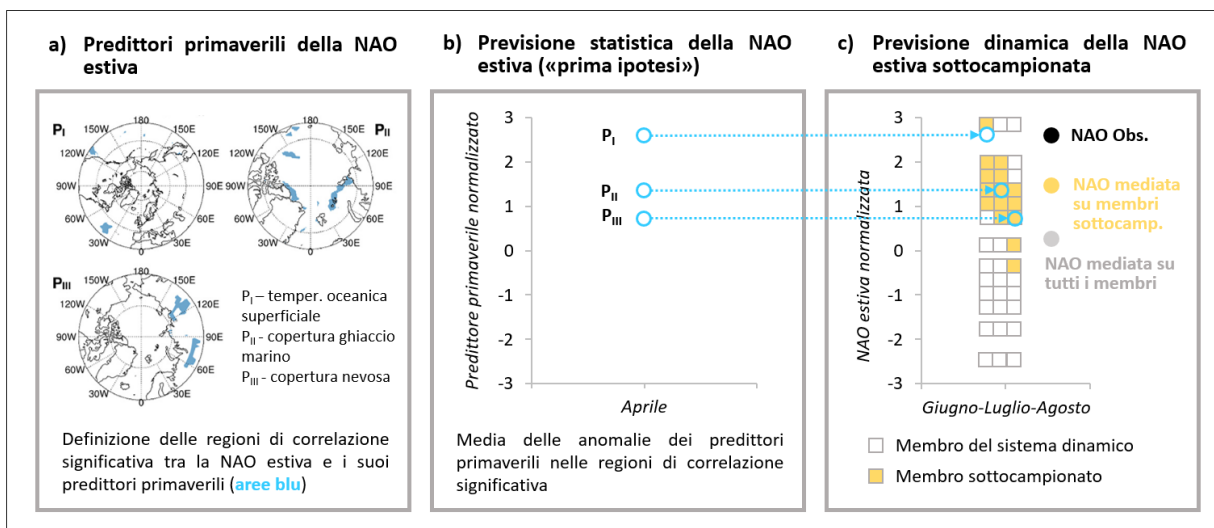
La frequenza e l'intensità delle ondate di calore estive in Europa sono aumentate dalla metà del XX secolo e le proiezioni climatiche mostrano come tale tendenza continuerà anche nel futuro, principalmente a causa del riscaldamento globale di origine antropica (Change (IPCC), 2023). Per questo motivo, sta diventando sempre più cruciale definire sistemi fisico-matematici in grado di prevedere tali fenomeni in anticipo e su diverse scale temporali. Tale esigenza nasce soprattutto dalla consapevolezza dei profondi impatti che temperature particolarmente elevate hanno sulla salute umana così come sui sistemi socio-economici e ambientali. Giusto per fare un esempio, l'ondata di calore che colpì il centro Europa nell'estate del 2003 causò all'incirca 70.000 vittime (Kosatsky, 2005).

In questo contesto, gli attuali modelli dinamici di previsione stagionale mostrano delle buone capacità nel prevedere le ondate di calore estive nell'Europa meridionale e orientale, ma risultano particolarmente inefficaci nel prevedere quelle nell'Europa centro-occidentale e settentrionale (Prodhomme et al., 2022). Questo fatto può essere in parte spiegato dal basso

rapporto segnale-rumore (*signal-to-noise ratio*) che caratterizza i modelli climatici nella regione del Nord Atlantico rispetto alle osservazioni (Dunstone et al., 2023). Qui, con segnale si intende la componente predicibile della variabilità climatica, vale a dire quella porzione di variabilità attribuibile a specifiche cause. Al contempo, con rumore si indica la variabilità climatica casuale, non correlata a specifici fenomeni o a quelli di interesse. Quindi, dire che il rapporto segnale-rumore è basso sta a significare che i modelli di previsione stagionale sottostimano la componente predicibile della variabilità climatica e/o sovrastimano quella non predicibile, cosa che riduce ovviamente le loro capacità predittive.

L'incapacità dei modelli dinamici di prevedere le ondate di calore nell'Europa centro-occidentale e settentrionale su scala stagionale rappresenta un punto critico molto rilevante. Soprattutto se si tiene in considerazione che le ondate di calore più estreme avvenute nei passati decenni nel continente europeo sono avvenute proprio in regioni quali Francia, Gran Bretagna, Scandinavia e Germania (Russo et al., 2015).

Recenti studi hanno però dimostrato che le previsioni stagionali del clima europeo possono essere migliorate affinando le previsioni dei modelli dinamici multi-membro



**Figura 1.** Schema della tecnica del sottocampionamento basato sulle teleconnessioni, ripreso da Dobrynin et al. (2018) e riadattato ai fini del presente lavoro.

con tecniche di post-processing statistico (Smith et al., 2020; Kowal et al., 2024). I vantaggi di queste tecniche sono principalmente due: catturare la fase corretta della variabilità climatica osservata e, al contempo, amplificare l'ampiezza della sua componente predicibile. Ciò porta a un rapporto segnale-rumore più elevato e, quindi, a migliorare l'accuratezza delle previsioni su diverse scale temporali.

Nonostante questi risultati promettenti, le tecniche di post-processing statistico non sono mai state applicate alle previsioni stagionali del clima europeo estivo. In questa ricerca, abbiamo quindi deciso di verificare se le previsioni stagionali delle temperature estreme estive in Europa nei sistemi dinamici multi-membro possano essere migliorate attraverso una tecnica di post-processing statistico, vale a dire il sottocampionamento basato sulle teleconnessioni (*teleconnection-based subsampling*; Dobrynin et al., 2018).

## 2. Data

Per fare questo, abbiamo analizzato 7 sistemi dinamici multi-membro di previsione stagionale, resi disponibili sul Copernicus Climate Change Service (C3S) da parte del Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC-SPS3.5, 40 membri), Deutscher Wetterdienst (DWD GCFS2.1, 30 membri), Environmental and Climate Change Canada (ECCC GEM5-NEMO, 10 membri), European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF SEAS5, 25 membri), Météo-France (MF System 8, 25 membri), National Centers for Environmental Prediction (NCEP CFSv2, 4 membri) e United Kingdom Met Office (UKMO GlobSea6, 7 membri), per un totale di 141 membri. Di questi sistemi sono state analizzate solo le simulazioni iniziate il 1° maggio, al fine di valutare le capacità dell'insieme multi-modello di prevedere il clima europeo durante la stagione estiva (giugno-luglio-agosto)

sulla scala stagionale. Infine, è stato preso in esame solo il periodo 1993–2016, comune a tutti i sistemi. Ciò significa che i risultati presentati nei prossimi paragrafi devono essere intesi ed interpretati nel contesto delle previsioni stagionali retrospective, e non operative.

## 3. Sottocampionamento basato sulle teleconnessioni

A differenza dell'approccio comunemente adoperato, la tecnica del sottocampionamento basato sulle teleconnessioni prevede di costruire la previsione meteorologica di una variabile di interesse non mediando su tutti i membri disponibili all'interno di un sistema dinamico (approccio noto come "media di insieme"), bensì mediando solo su un numero ristretto di membri debitamente selezionati. Nello specifico, vengono campionati solo i membri in grado di rappresentare la connessione tra un regime di variabilità atmosferica in una specifica stagione e i suoi predittori nella stagione precedente. Precedenti studi hanno dimostrato che questo permette non solo di rappresentare meglio la fase e l'ampiezza della componente predicibile della variabilità climatica osservata, ma anche di migliorare la previsione stagionale di quelle variabili climatiche fortemente influenzate dal regime atmosferico (Dobrynin et al., 2022).

### 3.1. L'Oscillazione Nord Atlantica estiva

Dato che l'obiettivo della presente ricerca è migliorare le previsioni delle temperature estreme estive in Europa nei modelli dinamici di previsione stagionale, abbiamo considerato come regime atmosferico di interesse l'Oscillazione Nord Atlantica (North Atlantic Oscillation, NAO) durante la stagione estiva. Difatti, la NAO rappresenta il regime atmosferico della variabilità atmosferica estiva a bassa frequenza più importante nel Nord Atlantico, spiegandone circa il 35-40% (Folland et al., 2009). Inoltre, è stato mostrato che periodi di NAO

positiva sono associati a una frequenza più elevata di giorni caldi nell'Europa centro-settentrionale (Cassou et al., 2005), vale a dire quella parte di Europa dove gli attuali modelli dinamici di previsione stagionale sono particolarmente inefficaci nel prevedere le temperature estreme. Quindi, ci si aspetta che selezionando solo quei membri che rappresentano correttamente la fase della NAO estiva possa migliorare le previsioni degli eventi di temperatura estrema proprio in questa porzione di Europa.

### 3.2. Le previsioni statiche della NAO estiva

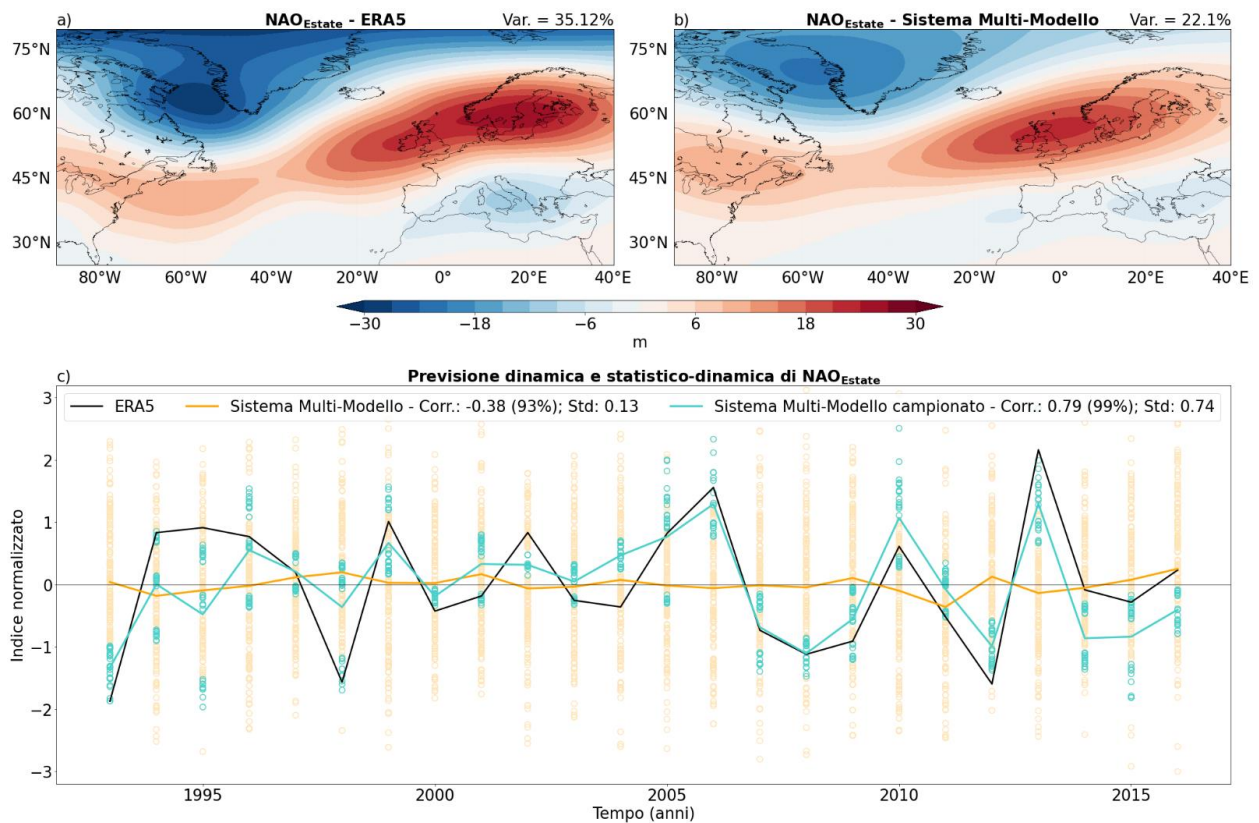
I membri del sistema dinamico da campionare sono stati scelti attraverso previsioni statiche della NAO estiva effettuate attraverso i suoi predittori durante la stagione primaverile precedente. Generalmente, ci si riferisce alle previsioni statistiche effettuate in questo modo come "prime ipotesi" ("first guesses") del regime atmosferico di riferimento. In questo studio, abbiamo adoperato come predittori della NAO estiva lo stato in aprile della copertura nevosa e del ghiaccio marino nell'emisfero settentrionale (a nord di 40°N) e della temperatura

