



Think before you print

Numero 6 Anno 2021



Newsletter

SOMMARIO

EDITORIALE.....	2
FLASH NEWS.....	3
IN LIBRERIA.....	7
IN PRIMO PIANO.....	8
ARTICOLO.....	12
NON SOLO ATMOSFERA.....	14
APPROFONDIMENTO.....	16
BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY.....	22
SEZIONE PROFESSIONISTI.....	23
SEZIONE STUDENTI.....	24
LA PROCLAMO DOTTORE.....	26
QUATTRO CHIACCHIERE CON.....	38
I NOSTRI SOCI COLLETTIVI.....	43

COMITATO EDITORIALE

Brunetti Michele
Colaiuda Valentina
Davolio Silvio
Lussana Cristian
Pisani Sergio
Ricchi Antonio
Riva Isabella
Salvati Marta Rosa

Contatto: newsletter@aisam.eu

EVENTI AISAM

- 12 giugno 2021 – **Assemblea Soci AISAM** – on-line
- 19-20 novembre 2021 – **Festivalmeteorologia** – Rovereto
- 15-18 febbraio 2022 – **4° Congresso Nazionale AISAM** – Milano

NUOVI SOCI

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

Marta ANTONELLI, Tommaso CALOIERO, Luca CANTARELLO, Matteo CORAZZA, Giulio LANZINGHER, Stefano MARANI, Matteo TIDILI

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

ARPAL, ARPA-Piemonte (Dip. Rischi naturali e Ambientali), HIMET

Ad oggi l'Associazione conta **4** soci onorari, **267** soci individuali, **22** 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 Socie, cari Soci,

la situazione generale sta evolvendo verso un progressivo allentamento della pandemia, e finalmente anche per le attività della nostra Associazione si prospetta nei prossimi mesi il tanto desiderato ritorno ad eventi in presenza.

Purtroppo, non potrà ancora essere così per l'**Assemblea dei Soci**, che si terrà online il prossimo sabato 12 giugno.

Ma stiamo progettando in presenza la 7a edizione del **Festivalmeteorologia** a Rovereto venerdì 19 e sabato 20 novembre e il **4° Congresso Nazionale** a Milano da martedì 15 a venerdì 18 febbraio 2022.

Daremo conto sui consueti canali - sito web e pagina facebook dell'associazione, foglio notizie *AISAM Informa* – degli sviluppi e degli aggiornamenti.

Anche questo numero della nostra Newsletter si presenta ricchissimo di informazioni, eventi, progetti e risultati di una comunità nazionale che arricchisce il nostro Paese, e va ben oltre i suoi confini, portando esempi e testimonianze di qualificata presenza e attività di nostri connazionali anche in istituzioni assai prestigiose all'estero, talora anche in posizioni di vertice.

È emblematica, da questo punto di vista, la prestigiosa traiettoria scientifica del nostro Socio Onorario **Prof. Franco Einaudi**, purtroppo recentemente scomparso negli Stati Uniti, dopo aver tenacemente combattuto una lunga battaglia contro un'inesorabile malattia.

Mi è caro ricordarlo nel suo splendido intervento alla prima edizione del Festivalmeteorologia, dove illustrò chiaramente la mission e l'organizzazione dell'American Meteorological Society, essendone stato a suo tempo presidente.

Con le sue parole di sincero apprezzamento e vivo incoraggiamento contribuì notevolmente alla nascita di AISAM, che sarebbe stata formalizzata di lì a pochi mesi.

Un bel ricordo di Franco Einaudi ci viene offerto, proprio in questo numero della NewsLetter, da due Soci che lo hanno conosciuto molto bene, Andrea Buzzi e Renzo Richiardone.



Sarà cura di AISAM dare ulteriore risalto al suo brillante percorso di uomo e di studioso, e far tesoro del suo esempio e del suo insegnamento, così come delle tante opportunità di collaborazione e supporto da lui offerte a tanti ricercatori, in Italia e all'estero, attraverso iniziative dedicate a questa splendida figura di uomo e di scienziato. Invito fin d'ora tutti coloro che lo hanno conosciuto a contribuire con testimonianze, ricordi, segnalazioni, contattandomi per coordinare i vari contributi.

Confidando di ri-incontrarvi presto, non mi resta che augurarvi buona lettura!



(Il Presidente Dino Zardi)

FLASH NEWS

IL COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE HA PUBBLICATO IL RAPPORTO SULLO STATO DEL CLIMA EUROPEO PER IL 2020



Lo scorso 22 aprile è stato pubblicato il report sullo stato del clima europeo per il 2020.

Il 2020 ha fatto registrare l'anno, l'inverno e l'autunno più caldi per l'Europa.

L'inverno in Europa è stato di oltre 3.4°C sopra la media, e particolarmente caldo nell'Europa nord-orientale, con un impatto sul manto nevoso e sul ghiaccio marino.

In estate si sono verificati diversi episodi di clima molto caldo, che hanno colpito diverse regioni. Tuttavia, le ondate di calore non sono state così intense, diffuse o persistenti come quelle degli ultimi anni

La tempesta Alex ha portato precipitazioni record e portate fluviali superiori alla media in gran parte dell'Europa occidentale, provocando inondazioni in alcune regioni a inizio ottobre.

Il 2020 ha visto il maggior numero di ore di sole in Europa da quando sono iniziate le registrazioni satellitari nel 1983.

Per maggiori dettagli visita il sito:

<https://climate.copernicus.eu/warmest-year-and-record-rainfall-europe-exceptional-heat-arctic-copernicus-releases-european-state>

SALGONO A 8 LE STAZIONI DI RILEVAZIONE ITALIANE NELLA RETE MONDIALE GLOBAL ATMOSPHERE WATCH



L'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia ha conferito all'Osservatorio ENEA delle Madonie (Palermo) il riconoscimento

ufficiale di stazione regionale per tutta l'area del Mediterraneo centrale, nell'ambito del *Global Atmosphere Watch* (GAW), la rete mondiale per lo studio del cambiamento climatico che coinvolge circa 80 Paesi.

La Stazione ENEA si trova a circa 1.700 metri di quota, in località Piano Battaglia del comune di Petralia Sottana (Palermo), sul versante meridionale del Pizzo Carbonara (1.979 metri di altitudine), all'interno del Parco Regionale delle Madonie (37.88° N, 14.03° E) - dal 2015 Geoparco Mondiale dell'UNESCO - e rappresenta oggi l'ottavo

punto di monitoraggio dei gas ad effetto serra in Italia e l'unico sito in quota in Sicilia.

Maggiori dettagli al link seguente:

<https://www.enea.it/it/Stampa/news/clima-salgono-a-8-le-stazioni-di-rilevazione-italiane-nella-rete-mondiale-global-atmosphere-watch>

IV CONVEGNO NAZIONALE DI RADAR METEOROLOGIA



Il quarto Convegno Nazionale di Radarmeteorologia

RadMet2021.IT si terrà telematicamente a Firenze, il prossimo 6-8 luglio 2021.

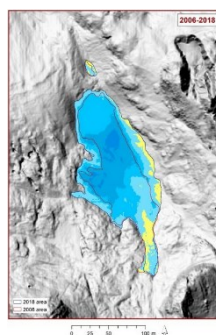
Il convegno è organizzato da LaMMA Toscana insieme con ARPA Piemonte, Arpae Emilia-Romagna, Dipartimento della Protezione Civile (DPC), l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR, CETEMPS e il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni della Sapienza Università di Roma.

La partecipazione a RadMet2021.IT sarà completamente gratuita ed esclusivamente telematica attraverso una opportuna piattaforma telematica, previa opportuna iscrizione.

Per maggiori informazioni visita il sito:

<https://sites.google.com/arpae.it/radmet2021it>

ALPI GIULIE: PICCOLI GHIACCIAI IN CONTROTENDENZA



I risultati di una recente ricerca internazionale pubblicata su *Atmosphere* hanno evidenziato che, nonostante il costante aumento delle temperature e il prolungamento del periodo di ablazione estivo, alcuni piccoli corpi glaciali delle Alpi Giulie mostrano un bilancio di massa leggermente positivo nel corso degli ultimi 15

anni. In altre parole, questi piccoli ghiacciai, posti per altro a quote relativamente basse, si stanno rivelando resilienti, in controtendenza con quello che avviene per gli altri ghiacciai alpini. La ricerca indica anche i fattori responsabili di questo comportamento: oltre ai fattori topografici che facilitano gli accumuli da valanga, sono le nevicate eccezionalmente forti degli ultimi anni a produrre accumuli superiori alla norma che non vengono rimossi completamente nel corso dell'estate. Questi

eventi estremi di precipitazione vengo attribuiti al riscaldamento globale, come conseguenza dell'amplificazione artica che modifica la circolazione globale, favorendo gli scambi meridiani. Inoltre, anche l'aumento della temperatura superficiale del mare Adriatico potrebbe avere un impatto sulla meteorologia di questa zona.

Per un approfondimento visita il sito:

<https://www.aametoc.org/post/la-resilienza-dei-piccoli-corpi-glaciali-delle-alpi-giulie-invariati-negli-ultimi-15-anni?fbclid=IwAR3ewZasHWHIIgssr4t7SQoVTYkLWIHQXNlit8uUWgw2A6O8jXFhAarpiU0>

XXIII EDIZIONE DEL CONVEGNO AIAM



Come ogni anno l'Associazione Italiana di Agrometeorologia organizza un convegno che, nel corso degli anni, è diventato ormai un momento d'incontro molto atteso da

parte di tutta la comunità agrometeorologica italiana.

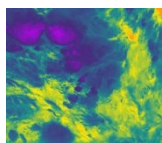
Come di consueto vengono trattati i temi più attuali della ricerca e delle applicazioni in ambito agrometeorologico.

La XXIII edizione del Convegno AIAM si terrà on-line nelle giornate del **30 giugno – 2 luglio 2021** ed avrà per titolo: "Agricoltura 4.0 e cambiamento climatico: il ruolo dell'Agrometeorologia"

Per maggiori informazioni visita il sito:

<http://www.agrometeorologia.it/first-call-2020-2/>

NUOVO RECORD DI TEMPERATURA PIÙ BASSA MISURATA DA SATELLITE ALLA SOMMITÀ DI UNA NUBE



Un nuovo articolo a firma Simon Proud, ricercatore presso il Department of Physics and the National Centre for Earth Observation, descrive il rilevamento di una temperatura senza precedenti misurata alla sommità di una nube temporalesca nel Pacifico da un satellite in orbita attorno alla Terra. Questa temperatura di -111°C è di oltre 30°C inferiore a quelle tipiche delle nubi temporalesche ed è la misura più fredda fino ad ora rilevata per tali tipi di nubi.

Il 29 dicembre 2018, il sensore VIIRS a bordo del satellite americano NOAA-20, ha sorvolato un forte temporale nel Pacifico sud-occidentale, a circa 400 km a sud di Nauru. Questa tempesta era così potente che si è spinta attraverso la troposfera fino alla stratosfera; continuando a raffreddarsi man mano che guadagnava altezza nonostante l'aria circostante fosse più calda: un evento noto come *overshooting top*. Questo superamento ha portato la nube temporalesca a raggiungere la

temperatura più fredda mai registrata, -111°C , e il top delle nubi hanno raggiunto una quota di oltre 20,5 km.

Maggiori dettagli al link:

<https://www2.physics.ox.ac.uk/news/2021/03/27/coldes-t-recorded-cloud-temperature-measured-by-satellite>

L'UNIVERSITÀ PARTHENOPE CONSEGNA I PRIMI ATTESTATI DA METEOROLOGO



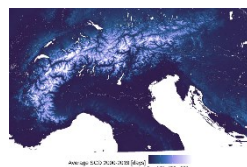
Alla seduta di laurea magistrale in *Scienze e Tecnologie della Navigazione - indirizzo Scienze del Clima* dello scorso 19 aprile sono stati consegnati i primi due attestati di *Meteorologo*. A riceverli gli studenti

Gaetano Genovese e Ilenia Manco. Presenti il Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope Carotenuto, il Rappresentante Permanente presso la WMO per l'Italia, Generale Baione, il Presidente della Associazione Italiana Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia Dino Zardi, i coordinatori dei corsi di studio Pierini e Parente e il direttore del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Budillon.

Per maggiori dettagli visita il link:

<https://www.uniparthenope.it/news/consegnati-i-primi-attestati-di-meteorologo>

IN CALO L'INNEVAMENTO SULLE ALPI



Una ricerca dell'EURAC, coordinata da Michael Matiu e Alice Crespi, ha analizzato la nevosità sull'intero arco alpino nel periodo 1971-2019, su oltre 2000 stazioni di rilevazione.

L'analisi dei dati di spessore nevoso degli ultimi 50 anni ha mostrato una tendenza alla riduzione dell'innevamento, sia in termini di spessore del manto che della sua durata, nella maggior parte delle località esaminate. Questa tendenza, che si è rivelata più marcata nei mesi primaverili e al di sotto dei 2000 metri di quota, viene attribuita principalmente all'aumento delle temperature medie e alla conseguenza prevalenza di pioggia rispetto alla neve a basse quote. In controtendenza solo alcune annate caratterizzate da eventi nevosi eccezionali. L'articolo scientifico è stato recentemente pubblicato su *The Cryosphere*

<https://tc.copernicus.org/articles/15/1343/2021/>.

Maggiori dettagli sono disponibili nel comunicato stampa di EURAC:

<https://beta.eurac.edu/en/magazine/less-of-the-white-stuff-snow-cover-has-been-declining-in-the-alps>

Un estratto divulgativo dell'articolo è pubblicato sulla presente [Newsletter](#).

LA PIÙ PRECOCE FIORITURA DEI CILIEGI IN 1200 ANNI



Nel 2021, dopo una primavera insolitamente calda, i ciliegi hanno colorato la città di Kyoto con la loro fioritura molto prima del previsto. Ad oggi, questa è la fioritura dei ciliegi più precoce mai osservata prima per la città di Kyoto, dove le date della fioritura vengono registrate da più di 1.200 anni.

I documenti della corte imperiale e le antiche annotazioni sui diari della festa della fioritura dei ciliegi risalgono all'812 d.C. Da allora, la data più precoce di fioritura è stata il 27 marzo dell'anno 1409 surclassata dal 26 marzo di questo anomalo 2021.

Per maggiori informazioni:

<https://www.sciencealert.com/japan-s-cherry-blossoms-burst-into-color-sooner-than-they-have-in-1-200-years>

ENERGIES – SPECIAL ISSUE "Turbulent Flow Simulations: Laboratory and Numerical Modelling of Turbulent Flows"



Segnaliamo una special issue sulla rivista *Energies* (IF:2.7)

dal titolo "*Turbulent Flow Simulations: Laboratory and Numerical Modelling of Turbulent Flows*" (keywords: Turbulent flow, laboratory experiments, numerical simulations, microclimate design, mixing, heat exchange, jets).

La deadline è fissata per il 2 Luglio 2021.

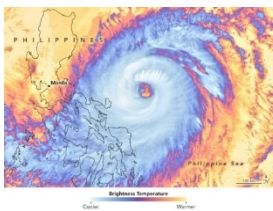
Guest Editors: Prof. Dr. Simone Ferrari; Dr. Annalisa di Bernardino.

Maggiori informazioni possono essere trovate nella pagina dedicata:

https://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/Turbulent_Flow_Simulations

Si prega di contattate i guest editors per avere informazioni riguardo possibili sconti sulla fee di pubblicazione.

SUPER TIFONE SURIGAE: NUOVO RECORD



Il super tifone Surigae (noto anche come Bising) che si è sviluppato a fine aprile a est delle Filippine è risultato essere il ciclone tropicale più intenso dell'emisfero nord, tra

tutti quelli che si sono formati prima del mese di maggio, da quando vengono osservati da satellite. A seguito di

un'intensificazione estremamente rapida, ha raggiunto categoria 5 il 17 aprile, con venti di intensità fino a 165 nodi (305 km/h) e un minimo di pressione di 895 hPa. Notevole la dimensione del caratteristico occhio, il cui diametro ha raggiunto quasi i 100 km.

Sul sito <https://cimss.ssec.wisc.edu/satellite-blog/archives/40678> si possono ammirare delle bellissime animazione da satellite.

Ulteriori informazioni sono disponibili al seguente link:

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/148208/suriga-stirs-up-the-pacific>

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DATA ASSIMILATION - ONLINE



Iniziativa interessante quella dell' "*International Symposium on Data Assimilation - Online*" che si trasforma da simposio in presenza,

che si sarebbe dovuto svolgere in una settimana negli USA, ad un'agenda di appuntamenti che proseguiranno fino a luglio. Guardando il programma, vi accorgete che una delle sfide è anche quella di trovare una fascia oraria che permetta la partecipazione da tutti e sei i continenti. Maggiori informazioni sono disponibili al sito del simposio <https://isda-online.univie.ac.at>

In particolare, sono disponibili anche le presentazioni degli eventi passati. Per quanto riguarda gli eventi che si devono ancora svolgere è anche possibile presentare i propri lavori.

6TH CONFERENCE ON MODELLING HYDROLOGY, CLIMATE AND LAND SURFACE PROCESSES – FROM EARTH SYSTEM MODELLING TO CATCHMENT SCALE



La conferenza è organizzata dal 14 al 16 settembre 2021 a Lillehammer, in Norvegia, dal "Norsk hydrologiråd" ovvero

l'associazione Norvegese di idrologia. Se possibile, la conferenza si terrà in presenza, in alternativa verrà organizzata come evento virtuale.

Verranno affrontati argomenti relativi alla costruzione di modelli idrologici e climatici, con particolare riferimento all'interfaccia con i processi della superficie terrestre e gli impatti idrologici dei cambiamenti climatici. Si concentrerà anche sui recenti sviluppi delle reti osservative meteorologiche e di analisi dei dati, comprese le esperienze con osservazioni non convenzionali, nuovi metodi per indagare la dinamica dell'acqua del suolo e servizi climatici applicati ai processi decisionali. Particolare attenzione viene data alle interazioni

ecosistema-clima terrestre e alla loro rappresentazione negli Earth System Models (ESM).

Per maggiori informazioni visita il sito:

<http://www.hydrologiraadet.no/6th-conference-on-modelling-hydrology-climate-and-land-surface-processes/>

ICAM ONLINE EVENT

International Conference on Alpine Meteorology

La conferenza internazionale di Mountain Meteorology (ICAM), che si tiene tradizionalmente ogni due anni (l'ultima edizione, nel 2019 a Riva del Garda organizzata da AISAM), sarà posticipata a causa del perdurare dell'emergenza sanitaria. Sarà sempre St. Gallen in Svizzera ad ospitarla il **19-23 Giugno 2023**.

Gli organizzatori hanno però preparato un evento online per evitare una lunga pausa di 4 anni. Quindi nei giorni **8-10 giugno 2021**, dalle 16:00 alle 19:00 la comunità internazionale interessata nella meteorologia e climatologia Alpina potrà incontrarsi e discutere alcune tematiche di rilievo. Ci saranno sia presentazioni ad invito e sessioni di discussione e il programma dettagliato può essere consultato al sito <https://www.icam2021.ch/>. Per partecipare è richiesta la registrazione.

IL RITIRO DEI GHIACCIAI STA ACCELERANDO



I ghiacciai sono un indicatore sensibile del cambiamento climatico, oltre ad essere facilmente osservato. Indipendentemente dall'altitudine o dalla latitudine, i ghiacciai si sono ritirati ad un ritmo elevato dalla metà del XX secolo. Fino ad ora, tuttavia, l'entità completa della perdita di ghiaccio è stata misurata e compresa solo parzialmente. Ora un gruppo di ricerca internazionale guidato dall'ETH di Zurigo e dall'Università di Tolosa ha pubblicato uno studio completo sul ritiro globale dei ghiacciai, pubblicato online su [Nature](https://www.nature.com) il 28 aprile. Questo è il primo studio a includere tutti i ghiacciai del mondo - circa 220.000 in totale - escluse le calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide. La risoluzione spaziale e temporale dello studio sono senza precedenti e mostra quanto rapidamente i ghiacciai abbiano perso spessore e massa negli ultimi due decenni.

Per maggiori informazioni visita il sito:

<https://www.mountainresearchinitiative.org/news-page-all/112-global-news/2850-global-glacier-retreat-has-accelerated>

RAPPORTO ISPRA "INDICATORI DI EFFICIENZA E DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA ENERGETICO NAZIONALE E DEL SETTORE ELETTRICO"



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

È stato recentemente pubblicato da ISPRA il rapporto che traccia un'analisi storica del

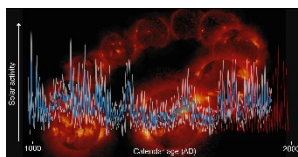
consumo di energia a livello nazionale, mostrandone una riduzione del 17% nel corso degli ultimi 15 anni e evidenziando un aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili, passata dal 16% al 39.5%.

Fattori che hanno determinato una sensibile riduzione delle emissioni di gas serra.

Per maggiori informazioni visita il link:

<https://www.isprambiente.gov.it/it/news/disponibile-online-il-rapporto-ispra-201cindicatori-di-efficienza-e-decarbonizzazione-del-sistema-energetico-nazionale-e-del-settore-elettrico201d>

RICOSTRUITA L'ATTIVITÀ SOLARE PER L'ULTIMO MILLENNIO



Un recente studio di alcuni ricercatori dello ETH di Zurigo ha ricostruito l'andamento del ciclo solare degli ultimi mille anni

grazie alle proprietà degli anelli di accrescimento delle piante.

Gli studiosi si sono concentrati sul contenuto di isotopi radioattivi di *Carbonio 14* nei vari anelli, poiché esso è proporzionale alla concentrazione di carbonio radioattivo presente nell'atmosfera all'epoca di formazione dell'anello. La presenza di ^{14}C nell'atmosfera è modulata dalla quantità di raggi cosmici che raggiungono la Terra, i quali, a loro volta, ci arrivano in maggiore o minore quantità a seconda di quanto è intensa l'attività solare.