oceanica superficiale nel Nord Atlantico. Difatti, precedenti studi hanno dimostrato che lo stato di queste componenti durante la stagione primaverile inducono una circolazione atmosferica simile alla NAO durante la successiva stagione estiva (e.g. Screen, 2013).

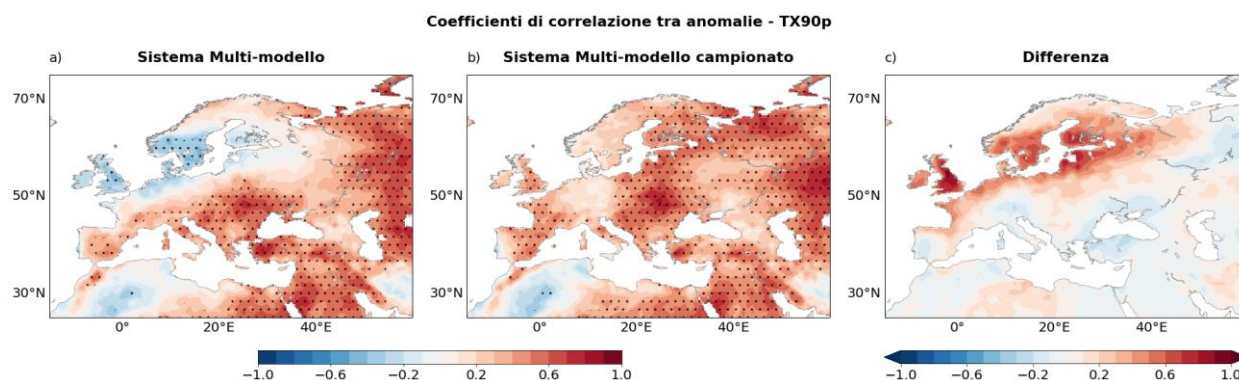
Le "prime ipotesi" della NAO estiva sono state calcolate andando a mediare le anomalie detrendizzate dei suoi predittori primaverili nelle regioni dove la correlazione tra la NAO estiva e queste componenti climatiche durante il periodo 1993-2016 è positiva e significativa con un livello di confidenza del 90%.

### 3.3. Campionamento dei membri del sistema dinamico

Una volta definiti gli indici dei predittori primaverili della NAO estiva, questi rappresentano le previsioni statiche del regime atmosferico (vale a dire le sue "prime ipotesi"), per un totale di 4 previsioni statiche per ogni anno tra il 1993 e il 2016. Il sistema dinamico è stato campionato selezionando, per ogni predittore, i 10 membri con una previsione dinamica della NAO estiva più vicina alla previsione statistica. Infine, i 4 insiemi di 10 membri



**Figura 2.** a) NAO estiva nel dataset di rianalisi ERA5, calcolata come prima funzione ortogonale empirica della Z500 mediata durante la stagione estiva (giugno-luglio-agosto) nel settore del Nord Atlantico (25°N-80°N, 90°W-40°E). La varianza della variabilità atmosferica estiva a bassa frequenza spiegata dalla NAO estiva è indicata in alto a destra. b) Come in a) ma per il sistema dinamico multi-modello. In questo caso, i risultati vengono presentati come media multi-modello. c) Indice della NAO estiva nel dataset di rianalisi ERA5 (linea nera), nel sistema dinamico (linea arancione) e nel sistema dinamico sottocampionato (linea verde acqua). Per il sistema dinamico, sia intero che sottocampionato, gli indici della NAO estiva sono presentati come medie multi-modello e multi-membro. I cerchietti arancioni rappresentano i membri dell'intero sistema dinamico. I cerchietti verde acqua rappresentano i membri del sistema dinamico campionati con la tecnica del sottocampionamento basato sulle teleconnessioni, adoperando 10 membri per ogni predittore primaverile della NAO estiva. La correlazione tra la NAO estiva in ERA5 e il corrispettivo indice nel sistema dinamico intero e sottocampionato è riportata in legenda, assieme al suo livello di confidenza tra parentesi. La variabilità della NAO estiva per il sistema dinamico intero e sottocampionato è riportata in legenda come deviazione standard (std).



**Figura 3.** a) Coefficienti di correlazione tra anomalie calcolati per l'intero sistema dinamico multi-modello per l'indice TX90p. L'indice TX90p definisce il numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera a 2m di altezza (T2m) supera il 90-esimo percentile della distribuzione della T2m giornaliera durante tutta la stagione estiva. I punti neri mostrano i coefficienti statisticamente significativi al livello di confidenza del 90%. b) Come a) ma per il sistema dinamico multi-modello campionato usando i predittori primaverili della NAO estiva. c) Differenza tra i coefficienti di correlazione calcolati nel sistema dinamico multi-modello campionato e nel sistema dinamico multi-modello intero.

campionati sono stati uniti in un unico insieme, evitando di contare più di una volta i membri selezionati da più di un predittore.

Lo schema in Figura 1 riporta una rappresentazione grafica semplificata della tecnica di sottocampionamento descritta sopra. Questo schema è una rielaborazione dello schema in Dobrynin et al. (2018), riadattato ai fini del presente elaborato.

#### 4. Risultati

Figura 2 mostra che il sistema dinamico multi-modello disponibile sul C3S è in grado di rappresentare adeguatamente le caratteristiche spaziali della NAO estiva, sia dal punto di vista della forma che dell'intensità delle anomalie di geopotenziale a 500 hPa (Z500). Nonostante ciò, la varianza della variabilità atmosferica estiva a bassa frequenza spiegata dalla NAO estiva all'interno del sistema dinamico risulta essere più bassa rispetto a quanto mostrato da ERA5 (22.1% contro 35.12%). Inoltre, è rilevante notare che il sistema dinamico cattura generalmente la fase errata della NAO, come mostrato dalla correlazione di -0.38 tra la NAO estiva calcolata in ERA5 (linea nera in Figura 2c) e la NAO estiva calcolata come media di insieme su tutti membri del sistema dinamico (linea arancione in Figura 2c). Correlazioni negative tra l'indice NAO nel dataset di rianalisi e nel dataset modellistico sono generalmente presenti anche nei singoli sistemi dinamici di previsione stagionale, con correlazioni che variano tra -0.44 nel sistema CMCC-SPS3.5 e +0.05 nel sistema UKMO GlobSea6 (non mostrato).

Questi risultati mostrano che i sistemi dinamici di previsione stagionale allo stato dell'arte hanno delle carenze rilevanti nel rappresentare la variabilità atmosferica estiva a bassa frequenza nella regione del Nord Atlantico. Abbiamo quindi applicato la tecnica del sottocampionamento basato sulle teleconnessioni per cercare di migliorare le previsioni stagionali della NAO

estiva. Figura 2c mostra che le capacità predittive dei sistemi dinamici possono essere migliorate andando a selezionare solo quei membri con una NAO estiva vicina alla sua previsione statistica effettuata con i predittori primaverili. Infatti, la correlazione tra l'indice NAO in ERA5 e il corrispettivo indice nel sistema dinamico sottocampionato passa da -0.38 a +0.79, con quest'ultimo valore statisticamente significativo a un livello di confidenza del 99%. Il miglioramento delle capacità predittive si ottiene anche applicando la tecnica di sottocampionamento ai singoli sistemi dinamici, con correlazioni all'interno del range 0.62-0.79 (non mostrato).

Sulla base di questi risultati, abbiamo verificato l'impatto del sottocampionamento sulle previsioni stagionali delle temperature estreme estive sull'Europa. In questo contesto, le temperature estreme estive sono state descritte con l'indice TX90p, che definisce il numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera a 2m di altezza (T2m) supera il 90-esimo percentile della distribuzione delle T2m durante l'intera stagione estiva. Seppur relativamente semplice rispetto ad altri indici che definiscono gli eventi di temperatura estrema, questo indice è una buona diagnostica per valutare la tendenza di una determinata estate ad essere più o meno calda del normale. Figura 3 mostra che selezionando solo i membri con una buona rappresentazione della NAO estiva induce un importante miglioramento delle previsioni stagionali dei sistemi dinamici per l'indice TX90p. Questo è vero soprattutto per regioni europee quali Gran Bretagna, Francia del nord, Scandinavia e Russia occidentale (Figura 3c), vale a dire in quelle regioni dove i sistemi dinamici di previsione stagionale allo stato dell'arte risultano inefficaci nel prevedere le temperature estreme estive (Figura 3a).

Seppur non mostrato in questo elaborato e come in parte atteso, si evidenzia che il campionamento dei membri che rappresentano adeguatamente la fase della NAO porta ad

un miglioramento delle previsioni stagionali anche di altre variabili atmosferiche, quali la T2m e la Z500. Questo aspetto suggerisce che il miglioramento delle previsioni stagionali delle temperature estreme (TX90p) sia dovuto a una migliore rappresentazione dei processi fisici che inducono tali fenomeni e che sono direttamente legati alla circolazione atmosferica alla larga scala, vale a dire: subsidenza di aria in concomitanza della circolazione anticiclonica sopra l'Europa centro-settentrionale, avvezione di aria calda dalle basse latitudini e maggiori flussi di calore sensibile dalla superficie a causa della maggiore radiazione dovuta all'assenza di nubi.

## 5. Conclusione

In conclusione, il presente studio dimostra che la tecnica di post-processing statistico denominata sottocampionamento basato sulle teleconnessioni rappresenta un ottimo strumento per migliorare le previsioni stagionali retrospettive del clima europeo nei sistemi dinamici multi-membro disponibili sul C3S. Nello specifico, abbiamo dimostrato che attraverso questa tecnica è possibile migliorare la previsione stagionale retrospettiva dei sistemi dinamici della NAO estiva, vale a dire il modo di variabilità atmosferica a bassa frequenza più importante della regione del Nord Atlantico. La previsione statistico-dinamica effettuata campionando solo i membri con una adeguata rappresentazione della NAO estiva risulta migliore anche per altre variabili atmosferiche direttamente legate alla variabilità della NAO, quali ad esempio le temperature estreme nell'Europa centro-settentrionale.

Nel futuro, a completamento di questa ricerca, prevediamo di estendere l'applicazione della metodologia descritta nel presente lavoro per le previsioni stagionali retrospettive anche in modalità operativa. Inoltre, potrebbe essere interessante pensare di applicare tecniche di post-processing statistico anche a fenomeni estremi di diversa natura (ad esempio, ondate di gelo nel nord Europa durante la stagione invernale) e su scale temporali diverse da quella stagionale (ad esempio, sub-stagionale, interannuale e decadale).

Nota: La ricerca presentata in questo elaborato è stata finanziata da Horizon Europe Project "*SoluTion for mltiGatinG climate-induced hEalth thReats*" - **TRIGGER**

## Bibliografia

Cassou, C., Terray, L., & Phillips, A. S. (2005). Tropical Atlantic Influence on European Heat Waves. *Journal of Climate*, 18(15), 2805–2811. <https://doi.org/10.1175/JCLI3506.1>

Change (IPCC), I. P. on C. (2023). Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1513–1766). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>

Dobrynin, M., Domeisen, D. I. V., Müller, W. A., Bell, L., Brune, S., Bunzel, F., Düsterhus, A., Fröhlich, K., Pohlmann, H., & Baehr, J. (2018). Improved Teleconnection-Based Dynamical Seasonal Predictions of Boreal Winter. *Geophysical Research Letters*, 45(8), 3605–3614. <https://doi.org/10.1002/2018GL077209>

Dobrynin, M., Düsterhus, A., Fröhlich, K., Athanasiadis, P., Ruggieri, P., Müller, W. A., & Baehr, J. (2022). Hidden Potential in Predicting Wintertime Temperature Anomalies in the Northern Hemisphere. *Geophysical Research Letters*, 49(20), e2021GL095063. <https://doi.org/10.1029/2021GL095063>

Dunstone, N., Smith, D. M., Hardiman, S. C., Hermanson, L., Ineson, S., Kay, G., Li, C., Lockwood, J. F., Scaife, A. A., Thornton, H., Ting, M., & Wang, L. (2023). Skilful predictions of the Summer North Atlantic Oscillation. *Communications Earth & Environment*, 4(1), Articolo 1. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01063-2>

Folland, C. K., Knight, J., Linderholm, H. W., Fereday, D., Ineson, S., & Hurrell, J. W. (2009). The Summer North Atlantic Oscillation: Past, Present, and Future. *Journal of Climate*, 22(5), 1082–1103. <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2459.1>

Kosatsky, T. (2005). The 2003 European heat waves. *Eurosurveillance*, 10(7), 3–4. <https://doi.org/10.2807/esm.10.07.00552-en>

Kowal, K. M., Slater, L. J., Li, S., Kelder, T., Hall, K. J. C., Moulds, S., García-López, A. A., & Birkel, C. (2024). Process-Informed Subsampling Improves Subseasonal Rainfall Forecasts in Central America. *Geophysical Research Letters*, 51(1), e2023GL105891. <https://doi.org/10.1029/2023GL105891>

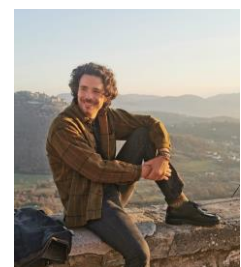
Prodhomme, C., Materia, S., Ardilouze, C., White, R. H., Batté, L., Guemas, V., Fragkoulidis, G., & García-Serrano, J. (2022). Seasonal prediction of European summer heatwaves. *Climate Dynamics*, 58(7), 2149–2166. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05828-3>

Russo, S., Sillmann, J., & Fischer, E. M. (2015). Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades. *Environmental Research Letters*, 10(12), 124003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124003>

Screen, J. A. (2013). Influence of Arctic sea ice on European summer precipitation. *Environmental Research Letters*, 8(4), 044015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044015>

Smith, D. M., Scaife, A. A., Eade, R., Athanasiadis, P., Bellucci, A., Bethke, I., Bilbao, R., Borchert, L. F., Caron, L.-P., Couillon, F., Danabasoglu, G., Delworth, T., Doblas-Reyes, F. J., Dunstone, N. J., Estella-Perez, V., Flavoni, S., Hermanson, L., Keenlyside, N., Kharin, V., ... Zhang, L. (2020). North Atlantic climate far more predictable than models imply. *Nature*, 583(7818), Articolo 7818. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2525-0>

Autore:



Luca Famooss Paolini  
(Università di Bologna)



## LA PROCLAMO DOTTORE...

*AISAM si congratula con i neo-laureati/dottorati....e che una nuova avventura abbia inizio!*

### Simulazioni numeriche di una supercella con WRF-HAILCAST nell'Italia nord-orientale

*(Numerical simulations of a supercell in northeastern Italy with WRF-HAILCAST)*

Dott. Andrea Perbellini



Università degli studi di Trento e Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Laurea Magistrale in Environmental Meteorology

Relatore: Prof. Lorenzo Giovannini

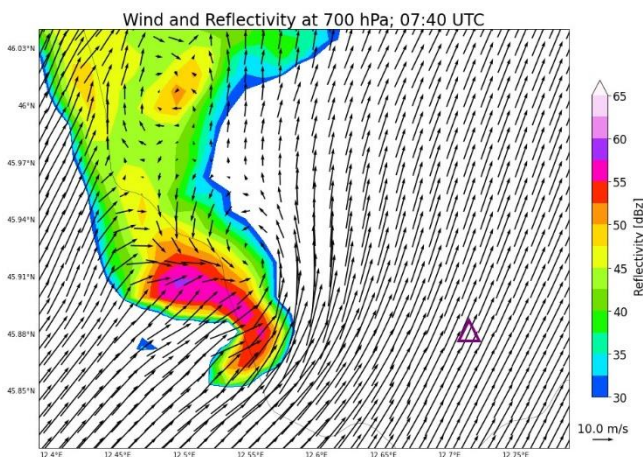
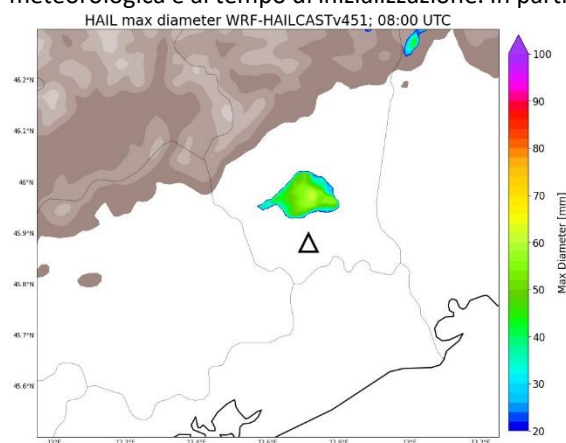
Co-Relatori: Dott. Agostino Manzato, Dott. Francesco Sioni

Anno Accademico 2022/2023

#### Abstract

Nelle prime ore del mattino del 1 agosto 2021, una supercella si è sviluppata sulla pianura veneta e si è spostata verso il Friuli-Venezia Giulia, producendo localmente grandine con diametri fino a 9 cm.

Nel presente lavoro, questo evento viene studiato mediante simulazioni numeriche con il modello Weather Research and Forecasting (WRF) alla risoluzione di 1 km, accoppiato con la parametrizzazione di crescita della grandine HAILCAST, che fornisce stime della dimensione della grandine al suolo. Sono state effettuate numerose simulazioni utilizzando diverse condizioni iniziali e al contorno (dati previsionali GFS e IFS), diversi tempi di inizializzazione e opzioni fisiche, per studiare la predicibilità dell'evento. L'analisi dei risultati del modello evidenzia una significativa sensibilità al tipo di forzante meteorologica e al tempo di inizializzazione. In particolare, WRF non è in grado di simulare correttamente lo sviluppo di



forte convezione sulla pianura del Veneto e del Friuli-Venezia Giulia nelle prime ore del mattino del 1 agosto utilizzando la forzante GFS, mentre si ottengono risultati migliori con le condizioni iniziali e al contorno IFS, specialmente quando le simulazioni vengono inizializzate più di 24 ore prima dell'evento. Inoltre, i risultati evidenziano una marcata sensibilità alla scelta dello schema microfisico e alla parametrizzazione degli scambi superficie-atmosfera, mentre la parametrizzazione dello strato limite atmosferico sembra avere una minore influenza. Tuttavia, lo sviluppo della supercella è correttamente simulato, con chicchi di grandine paragonabili alle osservazioni, solo quando i dati dei radiosondaggi ad alta risoluzione verticale di Udine Rivolto vengono assimilati nel modello, evidenziando l'importanza, e allo

stesso tempo la complessità, di riprodurre correttamente le condizioni termodinamiche locali per la simulazione di eventi di convezione estrema.

## Variabilità e trends delle precipitazioni nevose in area appenninica

Dott. Francesco Serrapica



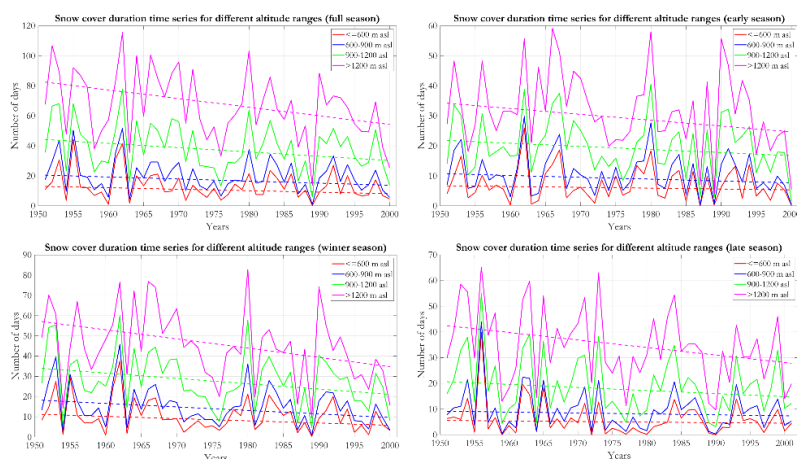
Università degli studi di Napoli "Parthenope"

Laurea triennale in Scienze Nautiche, Aeronautiche e Meteo-oceanografiche

Relatore: Prof. Vincenzo Capozzi

Anno Accademico 2022/2023

### Abstract



**Figura 1.** Per ciascuno dei quattro clusters altitudinali e per ciascuna stagione, si riporta l'andamento temporale della durata della neve al suolo (periodo 1951-2001). Le linee tratteggiate mostrano il trend lineare.