Dalla fine del XVII secolo abbiamo osservazioni dirette di queste variazioni cicliche grazie al conteggio delle macchie solari, intimamente legate all'attività magnetica del Sole. Con questo studio si è potuto valutare per la prima volta l'andamento del ciclo solare a partire da poco prima dell'anno 1000: si è potuto riscontrare che vi sono stati massimi solari intorno al 993, al 1052 e al 1279, molto più intensi di quelli finora osservati direttamente.

Maggiori dettagli al seguente link: <https://buff.ly/2YgeGzu>.

IN LIBRERIA

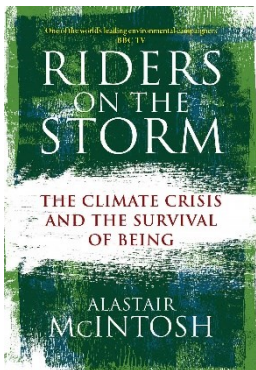
Ultimi Ghiacci. Clima e ghiacciai nelle Alpi Marittime



di **Luca Mercalli e Daniele Cat Berro**, Edizioni SMS.

Nell'autunno 2020, a firma di Luca Mercalli e Daniele Cat Berro, è arrivato “Ultimi Ghiacci. Clima e ghiacciai nelle Alpi Marittime”, undicesimo volume della collana “Memorie dell'Atmosfera” (edizioni SMS) dedicata al salvataggio, analisi e divulgazione di patrimoni climatologici locali altrimenti dimenticati e dispersi. In quattrocento pagine, delle montagne alle spalle di Cuneo si descrivono le temperature, in aumento di 1,7 °C nell'ultimo trentennio; le precipitazioni e le alluvioni, l'ultima delle quali ha devastato i dintorni del Col di Tenda il 2 ottobre 2020 proprio mentre la pubblicazione era in stampa; le nevi, in riduzione ma pur sempre tra le più abbondanti d'Italia (in media 6 metri di neve fresca annua a quota 2000 m, il doppio rispetto ad altre zone xeriche come la Val Susa). Ma a far da padrone è il capitolo sui ghiacciai, gli “ultimi” e più meridionali dell'arco alpino prima del mare (Menton è ad appena una quarantina di chilometri), e gli “ultimi” della zona prima di una scomparsa sempre più vicina: ancora maestosi un secolo fa, oggi rimangono relitti per meno di 0,5 km² totali (-87% rispetto alla Piccola Età Glaciale), ma proprio per questo interessanti indicatori dei cambiamenti climatici insieme al permafrost e ai peculiari ghiacciai ipogei delle adiacenti e carsiche Alpi Liguri. Non mancano riferimenti a radiazione solare, vento, acque e produzione idroelettrica, nonché alla biodiversità, ricchissima in una regione di cerniera tra ambienti mediterranei e continentali, e alle prospettive di clima futuro. Al volume si affianca una mostra permanente a Entracque (*Centro Visite Enel*), entrambi realizzati nel quadro del progetto *Alcotra “CClimaTT”* per lo studio dei cambiamenti climatici tra Cuneese, Mercantour ed Ecrins (Francia), grazie a una collaborazione tra *l'Ente di gestione Aree Protette delle Alpi Marittime*, *Società Meteorologica Italiana* e *Arnica Progettazione Ambientale*. Info sul progetto CClimaTT: www.areeprotettealpimarittime.it, www.cclimatt.eu. Per reperire il libro: www.nimbus.it.

Riders on the Storm: The Climate Crisis and the Survival of Being



di **Alastair McIntosh**, Edizioni Birlinn Ltd.

L'autore Alastair McIntosh è un accademico e un'attivista, oltre ad essere uno scrittore. La formazione accademica di Alastair McIntosh è trasversale in modo inusuale, dato che si occupa di scienze sociali, ambientali e di religione. Il risultato è un libro che affonda le proprie radici nei rapporti dell'IPCC, che vengono anche riassunti in modo efficace, ma che offre anche riflessioni originali sui movimenti ambientalisti e sugli aspetti psicologici e gli effetti pratici dell'in-attivismo o scetticismo climatico. Inoltre, il libro offre continui riferimenti al legame fra la comunicazione dei cambiamenti climatici a livello globale e gli effetti locali sul clima di alcune isole scozzesi.

La sinossi dell'editore ci racconta che "Quando si afferma che i cambiamenti climatici sono pericolosi si intende che un cambiamento sociale di massa è essenziale affinché gran parte della terra possa rimanere abitabile". Ciò che deve accadere metterà alla prova la nostra politica, la nostra economia e le nostre capacità tecnologiche. Ma soprattutto sarà una sfida per la nostra umanità. In questo nuovo libro succinto e appassionato, Alastair McIntosh esamina i meccanismi nella psiche umana che hanno permesso al consumismo sfrenato di minacciare il pianeta. Egli sostiene un cambiamento radicale nella nostra coscienza di ciò che significa essere umani in questa fase della nostra evoluzione. Il suo messaggio non è a priori ottimistico, piuttosto è quello di costruire sull'anima e sul significato profondo delle cose, in questi tempi difficili. Di costruire la capacità di resilienza e rigenerazione che può renderci riders on the storm.

IAMAS (International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences)



IAMAS (Associazione Internazionale di Meteorologia e Scienze dell'Atmosfera; www.iamas.org) è un ente non

governativo che ha come obiettivo la promozione e il progresso delle scienze dell'atmosfera attraverso conferenze, workshop e pubblicazioni scientifiche. IAMAS è una delle otto associazioni dell'Unione Internazionale di Geodesia e Geofisica (IUGG; www.iugg.org), che nel 2019 ha festeggiato il centesimo anno dalla sua istituzione e che ha come finalità l'avanzamento, promozione e diffusione delle conoscenze sul sistema Terra, del suo ambiente spaziale, e dei processi dinamici che causano e controllano i suoi cambiamenti.

IAMAS collabora con alcune delle altre associazioni di IUGG in attività interdisciplinari, ad esempio attraverso l'organizzazione di workshop congiunti. Inoltre, IAMAS mantiene stretti legami con altri enti internazionali, quali l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), il Comitato Scientifico per la Ricerca in Antartide (SCAR), e il Programma Mondiale di Ricerca sul Clima (WCRP).

IAMAS è costituita da dieci commissioni che svolgono la maggior parte del lavoro dell'associazione, attraverso la pubblicazione di rapporti, l'organizzazione di seminari e workshop. *Advances in Atmospheric Sciences* è la rivista scientifica associata a IAMAS, edita da Springer.

I delegati nazionali di IAMAS si riuniscono ogni 2 anni, alternativamente durante la IUGG General Assembly, il cui ultimo meeting si è tenuto a Montreal nel luglio 2019, e durante una specifica assemblea di IAMAS (spesso congiunta con il meeting di altre associazioni IUGG), che si sarebbe dovuta tenere a Busan (Corea del Sud) la prossima estate, ma che è stata rinviata al 2025 a causa della pandemia. Al posto del meeting si terrà dal 19 al 23 luglio 2021 una serie di seminari online su vari argomenti, tra cui: remote sensing, campagne sperimentali, modellazione e processi accoppiati nell'atmosfera, nella criosfera e negli oceani. Ulteriori informazioni sono presenti su: <https://cryosphericsscience.org/vaco-21/>. Il prossimo meeting IUGG è invece previsto a Berlino nel periodo 11-20 luglio 2023.

Tra le altre attività, IAMAS fornisce sostegno economico per l'organizzazione di conferenze, workshop, scuole. Ad esempio, ha finanziato il primo workshop del programma TEAMx (*Multi-scale transport and exchange processes in*

the atmosphere over mountains – programme and experiment; <http://www.teamx-programme.org>), svoltosi a Rovereto nel periodo 28-30 agosto 2019. Il workshop ha visto la partecipazione di numerosi ricercatori da varie parti del mondo, tra cui molti italiani, che hanno mostrato notevole interesse per le attività proposte nel programma e per la prossima campagna sperimentale prevista in area alpina tra la primavera del 2024 e quella del 2025.

Per quanto riguarda le attività in Italia, la Commissione per la partecipazione del CNR alla IUGG opera come Italian National Committee della IUGG, ed è composta dal Rappresentante titolare italiano in IUGG e dai Rappresentanti titolari italiani nelle otto Associazioni di IUGG. Durante il primo anno di mandato, la commissione ha organizzato il workshop "Stato dell'arte e prospettive nella prevedibilità degli eventi naturali" svoltosi a Roma nell'aula Marconi del CNR il 26 e 27 novembre 2019, sotto l'egida della IUGG e delle otto Associazioni internazionali. Il workshop ha fatto il punto sulla prevedibilità di fenomeni naturali potenzialmente pericolosi. Coinvolgendo ricercatori attivi in diversi settori, l'incontro ha permesso di confrontare approcci e strumenti oggi disponibili per la previsione di diversi fenomeni naturali, individuandone limiti, incertezze e possibili sviluppi, nel breve e nel lungo termine, nonché le possibili sinergie; quest'ultime fondamentali per lo sviluppo di previsioni "multi-rischio". Il workshop è stato incentrato su otto principali pericoli/fenomeni, uno per ciascuna delle otto Associazioni IUGG, selezionando per ciascuno due relatori. Le presentazioni sono state intervallate da periodi di discussione e confronto collegiale, vero fulcro del meeting, in cui il dibattito si è incentrato sulle attuali capacità di previsione e sulle prospettive nella prevedibilità degli eventi naturali considerati. Altri pericoli, nonché aspetti di vulnerabilità, impatto, rischio, mitigazione e comunicazione verranno trattati in due workshop che, originariamente previsti per il 2020, dovrebbero tenersi - auspicabilmente in presenza - tra il 2021 e il 2022.



Mario Marcello Miglietta
(Rappresentante italiano IAMAS)

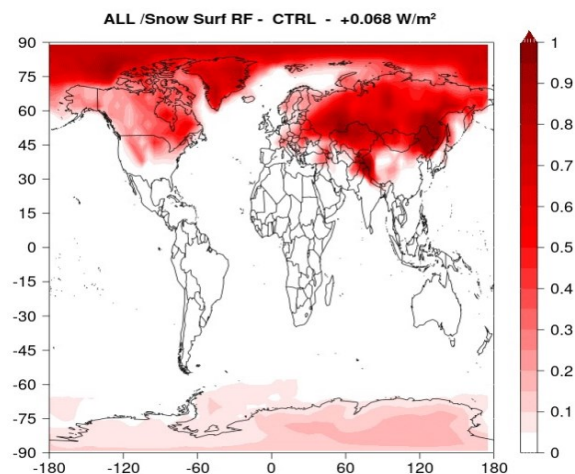
Il ruolo climatico di black carbon, brown carbon e dust nella neve

Il manto nevoso influenza il clima terrestre direttamente o indirettamente. In questo senso, la grandezza fondamentale è l'albedo, che nella neve è normalmente più elevato rispetto alle altre superfici e dipende dalle dimensioni dei grani, dalla copertura nuvolosa, dall'angolo zenitale e dalle impurità contenute sul manto nevoso. Queste ultime, una volta depositatesi sulla neve, provocano una diminuzione dell'albedo, comportando un maggiore assorbimento della radiazione solare (*snow darkening*). L'annerimento delle nevi da parte delle impurità determina un rateo di fusione più elevato, con conseguente diminuzione della loro permanenza al suolo. Le conseguenze sono significative sulla temperatura regionale, sullo scorrimento superficiale da fusione e sulle riserve idriche.

Tra le impurità più efficienti nel processo di *snow darkening* troviamo il *black carbon* (BC), un aerosol atmosferico emesso da sorgenti naturali (incendi di biomasse) ed antropiche (uso di biocombustibili e combustibili fossili). Oltre al BC, nel manto nevoso si osserva la presenza di *dust* desertico e materiale organico assorbente, anche detto *brown carbon* (BrC), emesso principalmente dall'utilizzo di biocombustibili e incendi di biomasse. Essendo il BC la specie di aerosol con l'assorbimento più elevato della radiazione solare, il suo effetto sull'albedo della neve è stato ampiamente studiato. Sono meno noti, invece, gli effetti del *dust* e del BrC, tanto è vero, che l'impatto sul clima dovuto allo *snow darkening* attribuibile a queste due specie di aerosol non è discusso nel rapporto IPCC del 2013. Compare nel 2019, nello "Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate", in cui viene attribuita una confidenza "media" all'effetto del *dust* e una "bassa" confidenza a quello del BrC. Di conseguenza, l'effetto dello *snow darkening*, attribuibile a tutti gli aerosol assorbenti e alle sorgenti antropiche, non è ben chiaro. Inoltre, la perturbazione all'albedo della neve non è lineare con il contenuto di impurità e l'impatto sul clima causato dall'annerimento delle nevi va studiato considerando contemporaneamente le specie (almeno quelle conosciute) in grado di perturbare l'albedo della neve.

In uno studio pubblicato dal CETEMPS, è stato stimato l'impatto climatico della deposizione degli aerosol nella neve, prendendo in considerazione contemporaneamente il BC, il *dust* e il BrC. Partendo dai flussi di deposizione di queste specie calcolati con un modello di chimica e trasporto globale, si è diagnosticato il loro contenuto nel manto nevoso. Dopo aver validato le concentrazioni ottenute con le osservazioni, si è calcolata

la perturbazione all'albedo della neve. L'effetto climatico associato è stato stimato attraverso il concetto di forcing radiativo (una misura dell'alterazione del budget radiativo dovuto ad una forzante climatica). Il forcing dovuto alle tre specie considerate è risultato pari a 0.068 W/m^2 , mentre quello delle singole specie è 0.033 W/m^2 per il BC, 0.012



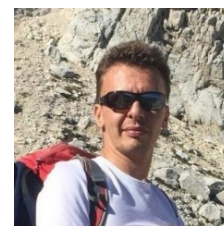
Media annuale del forzante radiativo complessivo di black carbon, brown carbon e dust.

W/m^2 per il *dust* e 0.0066 W/m^2 per il BrC. In base ai risultati ottenuti, le sorgenti antropiche contribuiscono per il 56% a questo forcing. Inoltre, il calcolo ha rivelato che BrC e *dust* (le cosiddette specie non-BC) hanno un ruolo affatto trascurabile nello *snow darkening*, quantificabile con il 40% del forcing.

Studi precedenti hanno stimato che l'efficacia del forcing del BC nella neve è circa tre volte più alta di quella dovuta all'aumento della CO_2 rispetto all'età pre-industriale. Se questa stima dovesse essere valida anche per il *dust* e il BrC, i potenziali effetti climatici in risposta al forcing e al conseguente *snow-albedo feedback* potrebbero essere importanti.

Per approfondimenti:

Tuccella et al.: *Present-day radiative effect from radiation-absorbing aerosols in snow*, Atmos. Chem. Phys., <https://doi.org/10.5194/acp-21-6875-2021>, 2021.



Autore: Paolo Tuccella

La grandine osservata dallo spazio

Le grandinate sono fenomeni meteorologici particolarmente intensi e di breve durata che interessano aree piuttosto limitate. Possono colpire, infatti, superfici da poche decine di metri fino ad alcuni chilometri per un tempo mediamente non superiore a 15-30 minuti. Gli eventi grandinigeni si possono formare come fenomeni isolati o all'interno di estesi sistemi temporaleschi in cui formazioni nuvolose particolarmente energiche, le nubi convettive (cumulonembi), possono raggiungere e superare i 10 km di quota.

La formazione di idrometeore ghiacciate all'interno delle nubi convettive è un processo abbastanza comune. Per la formazione e l'accrescimento di un chicco di grandine occorrono, invece, condizioni fisiche e microfisiche abbastanza particolari. La nucleazione del ghiaccio, processo fisico che porta alla formazione di nuclei ghiacciati, avviene al di sopra del livello di congelamento, zona della nube in cui la temperatura è prossima allo zero.

Sostenuti da correnti ascensionali particolarmente intense ($v > 15 \text{ m/s}$), i nuclei di congelamento raggiungono la zona più alta, quindi più fredda, delle nubi convettive dove flottano goccioline d'acqua nello stato sopraffuso, una particolare condizione fisica che permette a piccole goccioline di acqua purissima di conservare lo stato liquido anche a temperature ben al di sotto dello zero (talvolta fino a -40°C). In questo ambiente particolare, in cui l'acqua si trova contemporaneamente sia nello stato solido che in quello liquido, le correnti ascendenti e discendenti favoriscono il contatto tra le particelle. Le collisioni e il successivo ghiacciamento delle goccioline di acqua sopraffusa agevolano la formazione dei nuclei di grandine (*graupel*) che, in fase di caduta verso la base della nube, possono accrescersi fino a raggiungere anche diametri superiori a 10 cm (*super hail*). Sono proprio queste condizioni energetiche estreme, spesso amplificate da dinamiche strettamente locali, che rendono i temporali grandinigeni di grande interesse per gli studi meteorologici e climatici. Ne consegue che l'osservazione multi strumentale delle nubi di grandine è un passo fondamentale verso una loro migliore comprensione.

L'osservazione più comune è quella basata su strumentazione da impatto (*hail-pad*), tipicamente installata in luoghi dove l'occorrenza degli eventi grandinigeni è alta. I pannelli di misura, quando colpiti, si deformano dando una stima accurata della dimensione media dei chicchi e dell'energia cinetica con cui gli stessi raggiungono la superficie. Una misura spazialmente più distribuita rispetto agli *hail-pad* è offerta dal radar meteorologico che, sfruttando la radiazione

elettromagnetica nelle microonde riflessa dal volume delle idrometeore (goccioline d'acqua, cristalli di neve, chicchi di grandine) è in grado di fornire informazioni precise sulla geometria, direzione e velocità di caduta delle particelle.

Una prospettiva d'indagine sicuramente privilegiata è data dai sensori installati sui satelliti meteorologici. L'osservazione satellitare consente di analizzare su larga scala le caratteristiche dell'intero sistema temporalesco, esplorando la parte alta della nube dove la grandine si sta formando. Inoltre, il vantaggio di poter disporre di un gran numero di sensori orbitanti, ciascuno sensibile ad una specifica parte dello spettro elettromagnetico, consente di accrescere il dettaglio delle informazioni, migliorando così la conoscenza sull'intero sistema temporalesco.

Basandosi proprio sulle capacità dei sensori satellitari di ultima generazione e sulla necessità di monitorare in modo accurato l'evoluzione degli *storm* grandinigeni, recentemente è stato sviluppato un nuovo metodo (Laviola et al., 2020a-b) in grado di individuare la presenza di grandine nei temporali. Utilizzando i dati dei sensori nelle microonde ad alta frequenza della costellazione Global Precipitation Measurement (GPM), il metodo MicroWave Cloud Classification-Hail (MWCC-H) sfrutta la perturbazione indotta dalle nubi temporalesche al campo radiativo naturalmente emesso dalla Terra nello spettro di frequenze 150-170 GHz, per identificare il segnale di scattering indotto dalle idrometeore ghiacciate. Poiché inoltre la riduzione del segnale misurata dal satellite tende a crescere esponenzialmente all'aumentare della

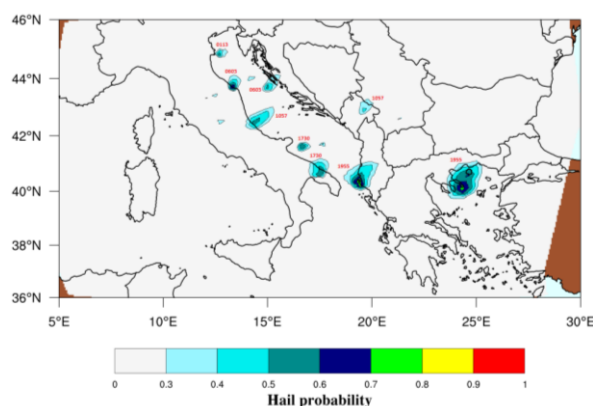


Figura 1. Ricostruzione cronologica della sequenza giornaliera di tempeste di grandine più intense che hanno interessato la costa adriatica il 10 luglio 2019. Le etichette, indicano l'ora di passaggio del satellite che ha effettuato la rilevazione

dimensione dei chicchi di grandine, il metodo è in grado di valutare anche la dimensione media dei chicchi, distinguendo le regioni dei sistemi temporaleschi dove si verificano dei principi d'innesco del processo di

formazione della grandine. Grazie all'approccio multi-sensore, le potenzialità del metodo MWCC-H consentono di monitorare l'evoluzione dei sistemi grandinigeni con elevata risoluzione temporale (Fig.1), riducendo i gap di cui soffrono le osservazioni dei satelliti in orbita polare. Inoltre, il modello concettuale con cui è stato sviluppato il metodo MWCC-H ha permesso di simulare scenari grandinigeni anche con i futuri sensori a microonde previsti dal programma EUMETSAT Polar System-Second Generation (EPS-SG). Questa nuova generazione di sensori fornirà maggiori e più precise informazioni sui fenomeni temporaleschi a rapido sviluppo che, come dimostrano molti studi, sono sempre più intensi e localizzati.

In questa nuova prospettiva d'indagine, ampliata dalla sempre più promettente tecnologia a basso costo (COTS, Commercial Off-The-Shelf component) dei CubeSat, satelliti miniaturizzati dal peso di poco più di un chilo, l'osservazione delle nubi grandinogene riveste un ruolo di primo piano. Esplorare con maggior dettaglio i sistemi grandinigeni non solo migliorerà lo studio sulle proprietà della grandine, ma permetterà di affinare l'accuratezza nella valutazione delle aree del pianeta a maggiore vulnerabilità, riconoscendo quelle economie

maggiormente esposte ai danni delle tempeste di grandine.

Per un approfondimento visita il focus al link:

<https://www.isac.cnr.it/en/focus/fenomeni-meteorologici-intensi-la-grandine>

Bibliografia

Laviola S., G. Monte, V. Levizzani, R. R. Ferraro, and J. Beauchamp, 2020a: A New Method for Hail Detection from the GPM Constellation: A Prospect for a Global Hailstorm Climatology. *Remote Sens.* 2020, 12(21), 3553; <https://doi.org/10.3390/rs12213553>

Laviola S., V. Levizzani, R. R. Ferraro, and J. Beauchamp, 2020b: Hailstorm detection by satellite microwave radiometers. *Remote Sens.* 2020, 12(4), 621; <https://doi.org/10.3390/rs12040621>



Autore: Sante Laviola

Il primo archivio alpino delle osservazioni di altezza neve al suolo: studio delle climatologie e delle tendenze dal 1971 al 2019

La neve sulle Alpi rappresenta da sempre un elemento fondamentale per gli ecosistemi e le attività umane. Il manto nevoso influenza e regola la distribuzione e lo sviluppo della flora e della fauna e contribuisce alla ricarica degli acquiferi in tutti gli ambienti montani. Inoltre, la neve accumulata durante l'inverno diventa in primavera ed estate una preziosa risorsa idrica che, fluendo verso valle, viene impiegata in agricoltura, per gli usi civili e per la produzione di energia idroelettrica. Infine, la neve è strettamente legata alla cultura dei territori alpini, ne modella il paesaggio e riveste un ruolo importante nell'economia, garantendo le attività legate al turismo invernale.