Alla luce dei recenti cambiamenti climatici, negli ultimi decenni sono state intraprese molteplici attività di ricerca dedicate all'identificazione dei cambiamenti nella durata e nello spessore del manto nevoso. Nell'area mediterranea, la maggior parte degli studi disponibili si concentrano sulle regioni alpine e pirenaiche. Per gli Appennini, invece, la letteratura su questo tema annovera pochi studi, basati su evidenze fornite da un numero molto limitato di serie temporali. Questa tesi si propone di aggiungere un contributo a questo campo di ricerca, attraverso l'analisi della variabilità e delle tendenze delle precipitazioni nevose osservate negli Appennini. Al

fine di perseguire tale scopo, sono state adoperate le osservazioni mensili del numero di giorni con neve (NDS), della durata della neve al suolo (SCD) e della quantità complessiva di neve fresca (HN) registrate presso 129 stazioni situate nell'Appennino centrale e meridionale ed afferenti alla rete di monitoraggio dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. In particolare, per i primi due parametri (NDS e SCD) si dispone delle misure relative al periodo 1951-2001, per il terzo (HN) delle misure raccolte nel periodo 1971-2001. Tali dati, originariamente disponibili sugli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, sono stati digitalizzati manualmente.

Il dataset adoperato è stato oggetto di un accurato controllo di qualità, volto all'identificazione degli errori grossolani e degli *outliers*. Le stazioni di cui si dispone sono state raggruppate in quattro distinti clusters altitudinali: Cluster 1 (altitudine minore o uguale a 600 m); Cluster 2 (altitudine compresa tra 600 e 900 m); Cluster 3 (altitudine compresa tra 900 e 1200 m); Cluster 4 (altitudine maggiore di 1200 m).

Successivamente, è stata effettuata un'analisi del trend lineare sia per le serie temporali rappresentative dei quattro clusters altitudinali, utilizzando lo stimatore di Theil-Sen e il test di Mann-Kendall. I trends sono stati calcolati considerando quattro stagioni: *full season* (da novembre ad aprile), *early season* (da novembre a gennaio), *winter season* (da dicembre a febbraio) e *late season* (da febbraio ad aprile).

Da questo studio è emerso che, per quanto riguarda il parametro HN, non sono state rilevate tendenze significative per il periodo 1971-2001. In merito ai parametri SCD e NDS, invece, in tutte le stagioni sono stati riscontrati trend negativi che assumono maggiore rilevanza nella *winter season* (Fig. 1). Per entrambi i parametri ed in tutte le stagioni, è stata osservata una tendenza negativa crescente (in termini assoluti) all'aumentare dell'altitudine. In particolare, per il cluster 4, è stata riscontrata, nella stagione invernale, una tendenza statisticamente significativa (con un livello di confidenza del 95%) pari a  $-1.7$  giorni/10 anni per NDS e  $-4.1$  giorni/10 anni per SCD. A questo trend di fondo si sovrappone una variabilità decadale, più accentuata nei clusters 3 e 4, modulata dalla circolazione atmosferica di grande scala.

I risultati di questa tesi, oltre a fornire un contributo particolarmente rilevante alla ricostruzione della climatologia dei fenomeni nevosi in ambito appenninico, offrono molteplici spunti per future attività di ricerca, finalizzate alla comprensione dei meccanismi che regolano la variabilità decadale e di lungo periodo delle precipitazioni nevose in area mediterranea.

# Analisi delle tendenze e delle distribuzioni spaziali delle precipitazioni nel periodo 1923-2022 in un transetto compreso fra la Pianura Padana e lo spartiacque alpino sulla base di osservazioni giornaliere

(Analysis of trends and spatial patterns of precipitation in a south-alpine transect from the Po plain to the Alpine divide from daily observations in the timespan 1923-2022)

Dott. Sebastiano Carpentari



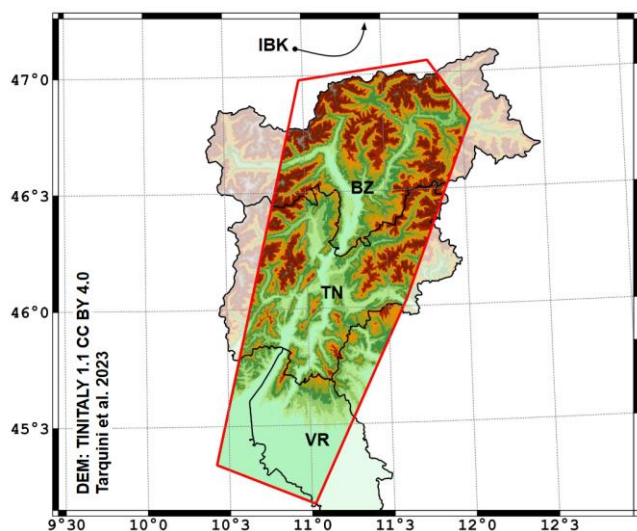
Università degli Studi di Trento e Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Laurea Magistrale in Environmental Meteorology

Relatore: Prof. Dino Zardi

Anno Accademico 2022/2023

## Abstract



I dati meteorologici storici sono essenziali per comprendere il clima di una regione. In questo studio si analizzano le tendenze e la distribuzione spaziale delle precipitazioni in un transetto alpino che si estende dalla Pianura Padana veronese ai rilievi dell'Alto Adige. È stato scelto tale settore principalmente per due motivi. Per prima cosa, risulta essere rappresentativo dell'arco alpino da un punto di vista pluviometrico, racchiudendo territori molto piovosi come l'area prealpina ed alcuni molto più continentali come le vallate altoatesine. Inoltre, si sovrappone parzialmente a due aree target inserite nel progetto TEAMx.

È stato creato un set di dati formato da 36 stazioni pluviometriche che copre un periodo di 100 anni (1923-2022). Cinque stazioni sono state manualmente

digitalizzate dagli annali dell'Ufficio Idrografico. Inoltre, tutti i dati sono stati sottoposti a procedure di controllo qualità. Per il raggiungimento di tale obiettivo sono stati calcolati, tramite una procedura iterativa, sette test proposti in letteratura: percentuale di valori non numerici, valori impossibili, valori consecutivi diversi da zero, e valori consecutivi uguali a zero, gap check, e 95° percentile, e il quality index. I valori identificati come sospetti sono stati eventualmente corretti utilizzando metadati reperiti da varie fonti. Successivamente, il dataset è stato omogeneizzato utilizzando la libreria R Climatol.

Relativamente all'analisi climatica, sono stati selezionati sette diversi indici: R20, R95pTOT, R99pTOT, R95, R95, e Rx1day (Expert Team on Climate Change Detection and Indices - ETCCDI), e il Precipitation Concentration Index. Inoltre, alcuni di essi sono stati interpolati utilizzando l'algoritmo kriging with external drift (KED) per tre trentenni di riferimento (1931-1960, 1961-1990 e 1991-2020).

I risultati ottenuti mettono in mostra delle peculiarità climatiche tipiche del regime di precipitazione dell'arco alpino meridionale. Tuttavia, identificano una variabilità anche significativa nella distribuzione dei valori estremi sia in senso longitudinale che latitudinale. In futuro saranno necessarie ulteriori ricerche per approfondire i risultati ottenuti. Si specula riguardo il ruolo dei regimi meteorologici tipici dell'area europea e mediterranea e della loro variabilità nella determinazione della distribuzione degli estremi di precipitazione. Infine, i risultati suggeriscono l'importanza della valorizzazione dei dati storici, auspicando una digitalizzazione sistematica dei registri, molti dei quali ancora ad oggi in forma cartacea.

# Utilizzo della Radiometria Satellitare Passiva alle Microonde per l'identificazione e la caratterizzazione dei Cicloni Simil-Tropicali nel Mediterraneo (Medicanes)

(Use of Spaceborne Passive Microwave Radiometry for the identification and characterization of Mediterranean Tropical-Like Cyclones (Medicanes))

Dott.ssa Valentina Di Francesca



La Sapienza Università di Roma

Laurea Magistrale in Ingegneria Spaziale e Astronautica

Relatori: Dr. Leo Pio D'Adderio, Dr. Giulia Panegrossi

Co-Relatore: Prof. Roberto Seu

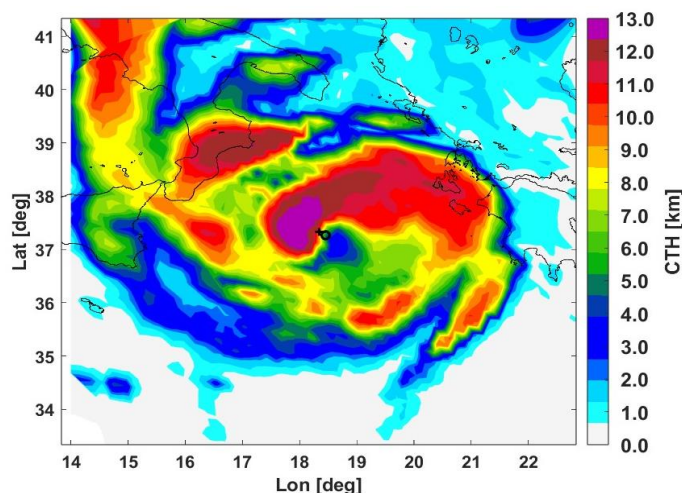
Anno Accademico 2023/2024

## Abstract

Il Mar Mediterraneo è un ben noto hot-spot per la ciclogenesi, con centinaia di cicloni di diversa struttura, durata e intensità che si formano ogni anno. Nonostante le loro dimensioni, intensità e durata siano inferiori rispetto a quelle di altri cicloni extratropicali, spesso i cicloni Mediterranei hanno un forte impatto, rendendosi responsabili di una

significativa quantità di precipitazione, forti venti e mareggiate, incidendo sia sull'ambiente sia sulla popolazione dei territori in cui si verificano. Ciò spiega il grande sforzo compiuto della ricerca nelle ultime decine di anni per studiare tali fenomeni, al fine di migliorarne la prevedibilità e mitigarne l'impatto.