Le aree alpine sono particolarmente sensibili al cambiamento climatico, che influenza notevolmente anche l'innevamento, soprattutto alle basse quote. Diventa pertanto fondamentale disporre di misurazioni pluriennali che consentano di analizzare la distribuzione del manto nevoso sull'arco alpino e studiarne le variazioni registrate negli ultimi decenni.

Le Alpi dispongono di un ricco patrimonio di dati osservativi di neve al suolo raccolti regolarmente dai servizi meteorologici ed idrologi sia mediante rilevazioni manuali sia, più recentemente, mediante sistemi di misura automatici. Per alcuni siti, le prime misure osservative sono disponibili già a partire dalla fine del XIX secolo. Tuttavia, la frammentazione delle misure disponibili presso una pluralità di enti ed archivi diversi ha in gran parte ostacolato la possibilità di estendere l'analisi delle tendenze della neve all'intero contesto alpino, limitando gli studi esistenti a specifiche aree o regioni di interesse.

Con l'obiettivo di ottenere un quadro d'insieme sullo stato dell'innevamento sulle Alpi e di fornire un utile strumento di analisi per gli studi futuri, un gruppo di oltre 30 ricercatori provenienti da diverse regioni dell'area alpina, con il coordinamento di [Eurac Research](#), ha collezionato ed armonizzato le serie giornaliere di altezza neve provenienti da 16 differenti servizi ed enti territoriali in Austria, Francia, Germania, Italia, Slovenia e Svizzera.

L'archivio finale comprende oltre 2000 serie di osservazioni manuali con la massima copertura spaziale negli anni '80. Tuttavia, il numero dei siti monitorati si riduce progressivamente con la quota e le aree al di sopra dei 2000 m sono scarsamente rappresentate dai dati disponibili.

Tutte le serie sono state sottoposte a scrupolosi controlli di qualità volti a identificare e rimuovere errori di misura e/o di trascrizione e ad armonizzare il formato dei dati e l'interpretazione dei codici applicati dai diversi enti fornitori. Inoltre, una procedura statistica di ricostruzione dei valori giornalieri mancanti a partire dal 1961 è stata applicata allo scopo di incrementare i dati disponibili e migliorare la continuità temporale.

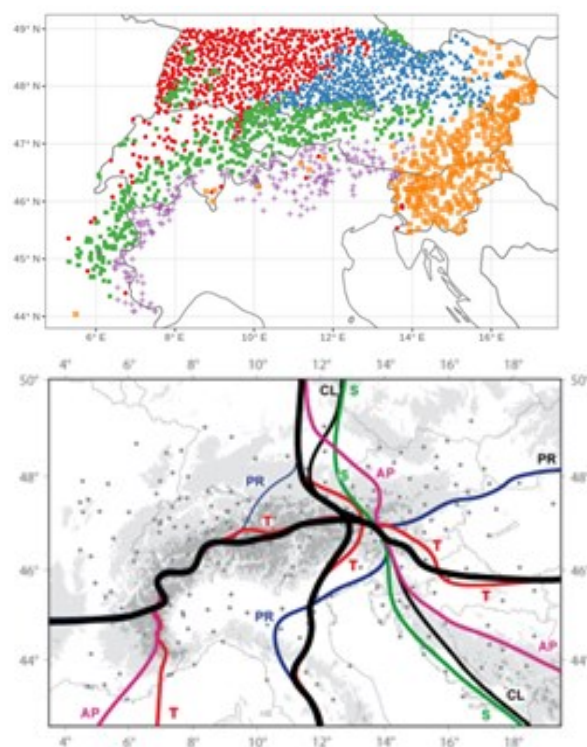


Figura 1. Le cinque aree climatiche identificate sulla base dei valori giornalieri di altezza neve (in alto) a confronto con la regionalizzazione (in basso) ottenuta da Auer et al. (2007) usando le serie HISTALP di temperatura (T), precipitazione (PR), pressione (AP), radiazione solare (S) e nuvolosità (CL) e la loro combinazione (linea nera).

Le variabilità delle serie giornaliere di altezza neve da Dicembre ad Aprile sul periodo 1981–2010 risulta spiegata per l'84% dall'orografia e dai gradienti nord-sud ed est-ovest. La regionalizzazione svolta sui valori giornalieri (Figura 1) ha permesso di separare i siti di misura in cinque regioni climatiche, le quali sono in buon accordo con le aree climatiche alpine identificate da studi precedenti sulla base di altre variabili, in particolare di temperatura e precipitazione (Auer et al., 2007).

Le climatologie per la stagione invernale (da Dicembre a Febbraio), ossia le medie trentennali sul periodo 1981–

2010, seguono i gradienti di quota con i maggiori accumuli alle quote più elevate. Fino a 2000 m, il mese con il maggiore innevamento è Febbraio con circa 50 e 75 cm di neve in media per le località situate, rispettivamente, nella fascia 1000-1500 m e 1500-2000 m. Oltre i 2000 m, le climatologie mensili più elevate si registrano invece in Marzo ed Aprile con una media regionale di circa 150 cm. Tuttavia, si notano differenze significative nella copertura nevosa tra i due versanti delle Alpi con in media il 20-30% di neve in meno sul versante meridionale rispetto alle aree poste a nord. Dall'analisi delle temperature e delle precipitazioni è emerso che le differenze nell'innervamento tra i due versanti sono principalmente determinate dalla diversa distribuzione delle precipitazioni. Mentre le temperature invernali non mostrano differenze sostanziali, le Alpi meridionali registrano in media nella stagione invernale un terzo di precipitazioni in meno rispetto al versante nord.

Per quanto riguarda le tendenze, le variazioni dei valori mensili di altezza neve sono state analizzate sul periodo 1971–2019 da Novembre a Maggio sui circa 800 siti con serie di misura complete nell'intervallo considerato. Nonostante una notevole variabilità interannuale e differenze locali, il segnale temporale è concorde in tutta le Alpi: gli anni '80 sono stati ovunque particolarmente nevosi, seguiti da un periodo povero di neve. Nel corso degli anni '90 si osserva un modesto aumento dell'altezza neve nei mesi invernali, mentre in primavera la decrescita continua fino ad oggi. Complessivamente, circa l'85% delle serie mensili analizzate registrano trend negativi e lo spessore della neve da Novembre a Maggio al di sotto dei 2000 m si è ridotto in media di circa l'8.4% per decennio sul periodo analizzato. Ma le variazioni non avvengono ovunque nella stessa misura. Nelle Alpi meridionali, già meno nevose, l'altezza della neve sotto i 2000 m di quota è diminuita maggiormente rispetto alle Alpi settentrionali in quasi tutti i mesi.

Mentre in inverno si nota un più ampio ventaglio di variazioni, anche con isolati aumenti del manto nevoso, soprattutto alle quote più elevate, in autunno e primavera quasi tutti i siti di misura hanno registrato diminuzioni. Sotto i 2000 m la stagione nevosa si è contratta in media di circa 22-34 giorni negli ultimi 50 anni: la neve si presenta più tardi in autunno e scompare prima con l'inizio della primavera. Sebbene non siano state esaminate esplicitamente le correlazioni, è ragionevole ipotizzare che la neve fonda prima e più velocemente a

causa delle temperature più alte e che le precipitazioni si manifestino sotto forma di pioggia anziché di neve, almeno alle quote inferiori. Ci si può dunque attendere che, con il cambiamento climatico in corso, tali tendenze continueranno nei prossimi decenni.

Se è vero però che per il futuro possiamo aspettarci in media meno neve, è vero anche che le nevicate intense, come quelle verificatesi questo inverno, non scompariranno. I modelli climatici attualmente disponibili prevedono infatti un possibile aumento di eventi precipitativi intensi nei prossimi decenni, incluse nevicate abbondanti se vi sono le condizioni meteo perché ciò avvenga.

Lo studio completo è pubblicato sulla rivista [The Cryosphere](#) e l'archivio armonizzato delle serie giornaliere e mensili di altezza neve per le Alpi è disponibile in [Zenodo](#), in accordo con la politica dei dati concordata con i diversi enti fornitori. I risultati presentati vogliono essere una prima indicazione globale delle variazioni del manto nevoso in corso sulle Alpi a supporto delle future ricerche sul clima alpino e delle attività antropiche strettamente connesse a questa preziosa risorsa.

Autori:



Alice Crespi

(Istituto per l'Osservazione della Terra, Eurac Research, Bolzano)



Michael Matiu

(Istituto per l'Osservazione della Terra, Eurac Research, Bolzano)



Giacomo Bertoldi

(Istituto per l'Ambiente Alpino, Eurac Research, Bolzano)

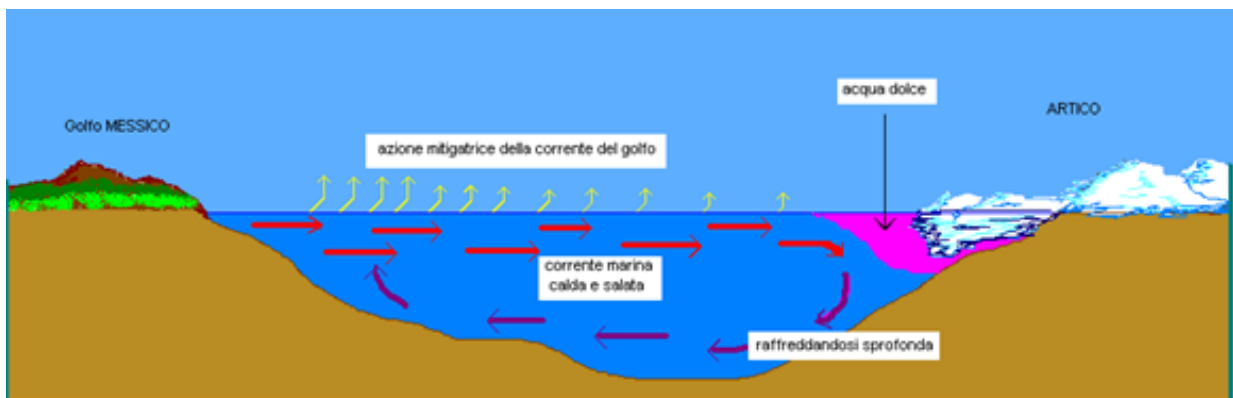
NON SOLO ATMOSFERA

Le acque dense...il respiro dell'oceano

È di pochi mesi fa la pubblicazione di un lavoro che evidenzia dove è andato a finire il calore prodotto dall'uomo dal 1970 ad oggi. I risultati sono relativamente "curiosi" dato che il 90% del calore risulta essere immagazzinato nei primi 700-1000 metri di profondità dell'oceano. Solo il 2% circa è presente in atmosfera. Questi risultati hanno destato molta curiosità ma anche molta preoccupazione. "Cosa succederebbe se in atmosfera avessimo il 100% del calore che abbiamo generato in 50 anni?". Questa domanda non ha risposta, ma sposta l'attenzione su un processo mentale che ci porta a linearizzare i problemi e le dinamiche complesse. Questa semplificazione non è applicabile ai sistemi complessi come quelli dell'atmosfera, della terra e dell'oceano. Focalizzandoci sull'oceano (o sui mari in generale) questa complessità è dettata da un fattore principale, la conoscenza. "Conosciamo più cose della luna che dei nostri oceani". Questa frase è molto "mainstream" ma è anche molto realistica. Non conosciamo tutto sulle profondità degli abissi, della biologia, delle dinamiche fisiche e chimiche oceaniche. In realtà conosciamo molto poco dei nostri mari ed abbiamo limitate capacità di osservazione (piantare una stazione meteo non è lo stesso che installare una catena correntometrica o una boa). Detto ciò, per tutte queste (con)cause ci rimangono molti punti oscuri su come gli oceani "lavorano" e questo dovrebbe preoccuparci. Pensiamo ad un malato a cui stiamo dando delle cure, ma di cui non conosciamo il funzionamento dell'organo che volgiamo curare. Per gli oceani vale qualcosa di simile. Li stiamo riscaldando ed inquinando, ma ancora non sappiamo tutto su di loro. Proprio come un malato però sappiamo che respirano. Come per l'uomo, il loro respiro è uno dei meccanismi principali con cui si muovono ed interagiscono con il mondo esterno. Forse studiare "il respiro" degli oceani è

un buon modo per iniziare a comprenderne le dinamiche, ed i rischi dei nostri mari. L'oceano scambia gas, materia ed energia con l'atmosfera, su tutta la sua superficie. In alcuni punti però accade qualcosa di particolare. Le acque superficiali sprofondano verso gli abissi, e questa dinamica ha dell'incredibile, soprattutto per le sue ricadute. Questo processo è attivato dall'aumento della densità delle acque superficiali ed avviene in circa 60 spot in tutto il mondo. Tre sono presenti nel Mediterraneo. Il processo di "densificazione" avviene per una complessa concomitanza di eventi, come spiegato nel libro "Oceani, il futuro scritto nell'acqua". Per aumentare la densità di una massa di acqua ci sono due strade. Aumentare la salinità o diminuire la temperatura (o entrambe). Ovviamente il processo che aumenta la salinità è indiretto, ovvero avviene o per il cambiamento di rapporto tra acqua e sale (evaporazione, congelamento etc), o per mescolamento con una massa d'acqua più salata. D'altro canto anche i processi per cui si diminuisce la temperatura del mare sono due, o aria molto fredda interagisce con la superficie del mare, o acqua molto fredda, prodotta dalla fusione dei ghiacci si mescola con la massa d'acqua pre-esistente.

In primis dobbiamo evidenziare come i fenomeni di densificazione avvengono più o meno sempre nelle stesse aree geografiche. Questo perché solo in alcuni punti possono ricrearsi le condizioni (e combinazioni) adatte alla loro generazione. I due punti di formazione di acque dense (DWF), più noti (e cari) a noi italiani sono quello del Nord Atlantico...e quello del Nord Adriatico. Nel Nord Atlantico è ormai noto che l'incontro tra la massa d'acqua salata e mite della Corrente del Golfo, l'acqua fredda e dolce delle zone polari ed il calore estratto dall'atmosfera siano le chiavi che attivano la densificazione. In questo contesto



Schematizzazione della densificazione in Atlantico. www.supersapioens.it

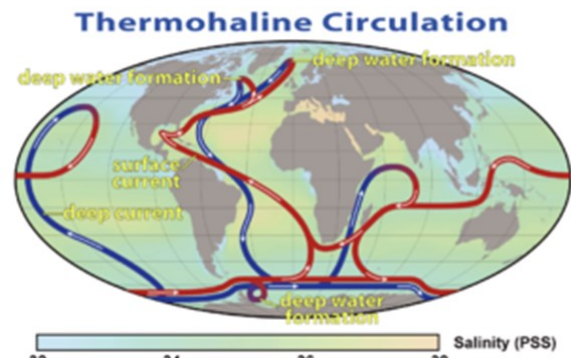
l'acqua si mescola, aumenta la sua densità (rispetto all'ambiente circostante) ed affonda. Un processo simile avviene in Adriatico settentrionale dove gli attori principali sono la Bora, fredda e secca (un vento che proviene dalle regioni balcaniche e che fa perdere calore e acqua dolce al mare), la corrente levantina intermedia (LIW) che è mite ma salata e si genera nel mar Mediterraneo occidentale, e l'interazione con le acque fluviali del fiume Po. Anche qui l'aria raffredda il mare, estraendo grandi quantità di calore, complice l'acqua salata in arrivo da sud, la densità aumenta e la massa d'acqua sprofonda. I più attenti avranno notato che in entrambi i casi c'è un attore (non protagonista ma quasi) che non abbiamo menzionato nel processo di densificazione. Ovvero l'acqua prodotta dal disgelo in Atlantico e l'acqua del Po. Che ruolo hanno? Beh, mentre l'acqua nord atlantica condiziona lo spostamento del punto di affondamento, ovvero più acqua fredda abbiamo più questo spot si sposterà verso sud, nel caso dell'Adriatico l'acqua dolce e fredda del Po ha il potere di annullare la formazione delle acque dense. Agisce come un fazzoletto davanti alla bocca che blocca il respiro. L'acqua dolce si muove in superficie ed isola l'atmosfera dallo strato di mare che dovrebbe densificarsi. Questo fenomeno è detto di "pre-condizionamento" e modula la formazione delle DW.



Schematizzazione della circolazione termoalina del mare Adriatico

Diciamo anche che abbiamo romanticamente parlato di "respiro" degli oceani non a caso. Perché il ruolo di questa dinamica di inabissamento non è fine a sé stesso. Infatti le

acque superficiali marine hanno un maggior contenuto di ossigeno, (l'ossigeno fresco che l'agitazione del vento le ha garantito e i nutrienti di questo ricco sottobacino



Rappresentazione della circolazione termoalina globale

innervato da parecchi fiumi che portano carichi di azoto e fosforo) che quando si inabissano trasportano con sé fin sui fondali marini, ossigenando e nutrendo le profondità degli abissi. Questo fenomeno è fondamentale sotto l'aspetto bio-geo-chimico e con la stessa dinamica convettiva genera un altro feedback fondamentale, modula la dinamica della Corrente del Golfo. Infatti l'inabissamento è parte fondamentale che lega la circolazione globale superficiale e profonda e trasferisce il calore dall'atmosfera alle profondità e tra latitudini diverse. Ancora i più attenti avranno notato che abbiamo detto che questo inabissamento "modula la dinamica" della CdG e non che la attiva o la causa o altro. Questo perché la CdG è attivata e mantenuta dalla rotazione terrestre e dalla presenza del continente americano, che generano l'"intensificazione occidentale" ed è un piccolo pezzo di un puzzle estremamente complesso e di cui non conosciamo ancora tutto.



Autore: Sandro Carniel

L'anemometro ultrasonico: come funziona?

1. Introduzione

Sono arrivati. Un po' alla chetichella, dopo una lunga marcia di avvicinamento iniziata nei settori della ricerca e delle misure per la qualità dell'aria. Oggi, gli anemometri ultrasonici ("sonici", per gli amici) sono tra noi.

E così, può essere interessante capire come funzionano.



Figura 1. Un esempio di anemometro ultrasonico 2D "amatoriale": ormai non è l'unico...

Il principio su cui si basano questi sensori è molto semplice e robusto: il tempo di volo di un impulso acustico tra un punto di emissione ed uno di ricezione.

Ma possiamo essere un poco più specifici?

Direi di sì, e, promettetemi una cosa: non spaventatevi della matematica. Per capire come funziona un anemometro ultrasonico bastano le quattro operazioni, e un po' di pazienza.

Anzi: la descrizione matematica del comportamento dell'anemometro sonico è di gran lunga più facile di quella degli anemometri a coppe e banderuola. Una ragione in più, per vederla?

Cominciamo col premettere una cosa: tutti gli anemometri ultrasonici del mondo sono fatti, oggi, quasi allo stesso modo: presentano sempre due o più coppie di

testine, ogni coppia unita da un "percorso di misura" con una lunghezza nota con grande accuratezza.

A seconda di come sono disposte le coppie di testine nello spazio, l'anemometro ultrasonico avrà capacità di misura differenti.

In particolare: se tutti i percorsi di misura giacciono in uno stesso piano, allora avremo un sensore bi-assiale (analogo agli anemometri meccanici, che misurano la velocità e direzione del vento orizzontale).

Se, invece, i percorsi di misura sono disposti nello spazio a tre dimensioni, avremo un anemometro tri-assiale (capace di misurare l'intero vettore vento).

In alcuni campi di applicazione (ad esempio nelle misure di flusso) esistono persino degli anemometri ultrasonici uni-assiali, nel qual caso i percorsi di misura sono tutti paralleli tra di loro.

Dato che, comunque, parliamo di percorsi di misura, tanto vale che concentriamo l'attenzione su uno di loro.

E qui, concedetemi una considerazione. Gli oggetti reali sono spesso complicati da ragioni di progetto, costo, praticità. Descriverli davvero come sono, magari in modo precisissimo, ci esporrebbe ad una massa di complicazioni da cui dubito usciremmo viv*. Spesso, vale la pena riferirsi a un caso ideale più semplice.

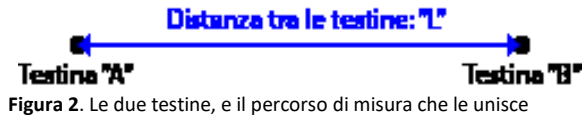
"Mi stai dicendo che stiamo per iniziare un gioco facciamo-finta-che?"

Sì. Esattamente.

E alzi la mano chi non ha mai giocato almeno una volta a "famiglia" (e qui mi riferisco in particolare alla metà maschile del mondo). Magari non proprio esattamente di propria volontà, per effetto costrittivo di una sorella maggiore 😊 che derivava tutta la sua autorevolezza dalla maggiore stazza (fratellino, scusami... lo vedevo benissimo che detestavi la cosa – ma che dire: a cinque anni di età l'empatia è ancora una cosa molto teorica, e molto, ma molto elastica 😊).

In Fisica, ci occupiamo spessissimo di giochi facciamo-finta-che. Ma visto che in teoria dovremmo essere persone adulte, responsabili e, appunto, autorevoli, di solito li chiamiamo in altri modi: esperimenti mentali, costruzione di modelli... Indubbiamente, detti così, sembrano una cosa decisamente seria.

Quindi. Facciamo finta che le due testine non abbiano una dimensione finita, ma siano dei punti. E che siano in grado di passare a piacimento (di qualcuno, per esempio del software di controllo del sensore) dallo stato di emittente a quello ricevente, e viceversa.