Di recente è emerso un rinnovato interesse nell'investigazione di alcuni particolari cicloni Mediterranei a nucleo caldo (in inglese *warm core*), i quali mostrano notevoli somiglianze con i cicloni tropicali per via del loro aspetto nelle immagini satellitari e per alcune caratteristiche dinamiche e microfisiche. Tali cicloni vengono chiamati "Cicloni Simil-Tropicali" (in inglese *Tropical-Like Cyclones* o TLCs) o "Uragani Mediterranei", altresì noti come "Medicanes" (dalla contrazione del termine inglese



Mapa di altezza della sommità della nube (CTH) per il Medicanes "Ianos", 17 settembre 2020, 08:39 UTC, ATMS-SNPP.

*MEDiterranean HurriCANES*). Questo studio si propone l'obiettivo di analizzare, mediante un approccio osservativo, 23 potenziali Medicanes verificatisi nell'arco di circa 20 anni, tra il 2000 e il 2021. Gli strumenti diagnostici della radiometria satellitare passiva alle microonde, insieme a tecniche ben collaudate e altre di nuova concezione, vengono utilizzati per identificare ed esaminare le caratteristiche uniche dei Medicanes. Inoltre, viene applicata la metodologia originariamente sviluppata per i cicloni tropicali, volta a caratterizzare la profondità, l'intensità e la simmetria del *warm core* utilizzando i canali di frequenza a 50-60 GHz per il sounding di temperatura. I canali ad alta frequenza sono impiegati per ricavare le proprietà della nube, come l'altezza della sommità della nube (*cloud top height*, CTH) e il contenuto integrato di ghiaccio (*ice water path*, IWP), e per rivelare la convezione profonda del vapor d'acqua (*moist deep convection*, DC). Inoltre, viene ideato ed implementato un nuovo metodo per la rivelazione della caratteristica dell'"occhio", allo scopo di indagare la possibilità di condurre una analisi dei cicloni simil-tropicali completamente nelle microonde passive. I risultati di questo studio fanno luce sul ruolo della convezione profonda e sull'importanza dei processi diabatici e/o baroclini che determinano l'origine e lo sviluppo del *warm core*. Il numero significativo di casi studio analizzati apporta affidabilità e robustezza a una nuova classificazione dei TLCs unicamente basata sulle osservazioni alle microonde passive, la quale si rende complementare alle precedenti classificazioni basate sui modelli.

I risultati di questo studio contribuiscono all'attività di "Medicane's definition" svolta dalla COST Action 19109 MedCyclones (<https://medcyclones.eu/>).

# Analisi della struttura di una supercella tramite dati di fulminazione e modello alla mesoscala

Dott. Giuseppe Visalli



Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof. Federico Porcù

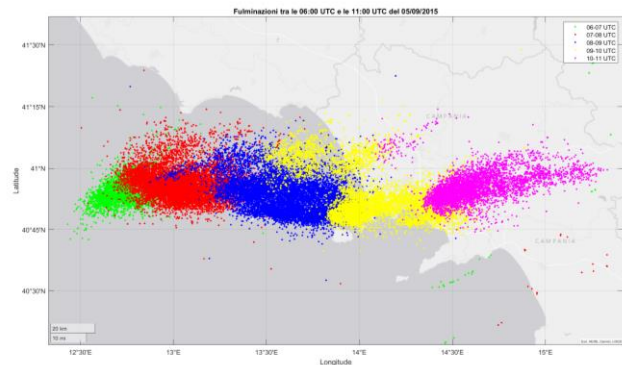
Co-Relatori: Dott. Leonardo Aragao, Dott. Stefano Dietrich

Anno Accademico 2022/2023

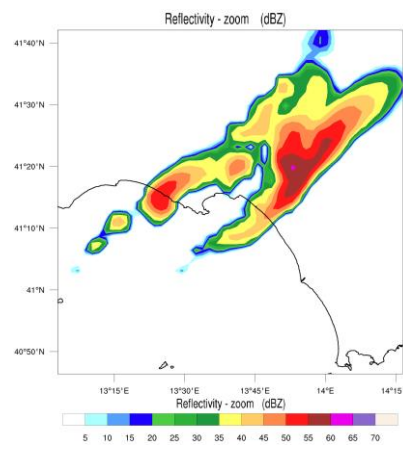
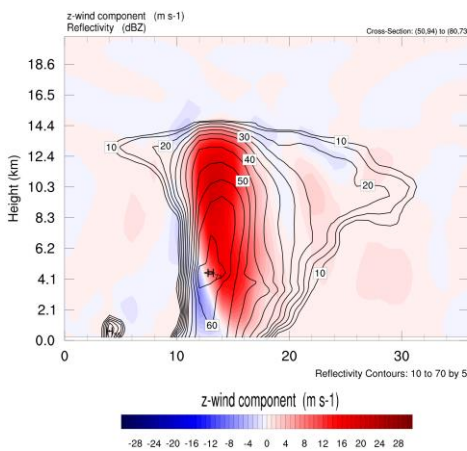
## Abstract

Il 5 settembre 2015 una violenta grandinata ha interessato la città di Napoli e l'omonimo golfo, dove si sono registrati chicchi di 7-12 cm di diametro. La supercella che l'ha generata, una delle più intense di quell'anno nel globo, ha prodotto oltre 37000 fulmini ma non è stata correttamente prevista dai modelli numerici di previsione operativi e di ricerca.

Il caso studio è stato analizzato attraverso i dati dei fulmini registrati da LINET (Lightning detection NETWORK) e tramite una simulazione numerica ad alta risoluzione con il modello alla mesoscala WRF (Weather Research and Forecasting). Il fine è comprendere i meccanismi che hanno condotto allo sviluppo e all'evoluzione del temporale, in



particolare quelli che hanno portato a un processo di splitting supercell. Un ulteriore obiettivo è la verifica delle capacità di WRF di riprodurre l'andamento dell'intensa attività elettrica osservata. Tramite l'analisi dei fulmini Cloud-to-Ground (CG) si è studiata l'evoluzione temporale e spaziale della nube convettiva.



Successivamente, mediante la simulazione numerica con WRF, si sono compresi i meccanismi che

hanno condotto allo sviluppo e all'intensificazione della supercella e si sono capite le cause dello split. Infine, si è studiata la relazione tra le quantità microfisiche della nube simulate dal modello e l'evoluzione temporale dei fulmini registrati da LINET.

# Studio di fenomeni convettivi persistenti attraverso tecniche di riconoscimento oggetti – Analisi finalizzata allo sviluppo di un nuovo indice di pericolosità

Dott. Luca Miscioscia



Università di Genova

Laurea Triennale in Scienze Ambientali e Naturali

Relatori: Prof Capello Marco, Dott.ssa Pedemonte Laura

Anno Accademico 2022/2023

## Abstract

Gli eventi temporaleschi di forte intensità e di spiccato carattere stazionario hanno da sempre determinato, in contesti territoriali come quello della Liguria, problemi a livello previsionale anche a breve termine, a causa della poca applicabilità degli indici esistenti alle dinamiche di formazione di tali eventi; si è così resa necessaria l'istituzione e lo sviluppo di un nuovo indice che potesse identificare correttamente situazioni di potenziale pericolo nel breve termine.

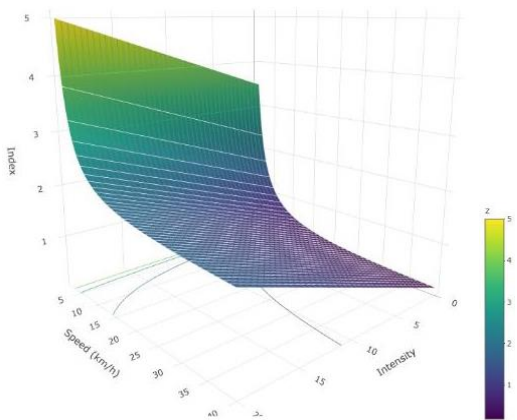


Figura 1. Grafico 3D dell'indice di pericolosità.

Lo studio effettuato, infatti, si è posto l'obiettivo di riconoscere, isolare e caratterizzare le celle temporalesche più intense, studiandone il comportamento e identificando l'evoluzione della struttura nel tempo e nello spazio, al fine di produrre un indice di pericolosità per fenomeni convettivi stazionari; partendo dai dati radar dell'evento del Monte Settepani (SV) a disposizione del Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria, è stato effettuato un processo di "pulizia" delle immagini con l'ausilio di un software di riconoscimento oggetti (MODE - Method for Object-Based Diagnostic Evaluation), attraverso la calibrazione di valori di soglia al fine di eliminare il rumore di fondo e le celle di ridotte dimensioni spazio-temporali, per ottenere immagini in cui fossero presenti unicamente le celle di nostro interesse.

È stato successivamente necessario andare a definire e calcolare i parametri da utilizzare per la creazione nell'indice: è stato definito questo indice come una funzione lineare di intensità massima e velocità efficace, a cui è stato associato un peso ciascuno (maggiore per la velocità per la natura dello studio, volta a ricercare celle stazionarie e persistenti):

$$P = a \left( \frac{I_{max}}{I_{soglia}} \right) + b \left( \frac{V_{soglia}}{\sqrt{V_{ist} \cdot V_{media}}} \right)$$

Applicando l'indice ai dati elaborati con MODE, abbiamo ottenuto riscontri positivi nell'individuare le celle più pericolose dell'evento descritto in apertura, confrontando i risultati con gli effetti avuti al suolo.

L'evento preso in considerazione è stato quello sviluppatosi tra il 02 e il 05 ottobre 2021, quando il comparto europeo è stato interessato dal transito di una profonda saccatura perturbata che ha portato diffuse condizioni di instabilità sul settore Centro-Occidentale. Si è così instaurato un sistema di richiamo di flussi umidi meridionali sul Mar Mediterraneo, in particolare attraverso il Mar Tirreno, che ha portato alla formazione di forti temporali anche a carattere stazionario specialmente sulla Liguria, causando allagamenti, frane e diverse esondazioni di fiumi e torrenti. Successivamente, è stato possibile calibrare l'indice su un evento meno estremo del precedente, datato 27 agosto 2023, che ha provocato alcuni allagamenti e disagi in particolare in zona Stazione Principe, a Genova.

In conclusione, questo nuovo studio ha permesso di identificare le celle temporalesche più pericolose partendo dai dati radar e di caratterizzarle in base alle proprietà dinamiche e di intensità della cella stessa, al fine di creare e sviluppare un nuovo indice che possa riportare la reale pericolosità di una struttura. È possibile calibrarlo efficacemente applicandolo a nuovi casi studio ed inoltre implementarlo con nuovi parametri legati ad esempio alla risposta del suolo, per utilizzarlo, in seguito, in tempo reale (a evento in corso) e per la previsione a brevissimo termine; risulta essere particolarmente utile per territori come la Liguria o le zone montuose, in cui la risposta dei bacini agli eventi piovosi è estremamente rapida.

# Validazione del dataset radar-pluviometrico PRISMA con la rete di monitoraggio citizen science Meteonetwork

Dott. Fabio Pilotti



Politecnico di Milano

Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Relatore: Prof Alessandro Ceppi

Co-Relatori: Dr Enrico Gambini

Anno Accademico 2022/2023

## Abstract

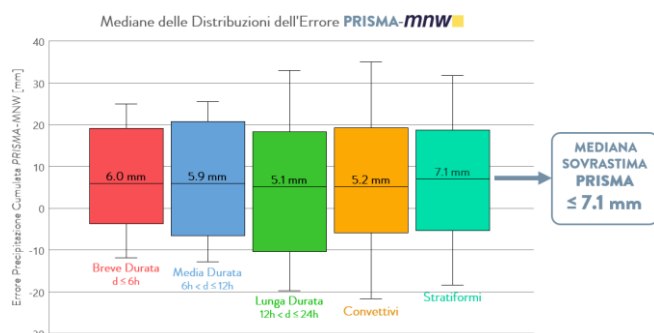


Figura 1. Boxplot delle mediane delle distribuzioni dell'errore PRISMA-MNW, per ogni durata e per ogni tipologia.

Nell'ambito delle misure di precipitazione esistono diversi tipi di informazioni e dati che possono provenire da osservazioni dirette o stime indirette. Ad esempio, le misure dei pluviometri quantificano in modo diretto la precipitazione caduta in un determinato punto del territorio. Altri strumenti di tipo indiretto, invece, come i radar meteorologici, forniscono stime di intensità di precipitazione. La disponibilità dei dati deve, però, essere sempre accompagnata dalla qualità e dall'affidabilità, motivo per cui è fondamentale una fase di controllo.

In questo lavoro di tesi, viene presentata la validazione di *PRISMA*, un dataset radar-pluviometrico grigliato di precipitazione cumulata oraria, a risoluzione spaziale di 1 km, di proprietà di ARPA Lombardia, frutto dell'integrazione tra le misure pluviometriche della rete di monitoraggio meteorologico di ARPA Lombardia e le stime di intensità di precipitazione del radar di MeteoSvizzera situato sul Monte Lema. L'integrazione tra pluviometri e radar avviene tramite l'algoritmo di tipo deterministico *Optimal Interpolation* (OI).

Il dataset *PRISMA* è stato validato tramite il confronto con la rete di monitoraggio meteorologico *citizen science* Meteonetwork, un'associazione no-profit composta da appassionati di meteorologia. Il confronto tra *PRISMA* e Meteonetwork è stato svolto su diversi eventi di pioggia durante il periodo 2013-2022, comparando il valore di cumulata di pioggia durante ogni evento. La procedura di validazione svolta nello studio rappresenta un esempio per la validazione di dataset meteorologici grigliati con dati meteorologici puntuali, previo il controllo preliminare della qualità dei dati, come svolto in questo lavoro di tesi anche sugli stessi dati Meteonetwork, prima di applicarli come *benchmark*.

Per questa validazione, sono stati selezionati 100 eventi di pioggia idraulicamente significativi per il nodo idraulico di Milano (i.e. l'area di studio), ovvero gli eventi di pioggia che, in una determinata sezione dei bacini idrografici dell'area di studio (Seveso, Olona e Lambro), hanno comportato almeno il superamento della soglia idrometrica di allertamento gialla, corrispondente ad un livello di criticità legato ad "effetti localizzati e non diffusi". Dopo aver selezionato questi eventi, è stata calcolata la cumulata a partire dal dataset *PRISMA* e dai dati Meteonetwork, calcolandone poi la differenza (definita "errore *PRISMA*-MNW").

Durante lo studio, è stata approfondita anche la correlazione tra il dato *PRISMA* e Meteonetwork al variare della durata e della tipologia di evento, ovvero distinguendo tra eventi stratiformi ed eventi convettivi.

La validazione di *PRISMA* ha dato esito positivo, riscontrando in *PRISMA*, rispetto a Meteonetwork, una sovrastima mediana contenuta sotto i 6-7 mm per tutte le durate e le tipologie di evento (Figura 1). L'errore *PRISMA*-MNW è stato anche normalizzato rispetto al valore di cumulata calcolato con *PRISMA*, quantificandolo attorno al 18% del valore di cumulata (per cumulate comprese tra i 20 mm e i 110 mm).

Questo risultato può essere molto utile ai fini operativi di protezione civile, correggendo il dataset e utilizzandolo in diversi ambiti di applicazione, come ad esempio la gestione e la mitigazione del rischio idraulico.

## QUATTRO CHIACCHIERE CON...

### Intervista a Mario Marcello Miglietta

*In questo numero abbiamo chiesto a Marcello Miglietta, Professore Ordinario presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università di Bari, di raccontarci la sua poliedrica carriera.*



**Raccontaci chi sei, da dove vieni e come sei arrivato a fare questo mestiere.**

Alla meteorologia mi sono avvicinato una prima volta durante il corso di studi in fisica, che ho seguito a Lecce, la mia città natale. Avevo chiesto informazioni per una tesi di meteorologia, ma, dopo una lunga riflessione, avevo scelto una tesi di fisica teorica, assecondando la mia passione per la matematica. Ma l'incontro con la meteorologia era solo rinviato di un paio di anni...

Agli inizi degli anni '90 il servizio militare era obbligatorio e un amico mi aveva suggerito di svolgerlo come ufficiale di complemento nel servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare. Lì è cominciato un percorso in meteorologia che proprio in questi giorni compie 30 anni, attraversati prima in ambiente operativo (8 anni in Aeronautica Militare, tra l'aeroporto di Galatina e il CNMCA di Pratica di Mare, con una breve parentesi a Gioia del Colle), poi nella ricerca (22 anni al CNR), e infine nella didattica (sono professore di prima fascia presso l'Università di Bari dal primo dicembre 2023).

**Cosa ti ha insegnato il periodo in Aeronautica Militare?**

Credo che aver svolto esperienze lavorative molto diverse tra loro sia stato un valore aggiunto per la mia formazione

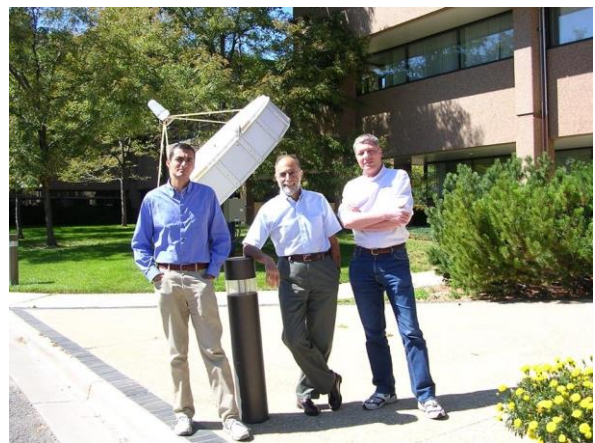
professionale. L'Aeronautica Militare mi ha insegnato il valore del lavoro in gruppo, del sentirsi parte di una stessa organizzazione, tanto che sono rimasto in contatto con molti ex-colleghi di quel periodo. Sono valori che in ambiente civile sono più difficili da trovare. Dal punto di vista meteorologico, mi ha dato una sensibilità operativa, che – a mio avviso – si può acquisire solo cimentandosi in prima persona in sala previsioni.

**E il CNR?**

Al CNR mi sono avvicinato per il mio dottorato, che ho svolto in gran parte a Bologna, sotto la supervisione di Andrea Buzzi, che è stato un riferimento importante per l'inizio della mia carriera, così come Vincenzo Levizzani. Del periodo al CNR ho apprezzato la grossa libertà nella scelta degli argomenti di ricerca e dei collaboratori. Su 22 anni di permanenza, gli ultimi 5 sono stati i migliori, caratterizzati da un costante rapporto di fiducia e collaborazione con l'attuale direzione; purtroppo, il carico amministrativo è anche cresciuto molto col tempo.

**...e ora l'Università?**

Paradossalmente ho lasciato sia l'Aeronautica Militare che il CNR nel periodo migliore. La scelta di cambiare lavoro è stata in entrambi i casi molto sofferta, ma avevo bisogno di nuovi stimoli. La nuova sfida all'Università di Bari, con la possibilità di creare un mio gruppo di ricerca e di definire un nuovo programma di formazione in meteorologia nella mia regione, è molto stimolante. Non saranno anni



Una delle prime esperienze a NCAR nel 2003 con Rich Rotunno e Mathias Steiner (NCAR).





Cena di lavoro con i colleghi giapponesi durante una visita in Giappone nel 2017. Si riconosce Sante Laviola (CNR-ISAC)

comodi dal punto di vista logistico (la famiglia continuerà a vivere al nord, almeno nell'immediato futuro), ma mia moglie ha appoggiato la scelta di Bari, forse per togliermi di torno per un po'...

#### **Qual è la cosa che preferisci del tuo mestiere?**

La libertà di poter organizzare il mio lavoro. Questo richiede ovviamente disciplina e passione, che devo dire non è diminuita negli anni, nonostante nell'ultimo periodo il tipo di attività sia cambiata, passando da ricercatore "con le mani in pasta" ad un ruolo più da supervisore e coordinatore. È una fase diversa della carriera, con un compito in cui mi sento molto a mio agio: quello di trasmettere ai giovani la passione, la dedizione al lavoro, la voglia di continuare a imparare. È una grossa soddisfazione vedere che il livello degli studenti è cresciuto in questi anni, anche perché rispetto a qualche anno fa l'offerta formativa in meteorologia è cresciuta molto in Italia. Spero che un piccolo contributo lo abbia dato anche la scuola estiva di Castro Marina che continuiamo a proporre da oltre 20 anni con cadenza

biennale, e che si è imposta come un momento di formazione per tanti studenti stranieri, e negli ultimi anni anche come momento di aggiornamento per tanti previsori operativi.

Mi sono posto come obiettivo quello di poter proporre nel giro di qualche anno una valida offerta didattica a Bari e consentire agli studenti pugliesi di approfondire lo studio della nostra disciplina senza doversi necessariamente trasferire al nord o all'estero. Non vedo l'ora di poter cominciare con l'insegnamento, questo periodo di transizione tra CNR e Università è stato piuttosto stressante, come tutti i cambiamenti importanti.

#### **Raccontaci un aneddoto della tua esperienza lavorativa che ti è rimasto particolarmente impresso.**

Più che un'esperienza lavorativa, è un aneddoto che mi ha fatto capire come viene talvolta considerato il lavoro intellettuale. Viene a casa un operaio per levigare il pavimento, e mi chiede quale sia il mio lavoro. Io rispondo "Ricercatore". E lui "E che cerchi? Tartufi?".