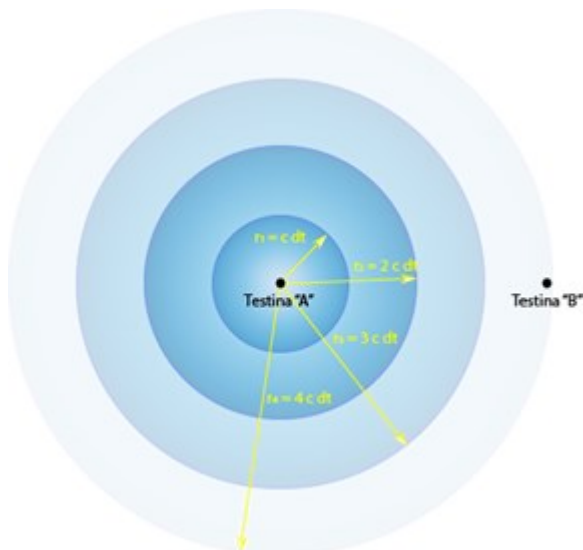


Immaginiamoci, anche, che quando una testina (chiamiamola "A") si trova nello stato emittente, l'altra ("B") si trovi in quello ricevente. E, viceversa.

Già che ci siamo, tanto per semplificarci la vita, supponiamo che quando una testina emette, lo fa con un brevissimo impulso acustico, di uguale potenza in tutte le direzioni.

Cosa accade, quando una testina, per esempio A, emette un impulso acustico? In realtà, già lo sappiamo: l'impulso si trasmette all'aria e si propaga in tutte le direzioni, a formare un fronte d'onda sferico che si allarga sempre di più, in proporzione diretta al tempo.

Se l'aria è perfettamente in quiete (cosa che nella realtà si guarda bene dal fare), il centro delle sfere che rappresentano il fronte d'onda che man mano si allarga rimane esattamente nel punto di emissione.



Ora: sin da piccol* ci hanno detto che l'energia, come la materia, non si crea e non si distrugge: alla peggio, si trasforma.

L'energia acustica non fa eccezione: tanta ne viene emessa al momento in cui viene generato l'impulso, e tanta ne rimane, distribuita però su tutto il fronte d'onda. Dato che questo, il fronte voglio dire, ha una superficie

proporzionale al quadrato del raggio della sfera (chiamiamolo r), ne deriva che l'intensità che si può misurare in un punto di passaggio sarà proporzionale a $1/r^2$.

Questo fatto (che nella realtà, come al solito, è un po' più complicato) non serve a nulla per capire il funzionamento del sonico, ma almeno rende conto del perché ho disegnato i fronti con tonalità sempre più tenui man mano che ci si allontana dalla testina A. (Scusatemi: temo di essermi comportata da sorella maggiore – in questo caso specifico, la mia "autorevolezza" non dipende dalla stazza, che passati i dodici anni di età non funziona più, ma dal fatto che non sapete esattamente dove abito, e che ogni ritorsione non avrebbe un'attuazione così semplice.)

L'unica cosa che adesso davvero ci interessa è che il fronte d'onda, allargandosi, prima o poi attraverserà la posizione della testina B.

Ma quando, esattamente? Nella Figura 2 ho aggiunto alcuni riferimenti in giallo, che mostrano i raggi del fronte d'onda a diversi istanti del tempo. Spero davvero si vedano. Ma possiamo dar loro una veste un poco più generale: se è vero che l'espansione del fronte d'onda avviene sempre alla stessa velocità, quella del suono, che chiameremo c , e che all'inizio (per $t=0$) il fronte coinciderà con la testina A, cioè con un punto, di raggio zero, possiamo dire che il raggio del fronte d'onda ad un qualunque istante $t \geq 0$ lo possiamo esprimere così:

$$r = c \cdot t \tag{1.1}$$

Così, se diciamo L la lunghezza della direzione di misura che unisce A e B, per trovare in quale istante il fronte d'onda tocca la testina B (che funziona in quel momento come ricevitore), ci basta risolvere un'equazione di primo grado:

$$c \cdot t = L \tag{1.2}$$

Vale a dire:

$$t = \frac{L}{c} \tag{1.3}$$

Carino. Ma ancora non abbiamo scoperto nulla di davvero insolito.

Le cose si fanno interessanti se aggiungiamo un elemento: supponiamo che, a differenza di prima, ci sia vento, e che il suo verso sia esattamente parallelo al percorso che unisce le testine A e B. In quanto alla direzione, facciamo per il momento finta che sia "da A verso B".

Cosa accade, in questo caso? Ancora, assistiamo alla formazione ed all'allargamento progressivo di un fronte d'onda sferico, che però adesso è trascinato dalla massa

complessiva dell'aria in moto, dalla posizione di A verso quella di B.

Nel caso della Figura 3, il fronte arrivava alla testina ricevente B nell'istante $t=L/c$. Ma adesso, nella Figura 4, il fronte arriva prima, per effetto del trascinamento del fronte dovuto al vento.

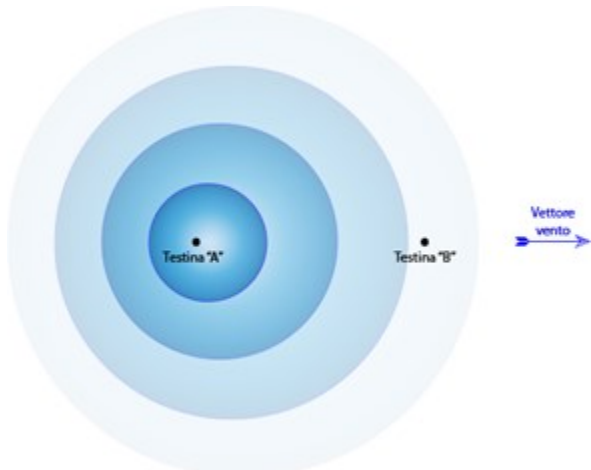


Figura 4. Adesso il fronte si propaga, ma nell'aria che è trascinata dalla velocità del vento dalla posizione della testina A verso B.

Prima: ma quando, di preciso? Osserviamo una cosa: adesso, la parte di fronte d'onda più vicina a B non arriva più alla velocità c , ma con una velocità uguale a $c+v$, se con v conveniamo di indicare l'intensità del vettore vento.

Nulla ci impedisce di procedere come prima: il tempo di arrivo, adesso, si può trovare risolvendo un'equazione leggermente simile, ma non esattamente uguale, a quella di prima:

$$(c+v) \cdot t = L \quad [1.4]$$

Risolviamola, al solito modo:

$$t_{A \rightarrow B} = \frac{L}{c+v} \quad [1.5]$$

Adesso, supponiamo che il vento non cambi, ma che una mano magica abbia invertito gli stati delle testine: adesso è B a funzionare come testina emettitrice, mentre A si mette tranquilla in attesa, in funzione di ricevitrice.

Se, prima, il fronte d'onda era trascinato verso B, adesso è "soffiato via" da A.

Adesso possiamo dire che:

Il modulo della velocità di propagazione del fronte d'onda da B verso A vale $|c - v|$.

Il segno della componente della velocità di propagazione, visto che ora stiamo "guardando" da B verso A, è $+(c - v) = c - v$.

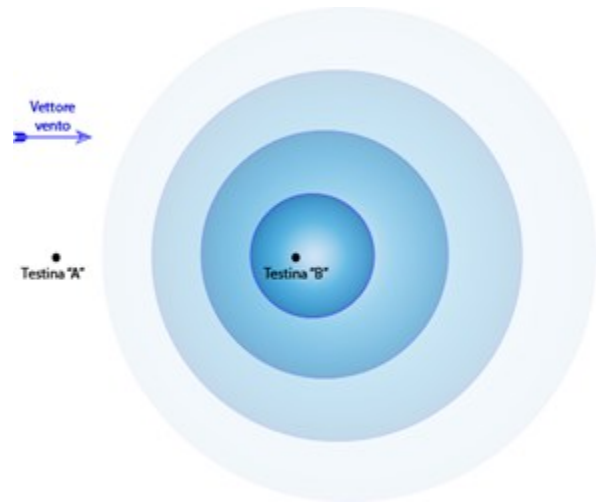


Figura 5. Anche adesso il fronte si propaga, ma da B verso A: intanto, l'equazione di primo grado che ci dà l'istante di arrivo del fronte d'onda nel punto A è così

$$(c - v) \cdot t = L \quad [1.6]$$

e la sua soluzione

$$t_{B \rightarrow A} = \frac{L}{c-v} \quad [1.7]$$

$(c - v)$? Sia c che v sono quantità positive, e così, se accadesse mai che $v = c$, il denominatore della formula precedente si annullerebbe, e $t_{B \rightarrow A}$ diverrebbe infinito: cosa che però non può mai accadere nel mondo reale, dal momento che il vento non eccede mai la velocità del suono, ed anzi, è di questa molto, ma molto minore.)

Adesso, magia ingegnosa: prendiamo i due reciproci dei tempi di volo degli impulsi nelle due direzioni, e calcoliamone la differenza:

$$\frac{1}{t_{A \rightarrow B}} - \frac{1}{t_{B \rightarrow A}} = \frac{c+v}{L} - \frac{c-v}{L} = \frac{c+v-c+v}{L} = \frac{2}{L} v \quad [1.8]$$

Sorpresona: la velocità del suono c è sparita...

Ma allora possiamo dire che

$$v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{A \rightarrow B}} - \frac{1}{t_{B \rightarrow A}} \right) \quad [1.9]$$

Adesso, pensiamoci un attimo: la lunghezza del percorso di misura, L , è conosciuta con grande precisione. I due tempi di propagazione $t_{A \rightarrow B}$ e $t_{B \rightarrow A}$ si possono misurare facilmente, sempre con grande precisione (poi vedremo come). Quindi, nella relazione che precede, v è "figlia" di quantità note, di una moltiplicazione, due reciproci, una differenza, e una divisione per due: tutte cose "a portata", anche usando un micro-controllore della vecchia generazione.

C'è, però, un piccolo dettaglio sfortunato: tutto sta in piedi se la direzione del vento è esattamente parallela a quella del percorso di misura. Ma nel mondo reale, possono

benissimo accadere situazioni come quella presentata dalla Figura 6: il vento ha una componente “al traverso” rispetto alla direzione di misura...

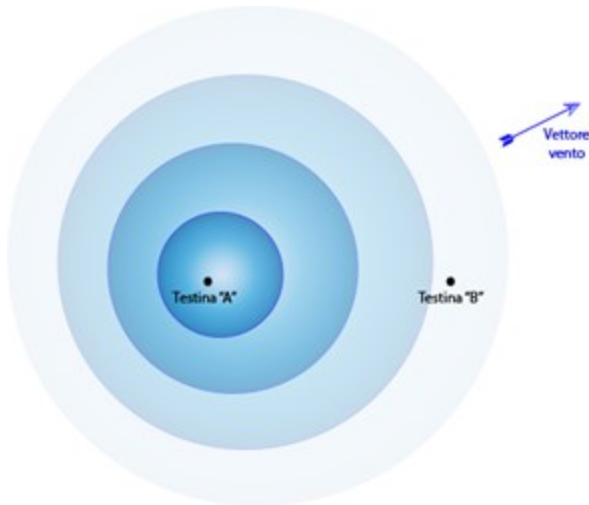


Figura 6. Propagazione del fronte d'onda con vento al traverso

Tra l'altro: la dea Fortuna sarà anche cieca, ma la sfortuna ci vede anche sin troppo bene: situazioni come quella della Figura 6 si presenteranno di fatto sempre.

Che cosa possiamo dire, al riguardo.

Temo che qui dobbiate fidarvi della mia parola: la formula

$$v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{A \rightarrow B}} - \frac{1}{t_{B \rightarrow A}} \right) \quad [1.10]$$

vale anche in questo caso. Esattissimamente. Anche se v , adesso, non rappresenta più il vento, ma solo la sua componente parallela al percorso di misura che unisce i punti A e B.

Comunque: se avete deciso di non fidarvi della mia affermazione, avete fatto benissimo. In Fisica non ci si “dovrebbe” mai fidare di un'affermazione buttata lì, da chiunque provenga, compresa una Patrizia Favaron qualsiasi. Lo spazio è tiranno, ma i conti (ve lo assicuro 😊) non sono difficilissimi: posso lasciarveli? Se lo vorrete, potremo confrontare i nostri risultati.

2. Un altro anemometro? Ma perché? I vantaggi degli anemometri ultrasonici

L'anemometro ultrasonico è uno strumento interamente acustico, e per sua natura è privo di parti mobili. Non ha cuscinetti che si possano usurare. Non richiede una manutenzione particolare, a parte un minimo di pulizia. O va, o non funziona in modo talmente plateale da non lasciare dubbi.

La differenza però più importante tra un anemometro ultrasonico e la sua controparte elettromeccanica è che il primo, in linea di principio, è immune alle calme di vento.

Ma qui sarebbe il caso di fare un poco di distinzioni, perché l'argomento è delicato.

Se chiedessimo ad un aviatore cos'è una “calma di vento”, probabilmente risponderà qualcosa come “Quando la manica dell'aeroporto non da segno di vita, cosa per me bellissima perché posso decollare ed atterrare senza pensare troppo.”

Un'esperta di strumenti, invece, esprimerebbe un punto di vista un po' differente: “Per me, calma di vento vuol dire che l'anemometro meccanico non si muove per effetto degli attriti interni.”

Le posizioni dell'aviatore e della strumentista sono molto analoghe (“calma di vento = velocità molto bassa”). Ma, anche, inconciliabili, e per aspetti che stanno tra la dimensione razionale e quella emotiva.

L'aviatore, in pratica, ci dice che la calma di vento è un fenomeno tranquillo, che non compromette la sicurezza, e permette manovre un pochino più rilassate.

La strumentista, invece, è molto preoccupata del fatto che il vento comunque c'è, ma il sensore non è in grado di leggerlo. Problema per niente filosofico: in alcune applicazioni, per esempio il controllo della qualità dell'aria, le situazioni di vento basso sono proprio le più pericolose. Immaginiamo, ad esempio, un rilascio di isocianato di metile (come quello avvenuto a Bhopal, ricorderete). Se l'anemometro “segna qualche cosa”, almeno sappiamo in che direzione dirigere prevenzione e soccorsi. Ma se l'anemometro è inchiodato dagli attriti, la nube mortale si sposta comunque nel poco vento che c'è, ma non sappiamo dove.

Dal punto di vista della strumentista, l'anemometro ultrasonico rappresenta quasi un sogno ad occhi aperti. Da quello dell'aviatore, un nulla cale (il punto di vista degli Enti di controllo del volo potrebbe essere ancora diverso: calme o no, il sonico “richiede poca manutenzione”, ed in pratica è robusto quanto una manica a vento).

L'anemometro sonico ha un'altra prerogativa, più sottile: è uno strumento di ordine zero. L'anemometro a coppe è del primo ordine, mentre quello a banderuola è addirittura del secondo.

Lascerò tutta la teoria da parte (tanto, chi proprio lo desiderasse può trovare tutto su Sozzi R., T. Georgiadis, M. Valentini, “Introduzione alla turbolenza atmosferica – Concetti, stime, misure”, Pitagora Editrice, 2002). Mi limito a dire, in termini intuitivi, che gli strumenti di ordine uno, due, ..., introducono dei ritardi (ed altri disturbi) nella risposta. Possiamo immaginare i sensori meccanici (che come tali pesano, ed hanno momenti di inerzia finiti), alla stregua di filtri (analogici, meccanici) applicati al segnale

di ingresso: ci dicono cose interessanti, ma, a modo loro. A volte, molto loro.

Un sensore di ordine zero, invece, reagisce immediatamente. Impulso, misura. Niente parti mobili. Niente traslazioni e rotazioni. L'aria, al passaggio dei fronti d'onda, non subisce alterazioni particolari.

Questo potrebbe darci qualche sorpresa, il giorno in cui installassimo il nostro anemometro ultrasonico nuovo fiammante, e ne vedessimo le misure: probabilmente, ci apparirebbero più "nervose" di prima. E (per l'effetto-niente-calme) mai uguali a zero, anche quando a pelle non riusciamo ad accorgerci del fluire dell'aria.

Ultimo effetto (di cui dico), un pochino disorientante: l'anemometro sonico, anche quando funziona perfettamente, ha la vitalità di un mattone. Un anemometro meccanico garrisce al vento (quando di vento ce n'è abbastanza). Ma un sonico... Sta lì. It just stands.

3.Come fanno gli anemometri ultrasonici ad essere così precisi?

Ecco! Precisi! Ma come si fa, a parlare in questo modo? Patti, adesso, anche tu...

Di queste cose bisognerebbe sempre dire con una certa proprietà di linguaggio!

Ma concedetemi, per comodità, di essere generica: gli anemometri ultrasonici tri-assiali arrivano a risoluzioni dell'ordine di 1 cm/s, e quelli bi-assiali di tipo "amatoriale" a 0.1 m/s: come fanno?

Il segreto sta nella misura (appunto) precisa ed accurata dei due tempi di propagazione $t_{A \rightarrow B}$ e $t_{B \rightarrow A}$

I dettagli fini della cosa sono un segreto industriale dei vari costruttori (e prevedono ad esempio conteggi di un certo numero di passaggi per lo zero del segnale ricevuto). Sono, anche, tremendamente noiosi, e in questa chiacchierata li lasceremo perdere.

Ci limitiamo ad osservare un fatto. Per funzionare, gli anemometri ultrasonici di oggi devono disporre di un "cervello" che coordini tutte le attività. Tra queste, scambiare di posto le due testine di ciascun percorso di misura, scegliere a turno il percorso da utilizzare, determinare i tempi di propagazione dei fronti d'onda, convertire le letture di tempi in velocità lungo le direzioni di misura, combinare trigonometricamente le velocità lungo le direzioni a formare il vento orizzontale (anemometri bi-assiali) o tridimensionale (sensori tri-assiali), e infine, cosa non meno importante, trasmettere le misure a qualcosa che possa registrarle e utilizzarle.

Nelle realizzazioni odierne, questo "cervello" è quasi sempre un microcontrollore. Chi di voi abbia qualche familiarità con i sistemi Arduino ne ha già incrociato uno. Ma per chi non avesse avuto il piacere, mi limito a dire che sono dei minuscoli computer molto robusti ed arricchiti con tutta la circuiteria che serve per leggere stati e pilotare attuatori.

Tra questi circuiti, quasi sempre ce n'è uno che ci interessa moltissimo: il contatore programmabile ad alta risoluzione. Questo può essere utilizzato da programma in modo del tutto analogo ad un cronometro sportivo. A differenza di questo, però, il contatore ad alta risoluzione permette di apprezzare differenze di tempo dell'ordine del nanosecondo, e più fini.

Questa capacità permette la misura dei tempi di propagazione dei fronti d'onda con le grandissime precisione ed accuratezza necessarie a garantire una risoluzione effettiva dell'ordine di 1 cm/s.

Che cosa accade poi a queste misure di tempo, dipende molto dalle caratteristiche di progetto degli anemometri ultrasonici.

In prima approssimazione, possiamo dire che i nostri piccoli anemometri bi-assiali amatoriali cercano di riprodurre il comportamento degli anemometri a coppe e banderuola cui siamo abituati*. Per soddisfare questo requisito, tenderanno a compiere numerose misure ad alta risoluzione, per combinarle tra loro con filtri digitali che riproducano più o meno il comportamento dei sensori meccanici. I risultati sono spesso arrotondati in modo da garantire una risoluzione un po' meno fine di quella teoricamente possibile, come 0.1 m/s, compatibile con quella degli anemometri meccanici più sensibili.

I grossi anemometri sonici tri-assiali, invece, cercano di eseguire tantissime misure a ratei di campionamento che possono benissimo superare 40 Hz, e le restituiscono così come sono. La loro "funzione sociale", per così dire, non è solo di misurare il vento, ma anche la turbolenza.

4.Epilogo...

Dai, non è stato così difficile. Vero?

Abbiamo scoperto un sensore interessante, con cui nel presente e nel prossimo futuro potremmo doverci confrontare nella vita quotidiana.

Molta della "matematica" che capita di incontrare nella teoria e nella pratica della strumentazione non ha niente di drammatico: richiede, solo, un poco di attenzione nei passaggi. E sì, qualche conoscenza basilare, come le equazioni di primo e secondo grado.

Nel caso del sonico, però, è "tutto qui".

Certo, ci sarebbero altri capitoli affascinanti, come ad esempio convertire il flusso rapidissimo (martellante ed incessante) di dati del sonico in grandezze più tranquille e di immediato uso. Potrei dire della eddy covariance, del planar fit, della similarità di Monin-Obukhov. Ma, è meglio che ci fermiamo qui. Almeno per ora.

Tutte queste cose sofisticate sono il pane quotidiano di certe reti micro-meteorologiche, come la SHAKEUP di ARPA Lombardia, o la rete micro-meteo di ARPA Lazio, od altre ancora. Ma in una prospettiva “amatoriale”, possiamo accontentarci di vedere i nostri piccoli sonici bi-assiali come sostituti degli anemometri tradizionali.

Dei sostituti, con una loro personalità che vale la pena conoscere.

Qualcuno si domanderà se, per caso, i giochi facciamo-finta-che che infliggevo al mio fratellino riguardavano queste robe. Spero di tranquillizzarvi, dicendo che no: erano dei normalissimi giochi “a famiglia”. Il problema era che la regia la tenevo saldamente tra le mani io – effetto-sorella-maggiore – ed assegnavo i ruoli come piaceva a me. Alcuni di questi, il fratellino li detestava cordialmente. Io no, e dall’antinomia sono scaturiti, diciamo, momenti di disorientamento... 😊

Ma in fondo anche il nostro è un problema di ruoli. Di fronte ai sensori possiamo scegliere di vederli come dei dati di fatto, oracoli infallibili di una situazione di cui sono lo specchio fedele. Di renderci utenti passivi (più o meno contenti, dopo un’esposizione più o meno lunga). Oppure, cercare di comprendere qualcosa. Ogni volta che possiamo. Con le conoscenze che abbiamo (e, se serve, con qualcuna in più).

Inutile dire che a me piace comprendere, e che per me “comprendere” vuol dire qualcosa di più che “capire”. Il “capire” non richiede niente di più che validare una successione di passaggi logici. “Comprendere” richiede partecipazione dell’anima. Costruzione di un’esperienza.

Assimilazione. Alla fin fine, trasformazione di sé. Insomma, un qualcosina di più che il mero “capire”.

Ma non è mica obbligatorio, comprendere. Dovrei, qui, aggiungere che la mia proclività verso la comprensione viene da una specie di epistemologia personale che mi ero sviluppata da sola sino dalle elementari, in seconda, quando avevo assolutamente deciso che sarei diventata una scienziata. Epistemologia, nella quale la Natura era una collezione potenzialmente illimitata di Tu, che normalmente se ne stanno in silenzio, ma che se sei abbastanza curiosa (ed, ehm, insistente... 😊) raccontano bellissime storie. Solo, piccolo dettaglio, nella loro lingua: a quel punto, per “capirci” qualcosa, non hai scelta: devi “comprendere”. Hanno provato a dirmelo che, no, in effetti il Mondo non dovrebbe essere visto come un insieme di “soggetti” più o meno vivi e comunicativi, ma, semmai, come “oggetti” da analizzare in modo distaccato (persino il fratellino ci ha provato). Ma, niente da fare: è più forte di me. Forse, non è nemmeno un modo “sbagliato” di fare, e raccontare, cose della Natura. Se fossi una persona più importante, a questo punto dovrei dire qualcosa del tipo “I Posterì Decideranno”. Lassè per 😊. In fondo sono un’operaia specializzata (cosa di cui vado fierissima), e così posso permettermi il lusso di dire “Va be’, vedi tu”.

Il Mondo è vario.

E i sensori, per nostra fortuna, pure. 😊



Autore: Patrizia Favaron

BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY



Entrando nel secondo anno di attività, il *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*, rivista ufficiale AISAM, rinnova parte del Comitato Editoriale, nell'ottica di un coinvolgimento sempre più internazionale e stimolante. L'attuale composizione del Comitato è consultabile qui:

<https://www.springer.com/journal/42865/editors>

Mentre si sta chiudendo la raccolta di contributi per lo *Special Issue* dedicato al recente *Congresso Nazionale AISAM (CN3)*, che verrà pubblicato dopo l'estate, il *Volume 2* del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology* si arricchisce di tre nuovi interessanti articoli, che spaziano dalla modellistica meteorologica all'idrologia. Due articoli di ricerca originali e un articolo di review.

Ricordandovi che anche per quest'anno l'accesso e la lettura della rivista sono aperti a tutti, di seguito i dettagli dei tre nuovi arrivi:

The predictive capacity of the high resolution weather research and forecasting model: a year-long verification over Italy, L. Apicella, S. Puca & A. Parodi <https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-021-00032-x>

Changes in precipitation and evapotranspiration over Lokok and Lokere catchments in Uganda, Ambrose Mubialiwo, Cyrus Chelangat & Charles Onyutha <https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-021-00031-y>

Real-time river level estimation based on variations of radar reflectivity—a case study of the Quitandinha River watershed, Petrópolis, Rio de Janeiro (Brazil), Fabricio Polifke da Silva, Otto Corrêa Rotunno Filho, Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva, Rafael João Sampaio, Gisele Dornelles Pires & Afonso Augusto Magalhães de Araújo <https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-021-00030-z>.

SEZIONE PROFESSIONISTI

News dalla Sezione Professionisti

Segnaliamo una importante novità che riguarda la *sezione professionisti* di AISAM.

Come da regolamento e preso atto della comunicazione pervenuta a seguito dell'ultima riunione della Sezione Professionisti, il Consiglio Direttivo, in occasione della seduta del 25/05/21, ha deciso di nominare i seguenti Soci di AISAM come membri del Collegio di Ammissione e Controllo:

Marco Tadini (*coordinatore*)

Giancarlo Modugno

Massimo Monticelli

Antonio Ricchi

Marta Rosa Salvati

L'occasione è gradita per ricordare sottolineare l'importanza di questa Sezione, la cui esistenza, pensata sin dalla nascita di AISAM, si è poi concretizzata nel 2017 con l'approvazione del Regolamento. La sezione è dedicata a tutti coloro che svolgono, come attività abituale, una professione nel campo della Meteorologia e Scienze dell'Atmosfera, sia come libero professionista sia come appartenente ad una istituzione od organizzazione pubblica o privata. Richiamando i regolamenti della Organizzazione Mondiale della Meteorologia, la sezione è divisa in due sottosezioni dove vengono distinte le due figure professionali dei Meteorologi e dei Tecnici Meteorologici. I requisiti di ammissione e il Regolamento completo della sezione con il Codice Deontologico sono rintracciabili nell'area dedicata del nostro sito web. Per qualsiasi informazione è comunque attivo l'indirizzo e-mail: professionisti@aisam.eu.

SEZIONE STUDENTI

#MeteoCareers

#MeteoCareers



Lunedì 24 maggio u. s. ha preso il via la serie #AISAM *MeteoCareers*, un ciclo di seminari online in diretta sui social networks, promosso dall'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia (AISAM) in collaborazione con *Che Tempo Fa* (CTF). Protagonisti degli appuntamenti sono rappresentanti di organizzazioni attive nei diversi settori della meteorologia - imprese, servizi meteorologici, agenzie, enti di ricerca e universitari - che presentano la missione, il know-how, la struttura organizzativa e le opportunità di lavoro offerte soprattutto ai giovani che si affacciano al mondo del lavoro. La "trasmissione" è curata e condotta dal *dott. Gaetano Genovese*, mentre a intervistare gli ospiti sarà il

prof. Dino Zardi. La trasmissione è aperta al dialogo con gli ascoltatori, sia attraverso interventi in diretta, sia attraverso la chat offerta dalla piattaforma. Dopo il primo incontro, andato in onda il 24 maggio dalle pagine facebook di AISAM e CTF, altri interessanti incontri sono in via di definizione per il mese di giugno e verranno comunicati attraverso AISAM Informa e su Facebook. I feedback positivi arrivati dalla prima puntata, fanno presagire alla "seconda serie", che si terrà durante il prossimo autunno, nelle settimane antecedenti il *Festivalmeteorologia* (19-20 novembre). È importante dare risalto ad un settore che, nel nostro Paese e non solo, sta vivendo una stagione di notevoli progressi tecnologici, per affrontare sfide e opportunità sempre più ampie. Pertanto, soprattutto i più giovani interessati a questo comparto lavorativo in continua evoluzione, hanno potuto e potranno dare uno sguardo a tutto tondo alle professioni del futuro nella meteorologia, potendo dialogare in maniera interattiva con i relatori delle organizzazioni coinvolte.

Un italiano a Leeds

Con Luca continuiamo a raccontare, per loro tramite, storie di giovani che, spostandosi dall'Italia in altri paesi europei, hanno trovato ottime opportunità di studio e lavoro.

Mi chiamo Luca Cantarello e sono un dottorando all'*Università di Leeds*, dove sto lavorando ad un progetto sull'assimilazione dei dati da satellite in collaborazione con il *Met Office*, il servizio meteorologico del Regno Unito.

Sono iscritto ad AISAM da qualche settimana su invito di Cristian Lussana, che ho conosciuto a Oslo nell'estate del 2015, durante un tirocinio di 3 mesi all'*Istituto Meteorologico Norvegese* (MET Norway), all'interno del programma *Erasmus Placement*. All'epoca studiavo all'*Università di Bologna* ed ero iscritto al corso di *laurea magistrale in Fisica del Sistema Terra*. La scelta della destinazione e l'incontro con Cristian dipesero in parte dal mio interesse per la ricerca in un ambiente operativo, e in parte dalle collaborazioni internazionali dei docenti del mio corso di laurea, che mi aiutarono ad individuare i contatti all'estero più adatti (nel mio caso, a darmi una mano fu Michele Brunetti del CNR).



Quella del 2015 fu la mia prima esperienza in un servizio meteorologico nazionale e finì per influenzare fortemente il prosieguo dei miei studi. L'anno successivo tornai a Oslo per altri sei mesi, con una borsa di studio dell'*Università di*

Bologna, per condurre la ricerca collegata alla mia tesi di laurea. In quel periodo lavorai nuovamente a fianco di Cristian e del suo gruppo, occupandomi di schemi di interpolazione spaziale per la rappresentazione della temperatura al suolo. Una volta ottenuta la laurea magistrale, venni assunto per alcuni mesi al *MET Norway* per completare il lavoro cominciato durante il periodo di tesi e renderlo operativo.

L'esperienza all'interno di un servizio meteorologico ha orientato anche la scelta del dottorato. In particolare, la possibilità di collaborare con il *Met Office* fu per me un aspetto decisivo quando mi è stata offerta una borsa di studio a Leeds, dove ho trascorso gli ultimi quattro anni.

Al momento sto ultimando la scrittura della tesi, in previsione di assumere una posizione come ricercatore al *Centro Europeo per le Previsioni a Medio Termine (ECMWF)*, dove porterò, all'interno del progetto *Copernicus*, ciò che ho imparato sin qui, lavorando allo sviluppo dello schema di assimilazione dati usato dal gruppo che si occupa del monitoraggio delle emissioni antropiche e di altri inquinanti (*CAMS*).

Il mio percorso dimostra che non tutti coloro che studiano o lavorano come ricercatori all'estero lo fanno per fuggire dall'Italia o per mancanza di alternative. Nel mio caso, due aspetti si sono rivelati fondamentali e hanno orientato i miei spostamenti fino a qui: avere un'idea precisa del tipo di carriera che mi interessava, e cogliere tutte le opportunità che potevano aiutarmi in quella direzione. In questo senso, ricorrere alla mobilità internazionale negli anni della laurea magistrale si è rivelato un ottimo trampolino di lancio.



Autore: Luca Cantarello

News dalla Sezione Studenti

Con delibera alla riunione del *Consiglio Direttivo* n.4-2021 del 03/05/21, la Sezione Studenti AISAM comunica quanto segue: vengono designati come membri del *Collegio di Ammissione e Valutazione (CAV)* i soci AISAM *Carlotta Usàla* (UniBo), *Viviana Cretella* (UniParthenope), *Dabih Isidori* (Unilnnsbruck), *Mattia Marchio* (UniTn) e *Francesco Costa* (UniParthenope); viene designato come *Presidente della Sezione Studenti* il socio AISAM e membro del CAV *Francesco Costa*.

LA PROCLAMO DOTTORE...

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

Studio dell'accoppiamento atmosfera-foresta e implicazioni sui flussi di ozono



Dott. Lorenzo Paris

Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Brescia

Laurea Magistrale in Fisica

Relatore: Prof. Giacomo Alessandro Gerosa

Co-Relatori: Dott. Angelo Finco

Anno Accademico 2019/2020

Abstract



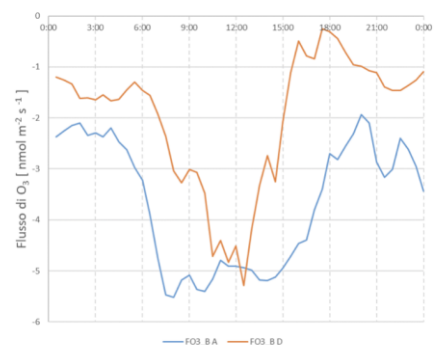
Torre di misurazione EC nel sito di Bosco Fontana

In questo lavoro si è andati a indagare i fenomeni di accoppiamento e disaccoppiamento tra atmosfera e foresta osservati nel sito di Bosco Fontana, nel comune di Marmirolo (MN), mediante la tecnica *eddy covariance*. Dall'anno 2012, il sito di misura è dotato di un sistema EC al di sopra della chioma e, in alcuni periodi, anche di uno sotto-chioma. Gli obiettivi di questo lavoro sono stati la caratterizzazione delle distribuzioni del fenomeno di disaccoppiamento e accoppiamento durante un periodo di un anno (2018) e l'indagine sulle implicazioni che questi fenomeni comportano sulla dinamica dei flussi al fine di ottenere una comprensione più profonda della natura aerologica del sito di Bosco Fontana.

La discriminazione degli eventi di disaccoppiamento/accoppiamento avviene mediante l'identificazione di un valore di riferimento detto *soglia di accoppiamento* che permette di distinguere tra le due situazioni, la deviazione standard del vento verticale è sicuramente il parametro più significativo per una descrizione della turbolenza verticale in quanto definisce fisicamente la forza di rimescolamento (*mixing strength*). La valutazione delle soglie di accoppiamento sopra e sotto-chioma basate sulla deviazione standard della velocità verticale ha portato, in questo lavoro, allo sviluppo di una tecnica alternativa a quella classicamente utilizzata per il calcolo di tale quantità che normalmente sfrutta i flussi di anidride carbonica sotto-chioma, non disponibili per l'indagine di questo lavoro.

Si è suddiviso l'anno in tre periodi per meglio apprezzare l'impatto che l'area fogliare ha sulle variazioni stagionali delle soglie e mediante questi valori è stato possibile discriminare gli eventi di accoppiamento/disaccoppiamento. Si è quindi valutata la distribuzione dei fenomeni di accoppiamento e disaccoppiamento fra giorno-notte e nei diversi mesi del 2018, si è discussa la distribuzione in funzione della stabilità concludendo che questo fattore è uno dei fattori cruciali per lo sviluppo di condizioni idonee alla formazione di eventi di disaccoppiamento e accoppiamento. Si sono valutati i flussi di momento, calore sensibile e latente e i flussi di ozono, in condizioni di accoppiamento e disaccoppiamento su tre periodi dell'anno, ossia:

invernale, di transizione ed estivo. Si è giunti alla conclusione che l'effetto del disaccoppiamento comporta uno smorzamento dei flussi dovuto al fatto che, in questa condizione, non si ha una dinamica turbolenta efficiente nel trasporto di queste quantità, al contrario lo sviluppo di condizioni di accoppiamento permette un trasferimento più efficiente con conseguente aumento dell'intensità di questi flussi. Si è inoltre riscontrato che la valutazione del disaccoppiamento/accoppiamento dei flussi di ozono sotto-chioma ha potuto giustificare un comportamento atipico registrato in uno studio precedente nello stesso sito riconducibile a un fenomeno di disaccoppiamento diurno.



Confronto tra i flussi di ozono valutati sotto-chioma in accoppiamento (azzurro) e in disaccoppiamento (arancione)

Ricerca delle relazioni tra flusso stomatico di ozono e assorbimento di anidride carbonica in una foresta planiziale decidua



Dott. Alberto Mimini

Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Brescia

Laurea Magistrale in Fisica

Relatore: Prof. Giacomo Alessandro Gerosa

Co-Relatori: Prof. Riccardo Marzuoli

Anno Accademico 2019/2020

Abstract



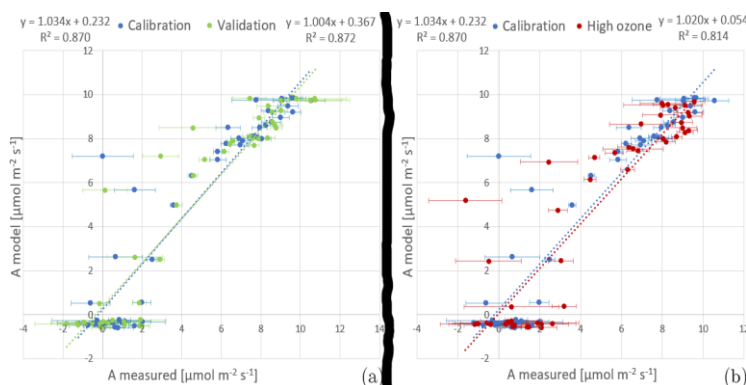
Torre micrometeorologica a Bosco Fontana

L'ozono (O_3) troposferico è un pericoloso inquinante sia per l'uomo che per la vegetazione e manifesta azioni fitotossiche già a concentrazioni relativamente basse, a causa della sua potente azione ossidante. È stato ampiamente dimostrato nella letteratura scientifica che la dose di ozono assorbita dalla vegetazione ne altera la capacità di assorbimento di anidride carbonica (CO_2) e quindi causa, nel lungo periodo, necrosi e senescenza fogliari, diversa e diminuita allocazione della biomassa ovvero ridotto sviluppo di radici, fusti e chiome e quindi una minor resa delle colture. Rimane tuttora poco esplorato l'effetto che l'ozono ha sulla struttura e sulle funzioni degli ecosistemi complessi come quelli forestali.

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di ricercare un possibile effetto negativo indotto dal flusso stomatico di ozono sull'assorbimento di anidride carbonica istantaneo, o al più giornaliero, della vegetazione di querce e carpini di Bosco Fontana

(Marmiolo, MN), uno degli ultimi relitti di bosco planiziaro della Pianura Padana, zona ricca di sorgenti dei precursori dell'ozono e soggetta ad un clima che si presta al suo accumulo in concentrazioni piuttosto elevate. La misura e il calcolo dei flussi si basano su tecniche ben note in micrometeorologia, quali la Eddy Covariance, l'approccio big leaf e l'analogia resistiva di partizione dei flussi. Le analisi sono state svolte sulle misurazioni del triennio 2013-2015.

In una prima fase si sono sondate le dipendenze dei flussi di CO_2 e O_3 dai vari parametri ambientali (temperatura, luce, deficit di pressione di vapore) e dalla



Regressioni lineari tra assimilazione A_{model} del modello teorico e assimilazione misurata $A_{measured}$. (a) Dati di calibrazione a basso ozono (blu) e i dati del controllo e validazione (verde) del modello. (b) Dati a basso ozono (blu) confrontati con i dati dei giorni ad alto flusso di ozono (rosso).

conduttanza stomatica nonché i rapporti tra i due flussi. Da queste relazioni si è ricercata una possibile tendenza significativa circa lo scambio netto di anidride carbonica dell'ecosistema con l'atmosfera. In una seconda fase si è implementato un modello teorico, costruito accoppiando il modello biochimico per la fotosintesi di Farquhar con il modello biofisico di diffusione molecolare. Parametrizzandolo su giornate a basso

flusso di O_3 , con questo modello si è potuta stimare l'assimilazione di CO_2 potenziale della foresta in assenza di effetti dovuti all'ozono ed è stato possibile confrontare

queste stime con i dati di assimilazione raccolti in presenza di dosi consistenti di O_3 . Gli effetti di questi alti flussi porterebbero ad una sovrastima dell'assimilazione da parte del modello rispetto ai dati misurati su campo. Entrambi gli approcci non hanno però evidenziato una diminuzione statisticamente significativa dell'assimilazione istantanea dovuta ad un effetto deleterio dell'ozono, in accordo con alcuni lavori recenti su foreste mature (ad es. Verryck et al., 2017).

Forest Canopy Flows: an experimental and numerical investigation based on “Bosco Fontana” case study

(Flussi in foreste: uno studio sperimentale e numerico basati sul caso studio di “Bosco Fontana”)



Dott. Pier Luigi Trudu

Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

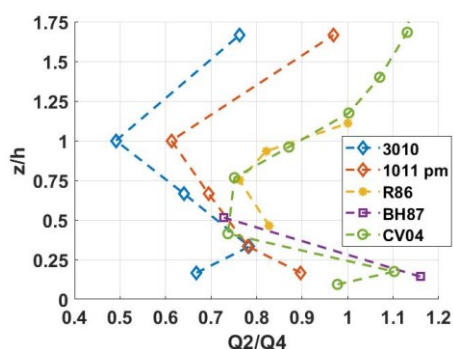
Relatore: Prof.ssa Silvana Di Sabatino

Co-Relatori: Dott. Carlo Cintolesi, Dott. Francesco Barbano

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

La comprensione dell'interazione vegetazione-atmosfera è di importanza critica per lo studio del tempo atmosferico, del clima, per le previsioni ambientali, nonché per l'agricoltura e la gestione delle risorse naturali. Questi argomenti sono recentemente diventati cruciali per lo studio del danneggiamento di riserve naturali o piantagioni a causa del

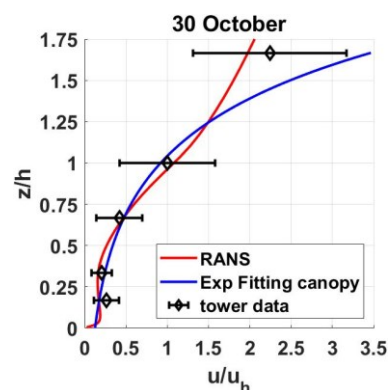


vento, per lo sfruttamento dell'energia eolica in zone del globo densamente vegetate e per lo studio dei cicli biogeochimici, per i quali la vegetazione fornisce uno dei maggiori contributi.

In questo lavoro di tesi è stato eseguito uno studio sperimentale e numerico della circolazione in una densa foresta situata nel comune di Marmirolo, Mantova, Italia. Utilizzando statistiche ricavate da misure sperimentali di vento su punti di misura dislocati su una torre verticale, si fornisce una caratterizzazione del moto medio e degli scambi turbolenti di momento tra la foresta e l'atmosfera, in diverse condizioni di stabilità.

Il moto medio all'interno della foresta segue un andamento esponenziale ed è caratterizzato da velocità più basse di quelle osservate su superfici piate. La sommità della foresta agisce da interfaccia con l'atmosfera libera al di sopra di essa, causando la presenza di uno shear del vento.

Attraverso un'analisi a quadranti, si ottiene che il contributo più importante per il trasferimento di momento è legato a eventi di flusso verso il basso, chiamati *ejections* e *sweeps*. In condizioni vicine alla neutralità, gli eventi sweep sono intensi ed intermittenti, e superano in intensità gli *ejection* su tutta la colonna atmosferica studiata. In condizioni fortemente stabili, i sweep sono invece meno intensi e più frequenti e occupano uno strato atmosferico più sottile.



Le condizioni sperimentali vengono riprodotte in una simulazione numerica Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) per fornire una visione più ampia della circolazione locale. In condizioni vicine alla neutralità, la simulazione mostra un buon accordo con le misure sperimentali all'interno e al di sopra della foresta, mentre in condizioni fortemente stabili le misure al di sopra della foresta non sono ben riprodotte. La simulazione permette di valutare gli effetti di bordo della foresta, caratterizzando la distanza sopra-vento alla quale il flusso è influenzato dalla sua presenza. Inoltre, viene stimata la profondità del roughness sublayer che si sviluppa al di sopra della foresta, la quale risulta in buon accordo con i dati sperimentali.