#### **Hai lavorato all'estero? Hai notato delle differenze di approccio?**

Ho svolto due esperienze lavorative importanti all'estero, presso il National Center for Atmospheric Research (NCAR) di Boulder (Colorado) e presso l'Università di Tokio. In Colorado ci sono stato in totale quasi due anni, distribuiti in 18 visite dal 2003 al 2018; la collaborazione con Rich Rotunno è stata fondamentale per la mia carriera e mi ha consentito di venire a contatto con un ambiente di altissimo livello come NCAR. Rich è stato un maestro di scienza e di vita. I 4 mesi trascorsi in Giappone nel 2004 sono stati un'avventura un po' folle. Ho trovato che il modo di lavorare nei due Paesi è molto diverso: molto più orientato all'obiettivo quello statunitense; molto più lento, improntato ad un'analisi del problema da tutte le



Foto di gruppo durante la scuola estiva di Castro Marina del 2023



Presentazione durante l'ultima European Conference on Severe Storms, tenutasi a maggio 2023 a Bucarest

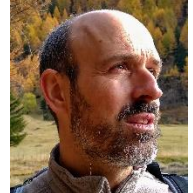
angolazioni, quello orientale. Un altro periodo particolare sono stati i quasi tre anni trascorsi come visiting scientist presso il Joint Research Center della Commissione Europea a Ispra, sul lago Maggiore. Un modo ancora diverso di lavorare, più orientato alla definizione della policy che non alla ricerca pura.

### **E per il futuro?**

Come dicevo, mi aspetta una sfida avvincente a Bari. Mi sono dato quattro anni di tempo per fare un primo bilancio. Ci aggiorniamo a dicembre 2027...

**Grazie Marcello!**

*A cura di*



*Silvio Davolio*

## I NOSTRI SOCI COLLETTIVI

### ASSOCIAZIONI

Estremi Meteo4



Meteonetwork  
meteonetwork

Meteotrentinoaltoadige  
mtaa

### PRIVATI

AmigoClimate srl  
Amigo

CODIPRA  
CONDIFESA TRENTO  
CODIPRA  
CONSORZIO DIFESA PRODUTTORI AGRICOLI

Eurelettronica ICAS  
EURELETRONICA ICAS  
soluzioni per la meteorologia

Fondazione CIMA



Fondazione OMD ETS  
FONDAZIONE  
OMD ETS

HIMET  
HIMET

HYPERMETEO srl  
Hypermeteo  
Climate & weather grids

Hortus  
Hortus  
Monitoring Solutions & Software Application

Lombard & Marozzini  
LOMBARD & MAROZZINI

Meteo Expert  
METEO EXPERT  
CLIMA & AMBIENTE

RADARMETEO srl  
Radarmeteo  
Professional weather services

RSE  
RSE  
Ricerca Sistema Energetico

3BMeteo



### ENTI PUBBLICI

ARPAL  
ARPAL

ARPA-Piemonte  
Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali  
ARPA  
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

CETEMPS  
CETEMPS

CIRIAF-CRC UniPG  
CRC  
centro ricerca sul clima

UNITN  
UNIVERSITÀ DI TRENTO

A LORO LA PAROLA...

## Snow water equivalent in Italia: affrontare la siccità attraverso un modello crio-idrologico

La Snow Water Equivalent è una variabile decisiva per valutare la riserva idrica sul territorio nazionale. È ora possibile simularla mediante un modello crio-idrologico che riceve misure in situ da nivometri, dataset satellitari, e dataset di rianalisi meteorologica, con lo scopo di ottenerne una rappresentazione sempre più precisa ed affidabile.

### Introduzione

Il rischio di esposizione ad eventi siccitosi è aumentato nel corso degli ultimi anni, estendendosi anche ad aree che in passato non ne erano soggette, come la regione alpina europea.

Il settore più colpito dalla siccità è l'agricoltura con effetti multipli sulla produzione agricola, sulla sicurezza alimentare e sui mezzi di sussistenza rurali<sup>[1]</sup>.

Al fine di valutare la riserva idrica disponibile per l'irrigazione, una variabile decisiva è la Snow Water Equivalent (SWE), che indica la quantità di acqua disponibile alla fusione del manto nevoso. Tramite la SWE è possibile calcolare la portata a lungo termine data dalla fusione della neve; ciò permette di migliorare la gestione dei bacini idrici per ridurre il rischio di siccità in ambito agricolo e di ottimizzare la produzione di energia idroelettrica. In aggiunta, in caso di eventi estremi (come forti piogge o aumento della temperatura) può essere fondamentale per semplificare i processi decisionali.

### Metodi

Sono stati condotti molti studi per la valutazione della SWE utilizzando diversi approcci, per lo più in base alla disponibilità di misure <sup>[2][3][4]</sup>. Purtroppo, questi si scontrano con il problema della scarsità di dati, ricavati solo da misurazioni in situ presso i nivometri o attraverso rilievi manuali. Si propone in questa sede un nuovo metodo per fornire dati di SWE ad alta risoluzione e accurati, ottenuti attraverso algoritmi alimentati da misure in situ, misure satellitari e da dataset meteorologici ad alta risoluzione, spazializzati con diverse procedure statistiche e integrati in un modello crio-idrologico. Il modello utilizzato si chiama Snow Multidata Mapping and Modeling (S3M), sviluppato dalla fondazione CIMA<sup>[5]</sup>. Il modello risolve una serie di equazioni per la gestione del bilancio di massa della neve e dei ghiacciai per ogni pixel di ciascun dominio, a passo orario e ad altissima risoluzione spaziale (fino a 200 m).

Oltre alle grandezze statiche fondamentali per il corretto funzionamento del modello, un punto chiave è l'integrazione di tutte le fonti osservative disponibili:

1. Misure in situ e da radar delle principali variabili meteorologiche prognostiche necessarie per il funzionamento operativo del modello: temperatura, radiazione, pioggia e umidità relativa sono trasferite al modello sotto forma di dataset di rianalisi meteorologica e/o dataset previsionali alla risoluzione richiesta per lo specifico dominio e a step orari;
2. Misure satellitari riguardanti l'area di copertura nevosa del suolo: queste permettono una copertura continua ed omogenea nello spazio e la loro disponibilità temporale varia in funzione del dataset utilizzato;
3. Misure in situ di altezza neve: circa 300 punti di rilevamento in Italia, di cui l'80% concentrati sull'area alpina (Fig.1), che possono essere utilizzati sia per la

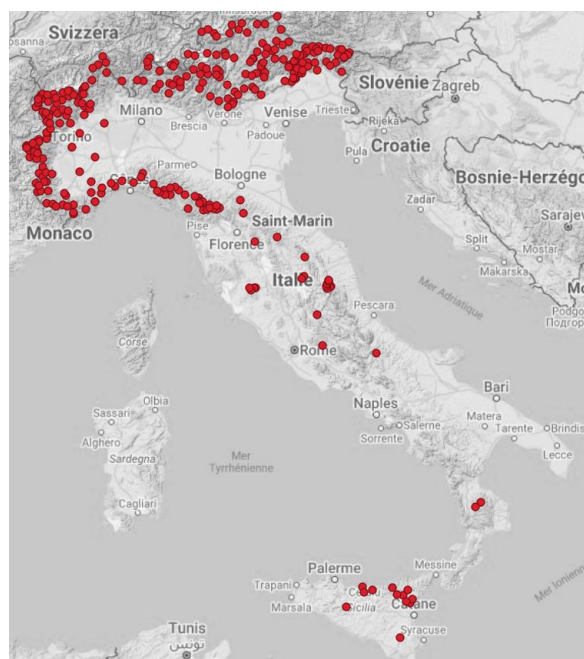


Figura 1. Distribuzione nivometri a disposizione sulla penisola italiana.

validazione degli output, sia come dati storici per la calibrazione del modello.

### Caso studio

Il primo caso studio presentato fa parte del progetto SNOWtoWATER finanziato dall'AGENZIA SPAZIALE EUROPEA<sup>[6]</sup>. Le regioni alpine di Veneto, Piemonte e Lombardia sono state selezionate per valutare il metodo proposto. Sono stati considerati 4 domini sulle Alpi (Fig. 2), a 200 m di risoluzione ed il modello ha simulato a step orari le stagioni nevose (da settembre a maggio) 2018/19-2019/20-2020/21-2021/22.

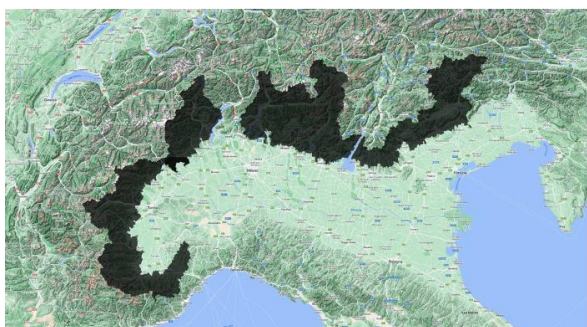


Figura 2. Domini simulati per il progetto SNOWtoWATER.

Inizialmente sono stati eseguiti dei test di sensitività utilizzando due diversi dataset meteorologici come input: la rianalisi meteorologica di Hypermeteo HRS (Hypermeteo Reanalysis System<sup>[7][8]</sup>) e un hindcast, ovvero un archivio di previsioni proveniente dalla catena modellistica di Hypermeteo HFS (Hypermeteo Forecast System) basato sul modello WRF-ARW<sup>[9]</sup>. Le esecuzioni del modello con il dataset di rianalisi hanno mostrato una migliore correlazione con le osservazioni rispetto al dataset previsionale (Fig. 3), poiché il primo si basa su dati osservativi meteorologici mentre il secondo ha un livello di incertezza maggiore dovuto alla deriva del modello.

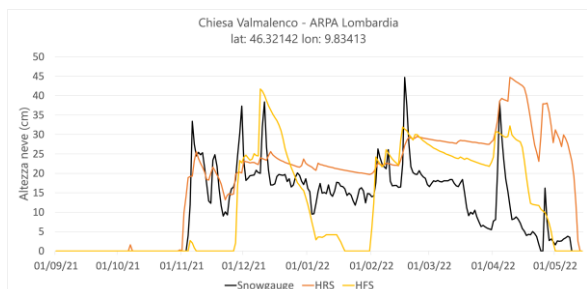


Figura 3. Serie temporale della altezza di neve misurata presso Chiesa Valmaalenco (Snowgauge) verso un run modellistico con input HRS e un run modellistico con input HFS.