Questo studio ha messo in luce che le foreste principalmente rimuovono momento dall'atmosfera circostante, e che le condizioni di stabilità atmosferica determinano lo spessore dello strato atmosferico in cui avvengono le interazioni di scambio.

Analysis of pluviometric regime in North and South Carolina (Analisi del regime pluviometrico in Nord e Sud Carolina)

Dott. Giacomo Moraglia

Alma Mater Studiorum – Università degli Studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof.ssa Erika Brattich

Co-Relatori: Prof. Gregory J. Carbone

Anno Accademico 2019/2020

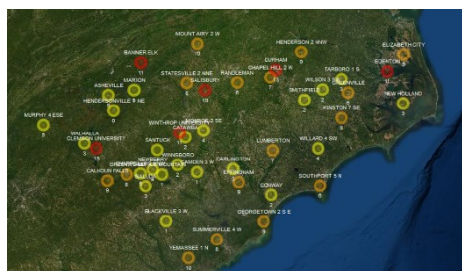


Abstract

Parallelamente ad un aumento di temperatura a livello globale è atteso anche un aumento degli eventi estremi di precipitazione. Infatti, sulla base dell'equazione di Clausius-Clapeyron, si può dimostrare come ad un aumento di temperatura pari a un grado corrisponda un aumento della capacità di saturazione dell'atmosfera del 7%. Diversi studi recenti hanno evidenziato variazioni del regime pluviometrico in diverse parti del mondo nell'ultimo secolo; più in generale, l'analisi della variabilità del regime pluviometrico può essere utile per valutare gli effetti del cambiamento climatico anche a scale regionali.

In questa tesi sono state investigate le variazioni del regime pluviometrico avvenute nel corso dell'ultimo secolo nelle due Caroline (del Nord e del Sud), situate nel Sud-Est degli Stati Uniti. Le due Caroline sono tra gli stati più piovosi di tutto il Nord America ed il loro clima è influenzato da diversi fenomeni causa di importanti eventi di precipitazione: MLCs (ENSO), T-storms e uragani. Il lavoro si è focalizzato sulle serie storiche di precipitazione raccolte in 44 stazioni meteorologiche della rete USHCN (*U.S. Historical Climatology Network*) sparse uniformemente sui due Stati. L'analisi è stata quindi condotta su un campione di 1,608,727 dati giornalieri di precipitazione, tramite lo sviluppo di appositi scripts con il linguaggio di programmazione R.

Nella prima parte dell'analisi si è proceduto ad identificare la presenza di similarità nei regimi pluviometrici eseguendo il test dei ranghi di Wilcoxon sulle precipitazioni cumulate annue, stagionali e mensili. Il risultato ha evidenziato la presenza di tre clusters caratterizzati da regimi pluviometrici simili, rinominate in seguito come *area costiera*, *area centrale* ed *area dell'Upstate*. La principale discriminante è apparsa essere la cumulata media estiva maggiore sulla costa e nelle zone dei monti Appalachi e minore nel plateau centrale e nelle pianure atlantiche.



Successivamente si è proceduto all'analisi dei trends mediante il test di Mann-Kendall per 15 indici pluviometrici suddivisi per intensità, cumulata e frequenza di pioggia. Nell'immagine è possibile notare il numero di trends statisticamente significativi identificati per ogni stazione: il marker rosso indica le stazioni con più di 10 trend significativi, quello giallo quelle con meno di 5 trends significativi e quello arancione l'intervallo intermedio.

Questa analisi ha evidenziato in particolare che:

- nel Nord della Carolina del Nord, specialmente durante l'autunno e la primavera, gli eventi estremi mostrano un aumento di intensità.
- la costa atlantica mostra un aumento della frequenza annua di eventi estremi unito ad un aumento delle cumulate medie annue e dei *wet days* (giorni con ≥ 1 mm di cumulata).
- diverse aree mostrano una diminuzione dei *consecutive dry days*, ad eccezione del periodo invernale.

L'assenza di un pattern comune nei trend in molte stazioni, anche all'interno di aree completamente pianeggianti delle due Caroline, evidenzia la mancanza di un legame univoco tra i trend identificati nell'analisi e il cambiamento climatico in atto. Di conseguenza, ulteriori analisi saranno necessarie per comprendere l'origine di questi trend avvenuti nel secolo scorso.

Il pdf della tesi sarà presto accessibile attraverso AMSLaurea (<https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/23104>)

Recent climatology of some of the phenological and physiological variables of the grapevine using of the IVINE and UTOPIA models on the northern Italian territory with a viticultural vocation

(Climatologia recente di alcune variabili fenologiche e fisiologiche della vite usando i modelli IVINE e UTOPIA sul territorio Italiano a vocazione viticola)



Dott.ssa Valeria Dentis

Università degli Studi di Torino

Laurea Magistrale in Fisica

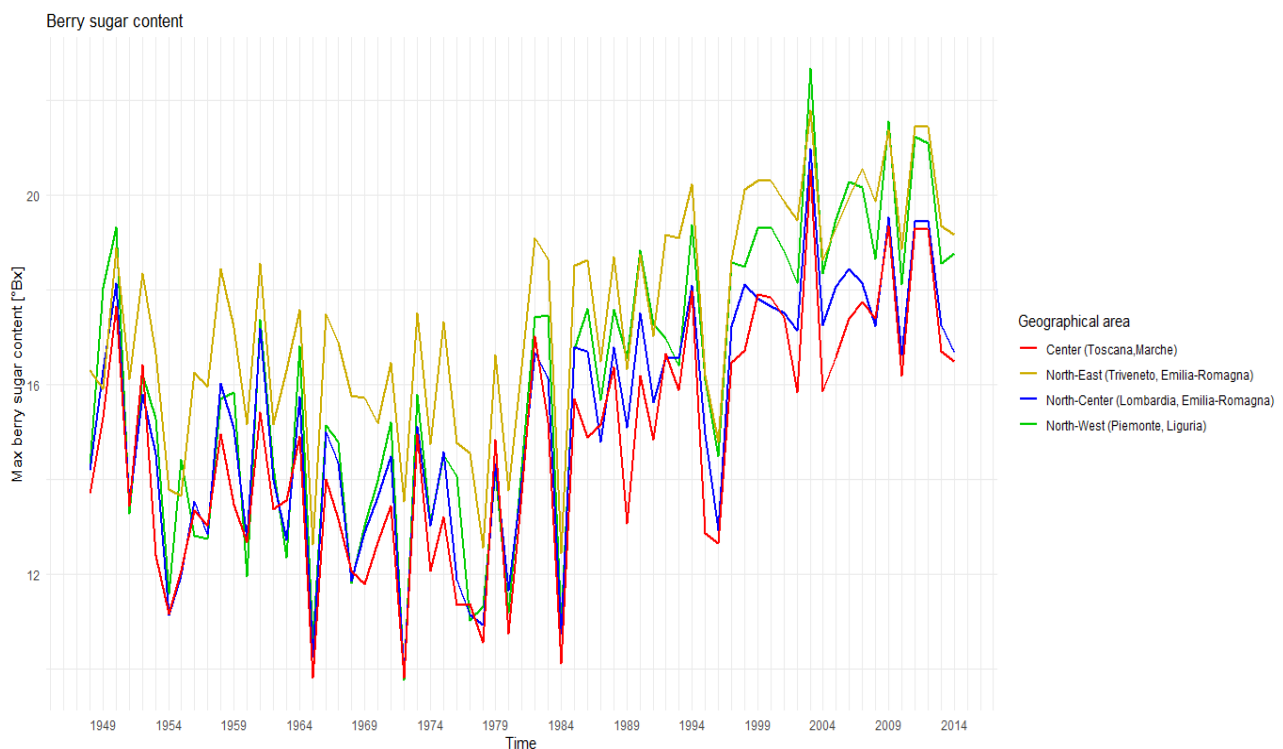
Relatore: Prof. Claudio Cassardo

Co-Relatori: Prof.ssa Valentina Andreoli

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Questo studio propone l'analisi di alcune variabili fenologiche e fisiologiche della vite sul territorio del nord Italia: viene analizzato il comportamento della varietà Nebbiolo, al di sotto degli 800 metri di altitudine, attraverso la simulazione del modello IVINE (Italian Vineyard Integrated Numerical model for Estimating physiological values), inizializzato con dati ottenuti dal modello di superficie UTOPIA (University of Torino model of land Processes Interaction with Atmosphere). I dati si riferiscono al periodo di 67 anni che intercorre tra il 1948 e il 2014. L'analisi include il confronto tra aree geografiche, tipo di suolo e altitudine delle variabili prese in considerazione, tra cui le principali fasi fenologiche



della vite (fioritura, invaiatura, periodo e uscita dalla dormienza, ecc.), il Leaf Area Index (LAI), il contenuto di zucchero degli acini e la produzione della pianta. Gli obiettivi dello studio sono: confermare le conclusioni dei precedenti, confrontare i risultati ottenuti espandendo il dominio geografico dell'analisi, e osservare l'effetto del cambiamento climatico sulla crescita e la produzione della vite.

Analysis of the aerosol number size distribution variability and characterization of new particle formation events at Monte Cimone GAW global station

(Analisi della variabilità della distribuzione dimensionale del particolato atmosferico e caratterizzazione di eventi di formazione di nuove particelle presso la stazione globale GAW di Monte Cimone)



Dott.ssa Martina Mazzini

Alma Mater Studiorum – Università degli Studi di Bologna

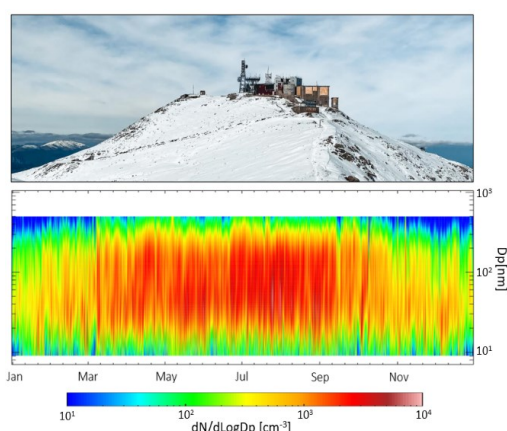
Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof. Federico Porcù

Co-Relatori: Dott.ssa Angela Marinoni, Dott. Angelo Lupi

Anno Accademico 2019/2020

Abstract



Size distribution di un anno tipico presso Monte Cimone durante il periodo 2005-2013

Le particelle di aerosol possono influenzare il bilancio radiativo terrestre direttamente diffondendo e assorbendo la radiazione solare, oppure indirettamente agendo come nuclei di ghiacciamento (IN) o di condensazione (CCN), modificando la microfisica delle nubi, la loro formazione e la loro vita media (IPCC, 2013). Attualmente gli aerosol sono il fattore di incertezza più ampio nella stima del contributo energetico totale al sistema climatico ed è fondamentale raccogliere osservazioni di concentrazione, distribuzione dimensionale di particelle ultrafini in ambienti differenti, in particolare per siti remoti, come quelli ad alta quota, dove l'atmosfera è rappresentativa delle condizioni di background a larga scala.

Lo scopo di questo studio è ottenere informazioni sulla variabilità delle osservazioni di distribuzione dimensionale in numero degli aerosol e sugli eventi di formazione di nuove particelle (NPF) osservati presso la GAW Global Station di Monte Cimone (CMN, 2165 m s.l.m.). La distribuzione dimensionale di particelle con dimensioni comprese tra 9 nm e 500 nm è stata continuamente monitorata tramite un DMPS, a partire da Novembre 2005 fino a Luglio 2013, nell'ambito dei progetti europei EUSAAR e ACTRIS. In questo studio, la distribuzione dimensionale e la concentrazione numerica vengono analizzate considerando scale temporali differenti, insieme agli eventi di NPF. In media, la popolazione di aerosol ha una concentrazione totale di $1534 \pm 1332 \text{ cm}^{-3}$, con una distribuzione tipica bimodale. L'andamento tipico annuale della concentrazione numerica presenta un massimo estivo, quasi quattro volte superiore ai valori osservati mediamente in inverno. Su scala giornaliera, il numero massimo di particelle si osserva nel pomeriggio, molto più accentuato in estate rispetto alle altre stagioni. Suddividendo lo spettro della distribuzione numerica dimensionale nella moda di nucleazione (9-25 nm), nella moda di Aitken (25-100 nm) e nella moda di accumulazione (100-500 nm), la moda di Aitken è quella che contribuisce maggiormente alla concentrazione totale con circa il 53%, seguita dalle mode di accumulazione e nucleazione che contribuiscono rispettivamente con il 31% e il 16%. Abbiamo identificato e classificato gli eventi di NPF seguendo la procedura descritta da Kulmala et al., 2012. Presso CMN si registra una frequenza di eventi di NPF del 26.7%, con la più alta presenza di eventi nei mesi di Maggio e Agosto, mentre i non-eventi sono più frequenti durante l'inverno. Nei casi di NPF più chiari, abbiamo studiato la crescita delle particelle nella moda di nucleazione e l'aumento di concentrazione, che iniziano ogni giorno mediamente intorno al mezzogiorno locale. In media, la crescita in diametro dura quasi tre ore, con una velocità di $4.65 \pm 1.97 \text{ nm/h}$, mentre la crescita in concentrazione dura oltre un'ora e mezza, con un rate di $0.50 \pm 0.56 \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$. Il condensation sink medio è $0.280 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ durante una tipica giornata non-evento, mentre ha un valore medio di $0.483 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ durante una giornata in cui avviene NPF. CS può essere considerato un fattore importante per innescare il meccanismo di NPF, infatti nelle ore precedenti la nucleazione esso risulta inferiore nelle giornate di NPF, ad eccezione della stagione invernale.

Il pdf della tesi è disponibile tramite l'archivio AMSLaurea (<https://amslaurea.unibo.it/23221/>)

Characteristics of warm spells and heat waves in Bologna

(Caratteristiche dei warm spells e delle ondate di calore a Bologna)



Dott.ssa Bianca Tenti

Alma Mater Studiorum – Università degli Studi di Bologna

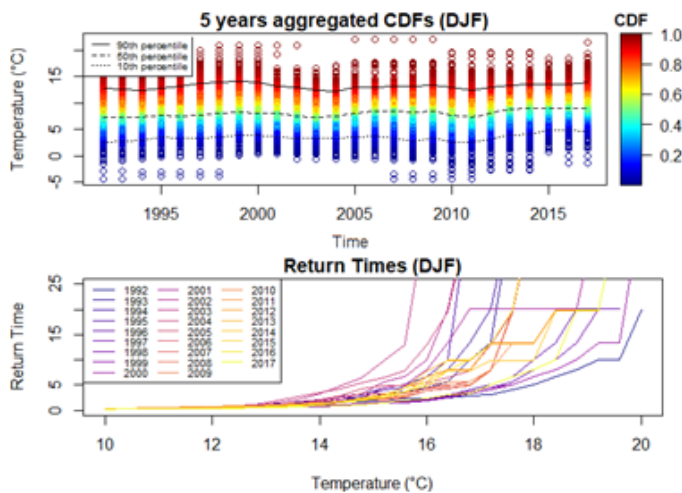
Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof.ssa Erika Brattich

Co-Relatori: Prof.ssa Laura Tositti

Anno Accademico 2019/2020

Abstract



CDFs delle temperature massime giornaliere e tempi di ritorno di eventi di temperatura estrema nella stagione invernale del periodo 1990-2019

Le ondate di calore e i *warm spells* sono periodi caratterizzati da anomalie di temperatura positive rispetto alle condizioni climatologiche di un luogo in quel periodo dell'anno e sono spesso associati ad un sistema sinottico duraturo di alta pressione e bassa velocità del vento, una condizione che viene chiamata di "*atmospheric blocking*". Nel contesto del cambiamento climatico globale, le proiezioni indicano che eventi di temperatura estrema si presenteranno sempre più frequentemente; un'approfondita conoscenza di questi fenomeni è essenziale poiché essi hanno conseguenze negative sulla salute sia umana che dell'ambiente, sull'agricoltura e sui materiali, compresi quelli infrastrutturali, con i relativi ingenti costi economici. Queste ultime sono legate non solo alle alte temperature, ma anche alle alte concentrazioni di inquinanti gassosi e di particolato che si misurano durante questi eventi. Questo studio effettua un'approfondita indagine transdisciplinare ed una caratterizzazione delle numerose connessioni che esistono tra condizioni meteorologiche tipiche di questi eventi e qualità dell'aria, focalizzandosi sugli eventi di temperatura estrema che si sono verificati tra il 1990 e il 2019 a Bologna, città rappresentativa di uno dei più importanti *hotspots* europei per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria e il cambiamento climatico. Gli eventi di calore estremo sono stati identificati tramite l'utilizzo del *WSDI* (Warm Spell Duration Index) suggerito dalla WMO (World Meteorological Organization). I risultati mostrano una precisa stagionalità degli eventi ed evidenziano una diminuzione dei tempi di ritorno soprattutto in inverno e in autunno. Frequenza, intensità e durata degli eventi mostrano una tendenza all'aumento, soprattutto nell'ultimo decennio. Dallo studio è emerso che gli eventi di calore estremo sono caratterizzati non soltanto da alte temperature, ma anche da alta pressione, assenza di precipitazione e bassa velocità del vento. Dal punto di vista della qualità dell'aria, gli eventi di temperatura estrema sono caratterizzati da un aumento delle concentrazioni di ozono e particolato atmosferico e da una diminuzione della concentrazione del benzene, mentre gli ossidi di azoto rivelano comportamenti differenti a seconda del tipo di sito di misura (background o traffico). L'aumento dell'ozono è legato alla sua natura fotochimica, mentre l'aumento del particolato atmosferico è connesso all'assenza di precipitazione e al trasporto a lungo raggio di polvere minerale proveniente dal deserto del Sahara, un risultato che evidenzia un ulteriore risvolto sanitario date le proprietà tossicologiche della polvere minerale. L'analisi sinottica ha confermato la presenza di una condizione di "*blocking high*" in tutta Europa. Infine è emersa una connessione tra le caratteristiche degli eventi con l'*Atlantic Multidecadal Oscillation*, che può essere tenuta in considerazione per fronteggiare l'emergenza. Nel complesso i risultati di questo lavoro evidenziano l'importanza di una corretta pianificazione delle strategie di mitigazione di questi eventi.

Il pdf della tesi sarà disponibile tramite l'archivio AMSLaurea (<https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/23183>)

Evaluation of WRF model and development of an algorithm for downscaling temperature minima over complex terrain in Trentino

(Valutazione del modello WRF e sviluppo di un algoritmo per il downscaling dei minimi di temperatura su terreno complesso in Trentino)



Dott.ssa Laura Trentini

Università degli Studi di Trento e Università di Innsbruck

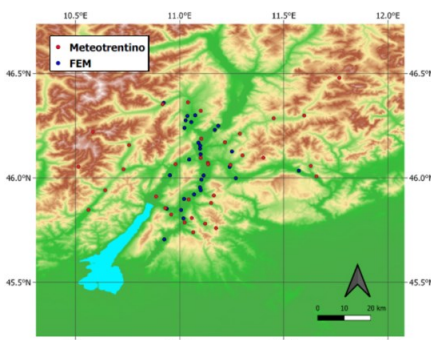
Laurea Magistrale in Environmental Meteorology

Relatore: Prof. Lorenzo Giovannini

Co-Relatori: Prof. Dino Zardi

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

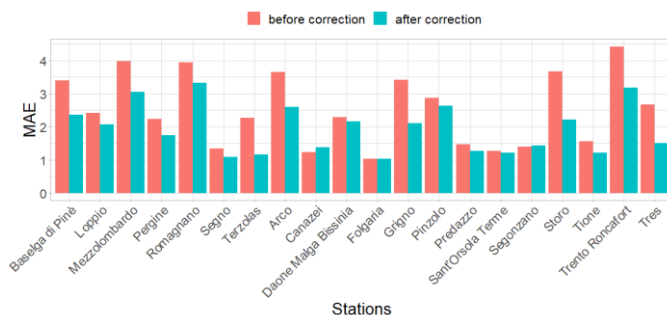
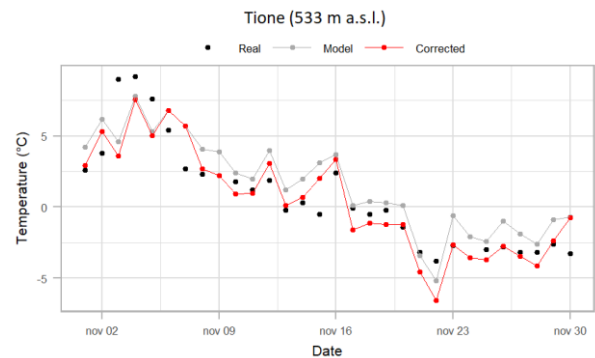


Lo scopo della presente tesi di laurea magistrale è stato quello di migliorare la previsione dei minimi di temperatura forniti da un sistema numerico di previsione meteorologica della Provincia di Trento, mediante l'applicazione di algoritmi statistici di downscaling. In particolare, le previsioni meteorologiche elaborate da simulazioni con il modello WRF (versione 4.1.2) sono state confrontate con le osservazioni di alcune stazioni presenti sul territorio e sono state valutate opportune correzioni agli errori sistematici.

Per effettuare tale analisi, sono stati utilizzati i dati di una sessantina di stazioni meteorologiche, in parte forniti dalla *Fondazione Edmund Mach* e in parte da *Meteotrentino*. Queste istituzioni gestiscono una rete di stazioni

meteorologiche, le cui osservazioni sono state adottate in questo lavoro per valutare le previsioni deterministiche e per testare gli algoritmi di downscaling statistico.

Per prima cosa, è stata analizzata la correlazione tra l'errore commesso dal modello ed alcuni fattori, sia statici (cioè topografici) che dinamici (cioè meteorologici). Per quanto riguarda il primo gruppo di parametri, l'analisi si è concentrata su come la pendenza, la curvatura e la differenza di altitudine tra il modello e il terreno reale potrebbero influenzare la previsione dei minimi di temperatura in alcune posizioni. Invece, le variabili meteorologiche che più influenzano la determinazione dei minimi di temperatura sono risultate essere la radiazione netta notturna, l'intensità del vento a 10 m dal suolo, l'umidità relativa a 2 m dal suolo ed anche il vento a 500 hPa, che consente di ottenere un'idea della condizione sinottica presente.



condizione sinottica presente.

L'algoritmo correttivo implementato ha avuto un effetto positivo sulle prestazioni del modello WRF, poiché l'accuratezza della previsione è migliorata nella maggior parte delle stazioni. Nel 90% dei casi, infatti, c'è stata una diminuzione del Mean Error (ME) e del Root Mean Square Error (RMSE).

Sebbene quelli considerati nello sviluppo di questo lavoro non siano gli unici fattori che possono influenzare la previsione della temperatura, riuscire a trovare una formulazione che li colleghi all'errore del modello è un passo importante per poter applicare le opportune correzioni. L'aggiunta di dati di temperatura e l'integrazione di altri parametri che potrebbero influenzare i minimi di temperatura, consentirebbe di migliorare ulteriormente le prestazioni del modello.

On the feasibility of seasonal forecast of air quality in Europe

(Sulla fattibilità della previsione stagionale di qualità dell'aria in Europa)



Dott.ssa Elisa Specchia

Alma Mater Studiorum – Università degli Studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof.ssa Erika Brattich

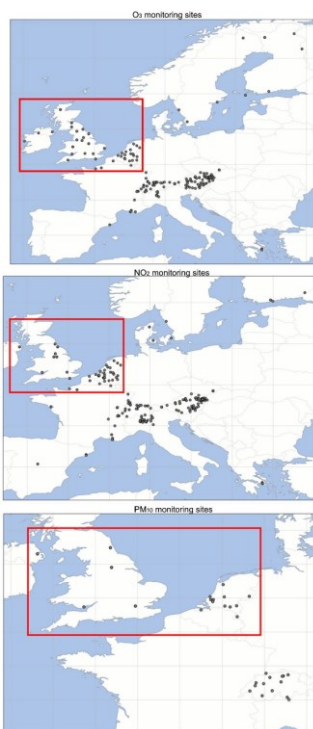
Co-Relatori: Prof. Paolo Ruggieri

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Le condizioni meteorologiche e il clima giocano un ruolo fondamentale nel determinare la qualità dell'aria su diverse scale spazio-temporali, perché influenzano i processi chimico-fisici che impattano sulle concentrazioni di inquinanti, come ad esempio trasporto e diluizione, ma anche formazione e rimozione degli inquinanti. In particolare, la North Atlantic Oscillation (NAO), che è un modo di variabilità della circolazione atmosferica nel settore euro-atlantico, rappresenta un importante fattore che può modulare la concentrazione di inquinanti in Europa su opportune scale. Il

significativo progresso nella prevedibilità decadale e stagionale della NAO e dei suoi impatti apre la strada alla realizzazione di previsioni di qualità dell'aria su queste scale temporali. Qui si presenta un lavoro che mira a valutare la fattibilità delle previsioni di qualità dell'aria in Europa, tenendo conto della variabilità della circolazione su larga scala nel settore euro-atlantico.



Siti di monitoraggio per O₃, NO₂ e PM₁₀. I riquadri rossi evidenziano l'area per la quale i risultati indicano la possibilità di effettuare una previsione stagionale per i tre inquinanti con una buona skill.

Per questo studio, sono state raccolte serie a lungo termine di inquinanti atmosferici (NO₂, O₃, e PM₁₀) da oltre 400 siti di monitoraggio in tutta Europa. Il dataset così costruito copre, in alcune regioni europee, un intervallo di tempo sufficiente a valutare la fattibilità delle previsioni stagionali, nel periodo di riferimento tra il 1993 e il 2016. Dopo aver consolidato il dataset di qualità dell'aria, è stata effettuata in primo luogo un'analisi del rapporto segnale-rumore, con l'obiettivo di misurare l'ampiezza del segnale stagionale delle serie di dati di concentrazione degli inquinanti rispetto alle fluttuazioni giornaliere. Dopodiché, è stato implementato un modello per il calcolo delle anomalie medie stagionali di concentrazione, basato sulla persistenza delle anomalie con una modulazione che dipende dalla variabilità della circolazione a larga scala associata alla NAO.

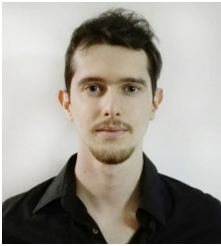
Se si confrontano le osservazioni con le anomalie di concentrazione modellate, per l'area nord-occidentale dell'Europa si ottengono valori di correlazione compresi tra 0.5 e 0.8. Per la stagione estiva in particolare, l'Anomaly Correlation Coefficient (ACC) medio è pari a 0.8 nel caso di NO₂ e PM₁₀. Questo risultato, combinato con la prevedibilità della NAO su scala stagionale, suggerisce la possibilità di realizzare una previsione con una buona skill per l'Europa nord-occidentale, soprattutto in inverno e in estate. In tale area, inoltre, il rapporto segnale-rumore elevato per tutti gli inquinanti considerati, specialmente nella stagione invernale (circa 0.4), indica che la taglia del segnale stagionale è confrontabile con quella della variabilità giornaliera.

I risultati di questo studio, che rappresenta uno dei primi approcci allo sviluppo di previsioni a lungo termine della qualità dell'aria in Europa, evidenziano l'opportunità di effettuare previsioni a scala stagionale nel nord-ovest dell'Europa. Dati i numerosi impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute e su diversi settori economici quali ad esempio l'agricoltura, tale possibilità presenta numerose implicazioni per pianificare corrette strategie di mitigazione e risposta agli eventi estremi.

Il pdf della tesi sarà accessibile attraverso AMSLaurea (<https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/23189>)

Definition and classification of Arctic heatwaves

(Definizione e classificazione delle ondate di calore polari)



Dott. Giacomo Lorenzi

Alma Mater Studiorum – Università degli Studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof. Paolo Ruggieri

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Negli ultimi decenni la temperatura dell'Artico sta aumentando con un tasso pressoché doppio rispetto alla media globale, producendo notevoli cambiamenti ambientali che non si ripercuotono solo sul fragile ecosistema artico ma anche sulle attività socio-economiche e commerciali delle medie latitudini, sul clima globale e sulla circolazione oceanica.

In questo contesto gli estremi caldi atmosferici della calotta artica ricevono un'attenzione crescente e sono stati oggetto di recenti studi che ne hanno evidenziato caratteristiche e precursori. Questo lavoro di tesi è volto a classificare gli estremi caldi della calotta artica in base alla circolazione atmosferica a scala emisferica ad essi associata.

In primo luogo viene proposta una definizione di *Arctic heatwave* ottenuta a partire da approcci adottati in studi precedenti ed esportando metodologie consolidate per le ondate di calore delle medie latitudini. Successivamente le *Arctic heatwave* sono classificate, separatamente per ogni stagione, sulla base delle loro mappe (30-90°N) di anomalia dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa. Un'attenzione particolare è rivolta agli estremi invernali.

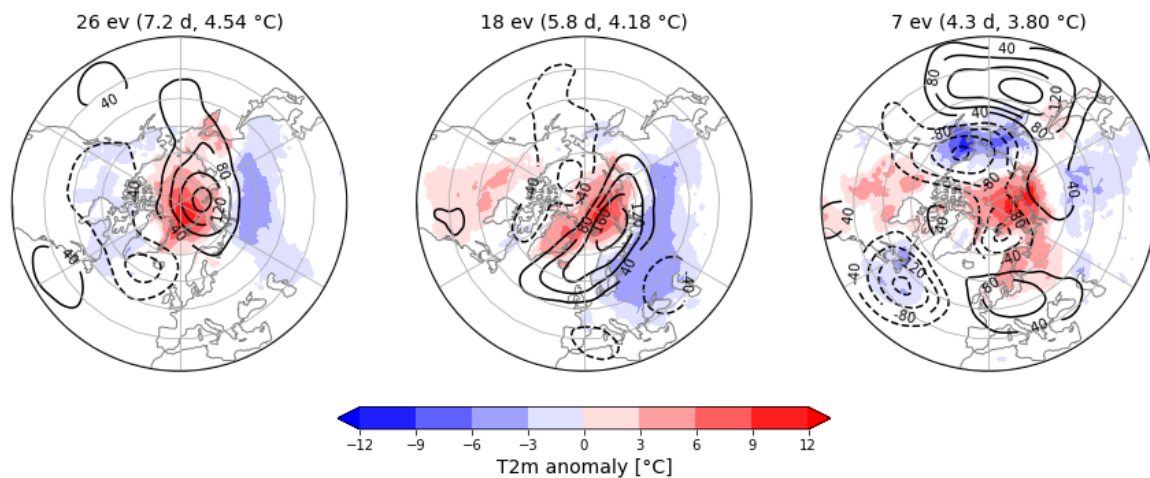


Figura 1: Anomalia di temperatura a 2m (colori, °C) e anomalia di altezza di geopotenziale a 500hPa (isolinee, m) medie per ognuno dei tre regimi invernali. Sopra ad ogni grafico sono mostrati il numero di eventi, la durata media (giorni) e l'intensità media (°C).

Tramite un algoritmo di clustering, gli eventi sono suddivisi in un numero ottimale di diversi regimi di circolazione (3 per l'inverno). Nel caso della stagione invernale, due regimi sono caratterizzati da una pronunciata anomalia anticiclonica nel settore artico euro-asiatico e presentano una estesa anomalia negativa di temperatura sulla Siberia meridionale. Il terzo regime di circolazione è composto da un numero ristretto di eventi ed è contraddistinto dal prevalere di anomalie cicloniche nell'Artico. La serie temporale di questi tre regimi mostra variazioni decennali che suggeriscono possibili periodicità o dipendenze dal trend di temperatura dell'Artico.

In ognuna delle altre stagioni il regime di circolazione composto dal maggior numero di eventi è caratterizzato da un'anomalia anticiclonica nell'alto Artico.

Infine, sia a livello stagionale che dei singoli regimi si osserva una forte correlazione positiva tra durata e intensità degli eventi.

Il pdf della tesi sarà accessibile attraverso AMSLaurea (<https://amslaurea.unibo.it/23053/>)

Utilizzo del Geographical Information System (GIS) come metodo applicativo per la gestione e rappresentazione dei dati climatici a scopi di tutela ambientale



Dott.ssa Patrizia Pagnoni

Università degli Studi di Pavia

Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie per la Natura

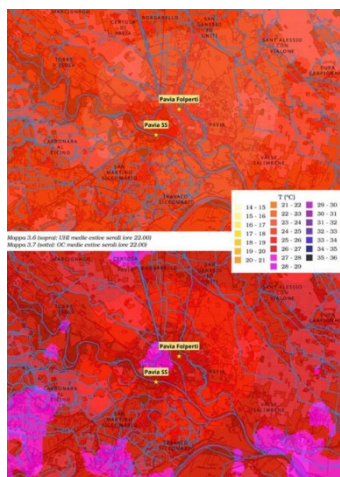
Relatore: Prof. Matteo Crozi

Co-Relatori: Dott.ssa. Cristina Lavecchia

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

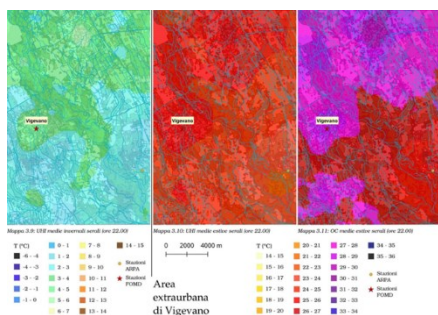
In questo studio si vuole presentare l'utilità del sistema GIS in ambito ambientale, facendo luce sull'importanza del monitoraggio del clima attraverso indicatori statistici puntuali e areali, e sulla rilevanza che ha la gestione del suolo cittadino e rurale in tema di salvaguardia del territorio dato il legame bidirezionale territorio-clima.



Alla base dell'elaborato sono presenti due progetti: "ClimaMi" e "Hub Lombardia". Il primo, coordinato dalla *Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo* (Fondazione OMD), si proietta sull'area milanese estendendosi fino alla città di Pavia con l'obiettivo di analizzare il sistema climatico in rapporto coi centri urbani. Il secondo progetto invece, ha come obiettivo l'analisi e il monitoraggio del cambiamento in atto del ciclo idrologico nell'area nord-occidentale della provincia di Pavia.

Per *ClimaMi*, si è posta l'attenzione alla situazione climatica del capoluogo di provincia e al contributo notevole che darebbe la rigenerazione dell'area ex-industriale Necchi. Lo studio parte dall'analisi statistica dei valori giornalieri e suborari delle due stazioni ARPA Pavia SS35 e Pavia Folperti, per il periodo 1.01.2012-30.11.2018, di temperatura, cumulo medio, umidità relativa, radiazione solare e velocità del vento. Attraverso la loro elaborazione è stato possibile avere un profilo climatologico di Pavia definito per l'arco temporale del progetto e successivamente, sono state svolte analisi ed elaborazioni sulle mappe dell'Atlante delle Temperature riferite a Isole di Calore (UHI)

e Ondate di Calore (OC). Attraverso la proiezione su QGIS delle UHI è emerso come la struttura di un centro urbano e l'attività umana influenzino fortemente la distribuzione delle temperature in centri di modeste dimensioni come quello di Pavia e dalle immagini risulta evidente la differenza di circa 1°C tra centro cittadino e aree rurali. Le OC seguono una distribuzione simile alle UHI accentuando ulteriormente le zone con maggiore attività umana. L'area ex-Necchi si trova all'intersezione tra due diverse isolinee di temperatura e la sua rigenerazione dunque, potrebbe ridistribuire e ammortizzare il fenomeno delle OC.



Per il progetto *Hub Lombardia* è stata presa in considerazione l'area compresa tra i due comuni di Vigevano e Abbiategrasso nel periodo 28.07.2012-31.12.2020. L'intento è stato quello di creare il profilo climatologico di Vigevano, con particolare attenzione agli aspetti pluviometrici e termometrici, utilizzando la stazione meteo urbana Vigevano Palazzo Comunale (FOMD). Dalle analisi statistiche svolte è stato interessante notare come tra due centri urbani relativamente vicini come Pavia e Vigevano

ci sia una notevole differenza nella distribuzione temporale dei fenomeni di pioggia (meno frequenti ma più intensi rispetto a Pavia). Con l'analisi fatta sulle Mappe di Temperatura è emerso il forte impatto mitigatore sul centro urbano di Vigevano del fiume Ticino e della vasta rete idrica estesa sul territorio e, nel caso delle OC, è notevole l'influenza dei piccoli conurbazioni sulla distribuzione spaziale delle temperature.

L'elaborato vuole mettere in evidenza come l'utilizzo di programmi software sia diventato sempre più necessario per caratterizzare il clima locale e creare degli strati informativi climatici utili per numerose applicazioni dalla pianificazione urbana alla tutela del benessere e della salute della popolazione negli spazi pubblici outdoor.

Addestramento e verifica del funzionamento di un modello per il riconoscimento dei “weather patterns” mediante il “deep learning”



Dott. Gaetano Genovese

Università degli Studi di Napoli “Parthenope”

Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Navigazione ambito Scienze del Clima

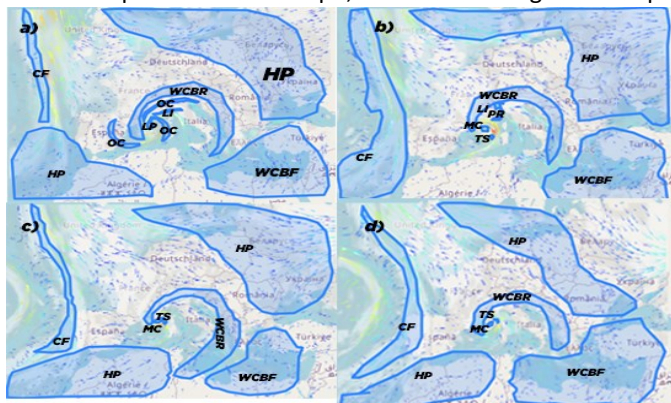
Relatore: Proff. Vincenzo Capozzi, Giorgio Budillon

Co-Relatori: Prof. Raffaele Montella

Anno Accademico 2019/2020

Abstract

Il bacino del Mediterraneo è spesso teatro di eventi meteorologici intensi. In particolare, da un’accurata indagine climatologica, è emerso che particolari configurazioni atmosferiche sono responsabili di danni diffusi alle attività antropiche e talvolta causano la perdita di vite umane. I soggetti sinottici responsabili di tali eventi sono riconducibili ai *Medicanes*, alle *Warm Core Seclusion* e agli *Atmospheric Rivers*. Pertanto, le motivazioni che hanno spinto ad intraprendere tale attività di ricerca, effettuata utilizzando i big data e gli algoritmi di intelligenza artificiale applicati ai modelli di previsioni del tempo, sono volte a migliorare la previsione degli eventi meteorologici intensi sul bacino del



Mediterraneo al fine di attuare un sistema di “early warning” in grado di supportare le operazioni di protezione civile e contenere i potenziali danni alle infrastrutture presenti sul territorio. L’applicazione delle tecniche di *machine learning* a questi particolari fenomeni atmosferici si presenta come un valido strumento nell’ambito della meteorologia operativa. L’approccio utilizzato in questo lavoro è incentrato sul riconoscimento dei modelli concettuali meteorologici utilizzando tecniche di “deep learning” applicate al bacino del Mediterraneo.

Prendendo in considerazione alcuni casi di studio scelti dopo un’accurata ricerca climatologica ed un’approfondita analisi sinottica, si è focalizzata l’attenzione sul riconoscimento dei modelli concettuali utili all’addestramento ed al rilevamento dei soggetti sinottici responsabili di suddetti eventi meteorologici intensi. Il dataset, costituito dai prodotti di previsione numerica del modello *Weather Research and Forecasting* (WRF) operativo presso il Centro per il monitoraggio e la modellistica marina ed atmosferica dell’Università degli Studi di Napoli “Parthenope” (meteo@uniparthenope), è stato etichettato manualmente sotto forma di profili di colonne d’aria attraverso un’applicazione web ad-hoc in grado di sovrapporre fonti di dati diverse. In seguito, tale dataset è stato estratto ed utilizzato nell’addestramento di un modello di rete neurale profonda.

Il modello, così come è stato addestrato, riesce a riconoscere con una buona accuratezza i *weather pattern* su scala sinottica. I risultati emersi dallo sviluppo di tale sistema, assunto che esso fosse in grado di associare a determinate condizioni atmosferiche i modelli concettuali meteorologici individuati dal meteorologo, hanno mostrato incoraggianti performance sia nella fase di previsione sia in quella di verifica. Pertanto, tali risultati costituiscono una prova di fattibilità per valutare eventuali sviluppi futuri nell’ambito del miglioramento delle previsioni atmosferiche realizzate dal modello WRF. Sebbene questo rappresenti il primo passo verso un miglioramento nella previsione di eventi meteorologici intensi e nonostante lo sviluppo del modello sia ad uno stadio preliminare (la ricerca più fine su questo argomento è fuori dallo scopo di questo lavoro), i primi esperimenti, volti al riconoscimento dei *weather pattern* tipici della scala sinottica (saccatura, promontorio, campi di alta e bassa pressione), hanno prodotto un’accuratezza di oltre il 75% sul set di dati di convalida. I risultati conseguiti, pertanto, si sono rivelati particolarmente promettenti ed incoraggianti e rappresentano uno stimolo per pianificare attività di ricerca focalizzate sull’impiego dell’intelligenza artificiale nella modellistica meteorologica.

Per ulteriori approfondimenti o copia dell’elaborato contattare ggenovese@3bmeteo.com.

QUATTRO CHIACCHIERE CON...

Intervista a Cristian Lussana

Con l'intervista di questo numero a Cristian Lussana andiamo all'estero, tra i nostri ricercatori che colgono opportunità di lavoro fuori dall'Italia. Ma lasciamo a lui la parola.

Ciao Cristian, cominciamo dalla fine. Dove lavori attualmente e di che cosa ti occupi?

Ciao! Attualmente lavoro come ricercatore presso il *Norwegian Meteorological Institute* (MET Norway), che è il servizio meteorologico nazionale del Regno di Norvegia. MET Norway, insieme ad altre istituzioni pubbliche, è anche parte del Centro nazionale per i servizi climatici. Io sono nella divisione che si occupa di fornire servizi climatici per il pubblico e ci occupiamo, fra le altre cose, di valutare le conoscenze sul clima e sui cambiamenti climatici, di fare ricerca in ambito climatologico e di assicurare accesso libero e gratuito ai dati climatici. Più

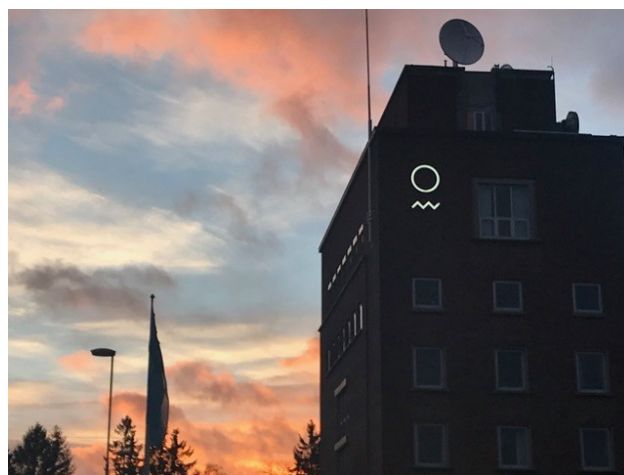


nello specifico, io mi occupo di ricostruire l'andamento nei pressi della superficie di campi di variabili meteorologiche fondamentali, quali la temperatura o la precipitazione, combinando fra loro informazioni derivate da sorgenti

differenti. Facciamo un esempio, per quanto riguarda la precipitazione, oggi abbiamo a disposizione una marea di dati dalla provenienza più disparata: pluviometri - gestiti sia da privati cittadini che da istituzioni pubbliche - modelli numerici, satelliti, radar meteorologici. Ogni singolo pezzo di informazione ci racconta una storia differente, ci espone la propria visione della realtà. Un paragone, che piacerebbe al mio guru di statistica Bayesiana, Francesco Uboldi, è quello con il film *Rashomon* di Kurosawa, dove quattro persone raccontano il medesimo episodio da quattro punti di vista diversi, mostrando quanto sia sfuggente la natura della verità. Riuscire a combinare tutte queste storie in modo da ottenere una descrizione che possa risultare utile a utenti specifici, è una delle grandi sfide dei servizi meteorologici e climatici contemporanei.