In seguito, sono stati condotti dei test utilizzando l'assimilazione di dati sia in situ che da fonti remote. Come dataset satellitare integrato ed elaborato è stato scelto, previa opportuna valutazione, il Fractional Snow Cover provenienti da Sentinel-2, disponibile ogni 6 giorni. I dati al suolo, invece, sono resi disponibili dalle agenzie

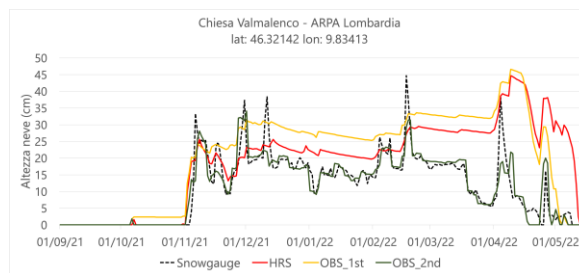


Figura 4. Serie temporale della altezza di neve misurata presso Chiesa Valmaalenco (Snowgauge) verso un run modellistico con input HRS, un run modellistico con input HRS e osservazioni satellitari (OBS\_1st) ed un run modellistico con input HRS, osservazioni satellitari e osservazioni in situ (OBS\_2nd).

regionali e provinciali di protezione ambientale (ARPA), con cadenza oraria e/o giornaliera.

Come esempio, nella Fig. 4 sono riportati i risultati delle principali simulazioni effettuate. La prima simulazione (OBS\_1nd), che consiste nell'integrazione del dataset satellitare, ha mostrato un miglioramento della correlazione rispetto al run con HRS (0.72 vs 0.58). La seconda simulazione (OBS\_2nd) è stata effettuata implementando, oltre al dataset satellitare, anche l'assimilazione dei dati di altezza del manto nevoso provenienti dalle stazioni in situ; questo aggiornamento ha portato al maggior grado di miglioramento con un'ottima correlazione (0.91) tra la altezza della neve simulata e quella registrata dal nivometro.

L'output è memorizzato in un file raster (NetCDF) per stagione e per dominio (Fig.5).

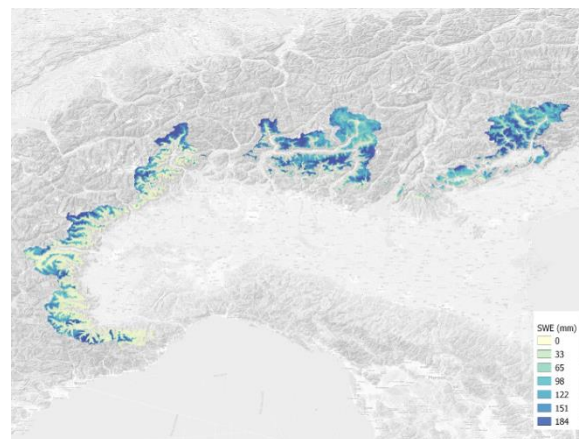
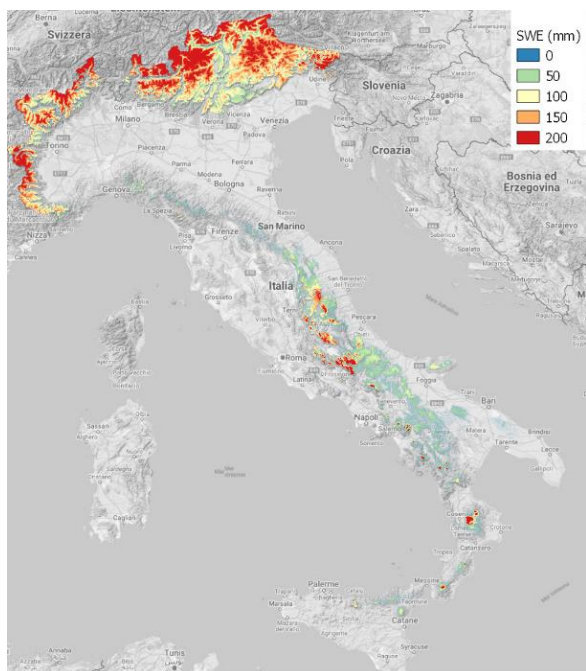


Figura 5. rappresentazione del netcdf su piattaforma GIS; simulazione del 18/03/2022.

I risultati ottenuti nel precedente caso studio hanno consentito di replicare il sistema a livello nazionale, per poter condividere i dataset di SWE con i principali gestori nazionali di energia e acqua.

Considerando le esigenze computazionali del modello e l'ambito applicativo del dataset, si è deciso di procedere con dominio su griglia di 1281x1729 con risoluzione spaziale di 1 km (Fig. 6), simulando con risoluzione temporale oraria le stagioni nevose (da settembre a

maggio) dal 2010/11, utilizzando HRS e le misurazioni disponibili dalle varie ARPA.



**Figura 6.** Esempio di rappresentazione della SWE su dominio italiano a 1km di risoluzione.

Inoltre, è stato implementato un flusso previsionale che fornisce la stima di SWE per le successive 360 ore ed è in studio un'estensione per la previsione a più lungo termine, utile, soprattutto, per le valutazioni in fase di disgelo primaverile. La previsione avviene partendo da uno stato iniziale ottenuto dall'ultimo dato di rianalisi di SWE disponibile e impiegando i dati meteorologici previsti provenienti dalla catena HFS.

### Conclusioni e futuri sviluppi

In questo articolo è stata presentata una soluzione innovativa per la stima dello SWE, che combina diverse fonti di dati in un sistema flessibile e facilmente aggiornabile. È previsto che in futuro vengano integrati sottodomini a più alta risoluzione per analisi su bacini specifici dove l'utilizzo dei dati satellitari ad altissima risoluzione giocherà un ruolo fondamentale per una stima più accurata della SWE. Parallelamente si continuerà a ricercare e a sviluppare nuove procedure di validazione, spazializzazione e assimilazione di dati provenienti da

misurazioni al suolo e da satelliti, con lo scopo di ottenere una rappresentazione sempre più precisa e affidabile delle risorse idriche sull'intero territorio italiano.

### Bibliografia

- [1]European Drought Observatory, European Space Agency, Copernicus Sentinel-2, Joint Research Centre, Monitoring Agricultural Resources (MARS) Bulletin, Embalces.net, NASA
- [2]M. Lehning, P. Bartelt, R.L. Brown, T. Russi, U. Stöckli, M. Zimmerli, "Snowpack Model Calculations for Avalanche Warning based upon a new Network of Weather and Snow Stations", *Cold Reg. Sci. Technol.*, 30, 145-157, 1999
- [3]S.S. Carroll, N.A.C. Cressie, "A comparison of geostatistical methodologies used to estimate snow water equivalent", *Water Resour. Bull.*, 32 (2), pp. 267-278, 1996
- [4]S.S. Carroll, N.A.C. Cressie, "Spatial modeling of snow water equivalent using covariances estimated from spatial and geomorphic attributes", *J. Hydrol.*, 190, pp. 42-59, 1997
- [5]F. Avanzi et al. "Snow Multidata Mapping and Modeling (S3M) 5.1: a distributed cryospheric model with dry and wet snow, data assimilation, glacier mass balance, and debris-driven melt", *Geosci. Model Dev.*, 15, 4853-4879, 2022.
- [6]A. Mangeruca et al., "Snow water equivalent (SWE) measurements for better management of water resources to reduce drought risk," 2022 IEEE Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor), Perugia, Italy, 2022, pp. 307-312, doi: 10.1109/MetroAgriFor55389.2022.9964489
- [7][https://www.radarmeteo.com/wp-content/uploads/2022/02/Quaderno\\_Meteorologia\\_Aperta1\\_Rappresentatività\\_dati\\_meteo-1.pdf](https://www.radarmeteo.com/wp-content/uploads/2022/02/Quaderno_Meteorologia_Aperta1_Rappresentatività_dati_meteo-1.pdf)
- [8][https://www.radarmeteo.com/wp-content/uploads/2022/07/Quaderno\\_Meteorologia\\_Aperta2\\_Rianalisi-2.pdf](https://www.radarmeteo.com/wp-content/uploads/2022/07/Quaderno_Meteorologia_Aperta2_Rianalisi-2.pdf)
- [9]<https://www.mmm.ucar.edu/models/wrf>

*Autori:*



*Gianluca Ferrari*  
Chief Data Analysis Officer



*Lucia Cisco*  
Weather Data Scientist

# AEOLIAN

## Atlante EOLico ItaliANo



Gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030 e il 2050 delle politiche energetiche europee stanno dando un forte impulso allo sviluppo del settore eolico onshore e offshore, rendendo particolarmente urgente l'aver a disposizione dati accurati e affidabili relativi a disponibilità e distribuzione della risorsa eolica sul territorio nazionale e sulle aree marine di competenza, sia per consentire una corretta pianificazione territoriale, sia come strumento di supporto alla realizzazione di interventi efficaci e sostenibili.

Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) SpA ha sviluppato il nuovo Atlante EOLico ItaliANo (AEOLIAN) in collaborazione con il National Center for Atmospheric Research (NCAR) di Boulder, Colorado, con l'obiettivo di guidare la generazione eolica futura in accordo con gli ambiziosi obiettivi europei. AEOLIAN è stato realizzato attraverso un approccio innovativo che combina la modellazione meteorologica numerica ad alta risoluzione con la tecnica statistica Analog Ensemble (AnEn), permettendo un notevole risparmio di tempo e risorse computazionali mantenendo un adeguato livello di affidabilità. Il risultato è un dataset con risoluzione spaziale dell'ordine di 1 km su tutto il territorio nazionale e sulle aree marine circostanti, con passo temporale orario ed estensione dal 1990 al 2019. È altresì prevista l'estensione in avanti del

dataset, al fine di modellizzare anche gli anni più recenti in ottica di fornire un prodotto sempre aggiornato.

È stato inoltre realizzato il webGIS <https://atlanteeolico.rse-web.it/>, dal quale è possibile visualizzare e scaricare diversi parametri come, ad esempio, mappe di intensità media, mappe di producibilità e serie temporali a diverse altezze di interesse per vari stakeholders, quali costruttori di impianti eolici, autorità responsabili della pianificazione territoriale, società coinvolte nello sviluppo della rete elettrica o privati cittadini.

Lo sviluppo e la validazione di AEOLIAN sono stati descritti dettagliatamente in un articolo scientifico open access pubblicato sulla rivista specialistica Wind Energy, consultabile al link <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/we.2890>.

*Autore:*



*Simone Sperati  
(RSE)*



***Caro Socio, se sei interessato a partecipare al comitato di redazione della Newsletter, o se vuoi segnalare notizie o avvenimenti di interesse da pubblicare, scrivici a [newsletter@aisam.eu](mailto:newsletter@aisam.eu).***

***L'uscita della prossima Newsletter è prevista per giugno 2024.***