E come mai proprio la Norvegia?

Un po' per caso. MET Norway aveva pubblicato un bando per una posizione di ricercatore su tematiche nelle quali ero competente. Seguivo il lavoro del gruppo con cui avrei lavorato dato che mi era capitato di partecipare a conferenze comuni e ne avevo letto gli articoli pubblicati. Mi piaceva inoltre l'idea di lavorare in un servizio climatico e formarmi una competenza in tal senso.



Quali sono le tue esperienze precedenti?

Ho iniziato lavorando presso il *Servizio Meteorologico Regionale (SMR)* di ARPA Lombardia, proprio nel periodo in cui questo servizio stava nascendo con Mauro Valentini, che è stato anche uno dei relatori della mia tesi di laurea in Fisica. Ho lavorato inizialmente più su tematiche di ricerca e sviluppo, poi ho avuto modo di fare anche il



previsore meteo per alcuni anni. Lavorare in SMR è stata un'esperienza formativa importante, una vera e propria "palestra" dove mi sono potuto occupare direttamente di molti aspetti fondamentali per i servizi climatologici e meteorologici di oggi. Ho avuto la fortuna di imparare da persone preparate e competenti come Umberto Pellegrini, Roberto Grimaldelli e Gianpaolo Minardi

Hai lavorato in un servizio operativo in Italia e in uno estero, ci sono delle grandi differenze?

I dati di partenza, sulle quali si prendono le decisioni, sono molto simili. Ad esempio, entrambe le Nazioni supportano come stati membri ECMWF e EUMETSAT. Differenze poi ce ne sono, come è naturale che sia, data la differente organizzazione statale.

In Italia, il servizio operativo è distribuito sul territorio con un numero significativo di strutture locali, si pensi alle ARPA o alla Protezione Civile regionale, che hanno al proprio interno unità con competenze meteorologiche. Mantenere tutte queste strutture dimostra l'eccezionale attenzione alle particolarità del territorio da parte dei cittadini italiani, ma inutile nascondere che esiste il pericolo della frammentazione. Credo che gli associati AISAM conoscano bene il servizio operativo italiano, per cui forse vale la pena soffermarsi di più su quello norvegese.

Un punto di forza di MET Norway è la comunicazione del rischio alla popolazione. In particolare, la collaborazione con NRK (la "RAI" norvegese) ha portato alla creazione

della piattaforma *Yr.no*, web e mobile. Yr è anche presente su tutti i social conosciuti. Vi invito a visitare la pagina Facebook di Yr e vedere la discussione che si sviluppa nei commenti di molti post sul clima, ad esempio, per capire quanto sia impegnativo esporsi sui social, ma anche quanto sia necessario un tale servizio. Yr è una iniziativa molto conosciuta in Norvegia, credo che molto dipenda dal fatto che i dati riportati siano affidabili ma anche dallo sforzo enorme che è stato fatto per comunicare il rischio in modo utile ed efficace all'utente non specialista. Dietro ogni simbolo, ogni sua parte, c'è un grande lavoro di progettazione, operato da professionisti provenienti da settori molto differenti fra loro.

Yr distribuisce anche informazioni sul clima. Perché, non dimentichiamocelo, anche i servizi climatici forniscono informazioni che vengono applicate in ambito operativo. In questo senso, un'altra iniziativa importante è quella del servizio climatico Norvegese *klimaservicesenter.no*. Anche in questo caso, si punta decisamente sulla trasversalità



delle competenze, che devono comprendere un grande sforzo di comunicazione per rendere davvero le informazioni fruibili ai cittadini

Raccontaci qualcosa in più sulla tua formazione

Ho studiato *Fisica* all'*Università degli studi Milano*, dopo aver conseguito un diploma all'Istituto Tecnico Industriale a Bergamo. L'argomento della mia tesi di laurea era legato



alla caratterizzazione dello strato limite planetario in Pianura Padana, particolarmente rilevante per lo studio della diffusione degli inquinanti.

Il pendolarismo fra Bergamo e Milano, negli anni dell'università prima e del lavoro poi, andrebbe inserito nel mio curriculum: mi ha insegnato la pazienza. Oggi posso passare in una stazione ferroviaria il doppio del tempo necessario per un viaggio senza battere ciglio. Uno spunto di riflessione interessante è quanto poco sia cambiato il modo di spostarsi tra Brescia, Bergamo e Milano negli ultimi vent'anni.

Pensi che lavorare all'estero sia stato un arricchimento per la tua carriera? Consigli un'esperienza all'estero a chi si affaccia al mondo del lavoro o sta studiando le scienze dell'atmosfera?

In generale, io credo che tutti dovremmo "mescolarci" il più possibile, la vedo come una via per garantirci un futuro pacifico. Ogni volta che atterro all'aeroporto di Torp sono accolto dalla frase del grande antropologo Thor Heyerdahl *"Borders I have never seen one. But I have heard they exist in the minds of some people."*



Il lavoro a MET Norway mi sta dando modo di imparare molto e di svegliarmi la mattina con l'idea che il lavoro che farò quel giorno sarà utile e interessante. Ma, a onor del vero, questo mi accadeva anche in ARPA Lombardia.

Un'informazione utile per chi studia o inizia a lavorare nell'ambito della fisica dell'atmosfera è che trovare

occasioni di lavoro all'estero è possibile e nemmeno troppo difficile. AISAM stessa spesso divulga presso i soci le ricerche di personale all'estero. Altre associazioni, come la *European Geophysical Union* (EGU), propongono attraverso i propri siti numerose posizioni di lavoro. Insomma, si può fare, e in qualunque momento della propria carriera.

Se ne hai voglia, puoi raccontarci anche qualcosa di più personale sulla tua vita in Norvegia? Se hai fatto fatica ad adattarti, se l'ambiente è stimolante, se la vita lassù è piacevole...

La società norvegese è inclusiva. Una immagine su tutte: in occasione del *Gay Pride* di Oslo, sul tetto di MET Norway sventola la bandiera arcobaleno. Questo non vuol dire però che la società norvegese non sia attraversata da un vivace dibattito per esempio sulla questione dell'immigrazione, anzi... se ne parla molto ed esiste lo stesso spettro che prendano piede posizioni che possiamo trovare anche da noi.

È per me una grande lezione vivere l'esperienza di essere lo straniero. Uno straniero fortunato, intendiamoci, che ha trovato amici e che ha un lavoro che gli piace. Fra l'altro ad Oslo c'è anche una comunità italiana di *expat* che si riunisce regolarmente, dando vita ad incontri interessanti.

La natura in Norvegia è immensa, intendo proprio dal punto di vista dello spazio. Si può scendere da una fermata del metro di Oslo e camminare per giorni nel verde, o nel bianco, senza incontrare nessuno. Se capitate ad Oslo a luglio, portatevi il costume e tuffatevi in un lago dopo una bella passeggiata. Ma occhio ai *trolls*!



A cura di Isabella Riva

IN RICORDO DI FRANCO EINAUDI



Franco Einaudi, Socio Onorario di AISAM, ci ha lasciati il 10 dicembre 2020. Abitava da molti anni a Columbia, sobborgo di Baltimora, nel Maryland. La sua morte ha lasciato un vuoto nel cuore di tanti amici italiani che da colleghi o anche da giovani studenti e ricercatori hanno avuto modo di apprezzarne le straordinarie doti umane, scientifiche e organizzative. Molti di noi lo hanno conosciuto nei lunghi periodi, spesso anni sabbatici, trascorsi presso enti di ricerca in Italia, quali l'IFA-CNR (ora ISAC) a Roma, l'Osservatorio di Arcetri a Firenze, il Politecnico di Torino. Molti altri sono venuti in contatto con lui negli Stati Uniti, dove ha operato per la maggior parte del tempo, godendo della sua sapiente guida scientifica e della sua generosa ospitalità, anche presso la sua abitazione. Egli ha sempre stimolato la collaborazione tra scienziati italiani e statunitensi nel campo della meteorologia dinamica e della fisica dell'atmosfera e del clima, soprattutto negli oltre vent'anni in cui

ha assunto ruoli dirigenziali via via crescenti alla NASA.

Franco Einaudi nacque a Torino il 31 ottobre 1937 in una famiglia illustre: il padre di Franco, Renato, era nipote del secondo Presidente della Repubblica Italiana Luigi Einaudi. Renato fu un illustre fisico e matematico. Compì studi sulle equazioni differenziali alle derivate parziali, sulle onde in mezzi elastici e su problemi di stabilità in sistemi discreti e continui. È noto anche per il suo grande impegno a favore degli studenti meno abbienti che lo portò nel dopoguerra a sviluppare nuove sedi per quella che in passato era la Casa dello Studente di Torino ed è attualmente il Collegio Universitario di Torino "Renato Einaudi".

Laureatosi al Politecnico di Torino nel 1961 in Ingegneria Elettrica, Franco Einaudi si recò poco dopo negli Stati Uniti, dove conseguì il PhD in fisica alla Cornell University nel 1967. Dopo due anni trascorsi all'Università di Toronto come post-doc, lavorò per dieci anni come ricercatore al CIRES (Cooperative Institute of Research in Environmental Sciences, University of Colorado) di Boulder. Gli otto anni successivi furono da lui trascorsi come Professore di Scienze Geofisiche al Georgia Institute of Technology di Atlanta. Già in questo periodo la sua collaborazione con l'Italia si era fatta intensa e dettata dal suo desiderio di promuovere la ricerca e la didattica italiane in un settore che, a differenza di altri della fisica, non le vedeva reggere pienamente il confronto con l'estero, e non solo con gli Stati Uniti. Risalgono agli anni '70 e '80 i lunghi periodi trascorsi a Roma e a Firenze, come ricordato sopra.

Nel 1987 Franco Einaudi si trasferì nel Maryland, per condurre e dirigere ricerche atmosferiche presso il Goddard Space Flight Center della NASA, dapprima nel Severe Storm Branch e poi nel Laboratory for Atmospheres, di cui fu direttore dal 1990 al 2000 e in cui apportò le sue profonde conoscenze scientifiche che consentirono di rendere questo istituto uno dei più prestigiosi centri scientifici della ricerca, applicata non solo all'attività spaziale di osservazioni della Terra e delle atmosfere planetarie ma anche alle discipline di base: meteorologia, fisica dell'atmosfera e climatologia.

Dal 2000 al 2010, anno in cui andò in pensione, Franco Einaudi fu chiamato a dirigere la Earth Sciences Division della NASA, che si occupa di tutta l'attività di ricerca della NASA, teorica e sperimentale, nel settore delle osservazioni della Terra dallo spazio.

Negli anni successivi egli continuò la sua attività divulgativa e promozionale delle scienze atmosferiche e del clima nelle scuole superiori e nei college, soprattutto quelli frequentati da studenti appartenenti alle minoranze razziali, evidentemente seguendo in questo l'esempio del padre per un'azione di promozione culturale e sociale delle classi meno fortunate. Per questa sua nobile attività egli ricevette il premio "Charles E. Anderson Award", conferitogli dall'American Meteorological Society (AMS). Ricordiamo anche che Franco Einaudi servì come Presidente dell'AMS nel 2006-2007, e che venne a raccontare di questa sua esperienza alla prima edizione del Festival della Meteorologia di Rovereto, nel 2015, fornendo utili indicazioni nella fase di costituzione di AISAM.

Per quanto riguarda i principali contributi scientifici di Franco Einaudi, sono notissimi nella comunità scientifica i suoi lavori nel campo della meteorologia dinamica a mesoscala, riguardanti soprattutto le onde di gravità, di cui ha studiato le interazioni con diversi fenomeni: la turbolenza, la convezione e i cambiamenti di stato in un'atmosfera umida. I suoi articoli in collaborazione con D. P. Lalas sono ancora oggi un punto di riferimento per gli studi sulla generazione delle onde di gravità per effetto dell'instabilità da shear. Molti di questi e altri studi furono condotti da Einaudi in collaborazione con ricercatori italiani.

Ricordiamo di Franco Einaudi, oltre alla sua preziosa eredità scientifica di cui hanno beneficiato anche molti studiosi italiani, il grande rigore intellettuale che ha saputo coniugare con doti non comuni di entusiasmo per la ricerca e generosità verso studenti e collaboratori.

Molti ricordano anche la passione di Franco per il calcio: era tifoso del Torino ma era interessato soprattutto a quello giocato, nel contesto americano dove questo sport faticava ad emergere. Egli ha allenato con assiduità squadre di ragazzi, a cui hanno anche partecipato i suoi due figli.

(Andrea Buzzi e Renzo Richiardone per AISAM)

I NOSTRI SOCI COLLETTIVI

ASSOCIAZIONI



Estremi Meteo4



IMPRESE



Euroelettronica ICAS



ENTI PUBBLICI



ARPA-Piemonte, Dipartimento
Rischi Naturali e Ambientali



A LORO LA PAROLA...

Meteonetwk a sostegno dei suoi partners

MeteoNetwork ha sempre ritenuto le relazioni con enti, istituzioni e soggetti privati o del terzo settore un elemento cardine per la corretta divulgazione delle scienze meteorologiche. Pensiamo tuttavia che il nostro impegno debba andare oltre, e quindi abbiamo iniziato a sostenere attivamente alcune realtà, attraverso la donazione di strumenti finalizzati ad arricchire il loro operato.



La stazione Davis Vantage VUE donata all'ATA dei Castelli Romani

Forti dell'esperienza sarda del 2020, quest'anno abbiamo deciso di dare man forte alle associazioni **MeteoInMolise**, **MeteoGargano**, **Meteo Valle d'Itria** e **Meteo Lazio**, nostri amici che si prodigano con sforzi importanti nei rispettivi territori. Grazie alle risorse raccolte attraverso le numerose donazioni derivate dal 5x1000, abbiamo potuto donare loro una stazione meteorologica Davis Vantage VUE ed il Weather Link live, strumenti, questi, che andranno a intensificare il monitoraggio meteorologico offerto dalla rete di stazioni già collegate a Meteonetwork ([k.it/rete/livemap/">https://www.meteonetwk.it/rete/livemap/](https://www.meteonetw<span style=)).

Un'ulteriore stazione Vantage Vue è stata inoltre regalata all'**ATA** - Associazione Tuscolana di Astronomia "Livio Gratton", delegazione territoriale dell'Unione Astrofili Italiani per i Castelli Romani e la Provincia di Roma Sud, impegnata nel campo dell'astrofilia e della diffusione e promozione della cultura scientifica. I dati di questa stazione, pure inseriti nella rete Meteonetwork, sono disponibili anche sul sito ATA www.ataonweb.it, che invitiamo a visitare in un ideale abbraccio con i nostri colleghi che, come noi, hanno fatto dell'osservazione del cielo la propria passione.

MyMeteonetwk

Meteonetwk è infine pronta all'oramai prossimo rilascio della nuova veste grafica della propria piattaforma **MyMeteonetwk**, che, oltre ai dati delle stazioni della rete, permetterà anche la visualizzazione dei dati di scarica elettrica sullo scenario europeo, grazie all'accordo siglato con il provider americano **Earth Networks**. *Un importante riconoscimento internazionale per la nostra associazione, di cui andiamo particolarmente fieri!*



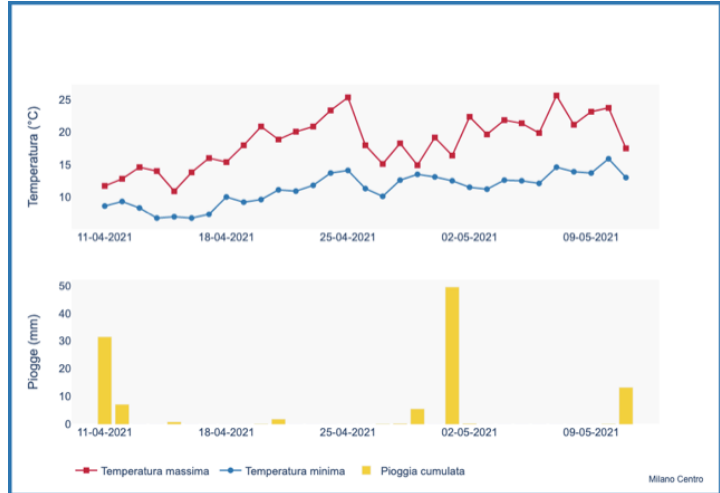
La visualizzazione delle fulminazioni sul sito di MNW, ancora in fase sperimentale, ma di prossima uscita



Novità per la rete Climate Network di Fondazione OMD

È ora possibile consultare sul sito di Fondazione OMD i dati rilevati di temperatura minima e massima e precipitazioni degli ultimi 31 giorni di alcune delle stazioni meteo della rete *Climate Network* (<https://www.fondazioneomd.it/climate-network>), di proprietà di Fondazione OMD, insieme alle relative tabelle climatiche elaborate nell'ambito del Progetto *ClimaMi* (<https://www.progettoclimami.it/>), che riportano i valori medi ed estremi del decennio passato.

Il confronto tra i dati meteorologici del periodo in corso e i dati climatici, mensili o stagionali, permette di evidenziare le eventuali discrepanze tra il tempo verificatosi negli ultimi 31 giorni e il clima del periodo.



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura massima assoluta (°C)	17.3	16.9	25.8	28.8	32.9	35.8	37.2	38.2	32.7	28.6	21.8	20.2
Temperatura minima assoluta (°C)	-2.1	-3.6	-2.7	5.8	7.1	13.2	16.0	16.2	11.2	6.4	0.7	-2.0
Precipitazioni cumulate media (mm)	59.9	75.8	72.8	89.7	140.9	101.9	112.3	84.6	54.4	79.0	119.7	25.9
	Inverno			Primavera		Estate		Autunno		ANNO		
Temperatura massima assoluta (°C)	20.2			32.9		38.2		32.7		38.2		
Temperatura minima assoluta (°C)	-3.6			-2.7		13.2		0.7		-3.6		
Precipitazioni cumulate media (mm)	161.6			303.4		298.8		253.1		1016.9		

Tabelle climatiche elaborate nel Progetto ClimaMi a partire dagli estremi di temperatura e dai totali di precipitazione, calcolate sul periodo 2013-2018.

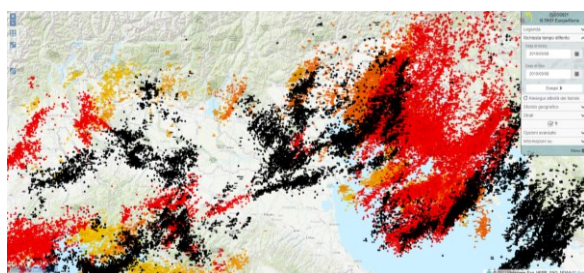
L'elenco, in costante aggiornamento, delle stazioni i cui dati sono già disponibili è qui consultabile: <https://www.fondazioneomd.it/ospitanti-dati-rete>

Il network europeo di monitoraggio dei fulmini di MÉTÉORAGE acquisisce CESI-SIRF e stringe una partnership con RADARMETEO

Dopo alcuni mesi di necessaria riservatezza, forniamo in anteprima alla Newsletter AISAM la notizia di un nuovo assetto nello scenario nazionale ed europeo di monitoraggio dei fulmini.

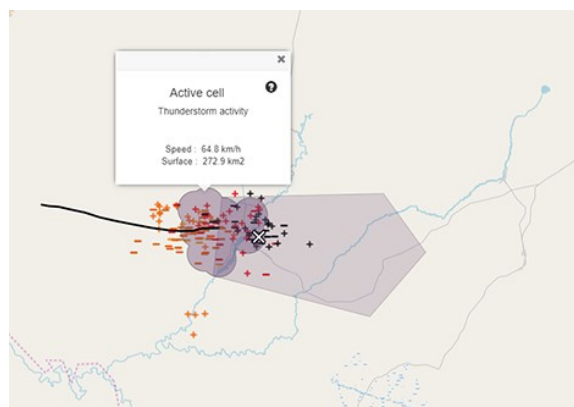
Il *CESI* (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano), titolare di una rete storica di monitoraggio dei fulmini in Italia, ha ceduto integralmente questo asset a *Météorage*, la società francese partecipata da *Météo-France* (il Servizio meteorologico nazionale francese) e *Vaisala* (storico produttore finlandese di strumentazione meteorologica e ambientale) la quale, per proprio conto, negli ultimi due anni ha installato in Italia una nuova rete fulmini.

La nuova rete è caratterizzata da migliori prestazioni, sia in termini di efficienza di rilevamento che di precisione, raggiungendo un'accuratezza di localizzazione di 100 m, che migliora di due volte gli standard precedenti. La rete già *CESI*, da parte sua, porta con sé una ineguagliabile dote di dati storici (dal 1994). L'integrazione fra questi due sistemi e la loro unificazione in un servizio coordinato e ricco di funzionalità, è senz'altro un patrimonio e un supporto importante per tutta la meteorologia italiana.



Esempio di visualizzazione dei dati storici (8 settembre 2019).

La rete di monitoraggio è supportata da un insieme di servizi che consentono la visualizzazione dei fulmini in tempo reale, la consultazione dei dati storici e la definizione di allerte su aree o punti specifici secondo la normativa IEC 62793 relativa ai sistemi di allerta dei temporali. Oltre alla visualizzazione dei dati di fulmini è possibile consultare i dati di tracciamento e di previsione



Esempio di visualizzazione dei dati di tracciamento (linea nera), localizzazione (aree circolari viola) e previsione di spostamento (pentagono)

di *nowcasting* delle celle temporalesche che ricoprono un ruolo fondamentale per l'individuazione di aree potenzialmente interessate da fenomeni temporaleschi nell'ora successiva.

Météorage ha inoltre definito con *Radarmeteo* una partnership commerciale per il mercato italiano al fine di creare una sinergia utile alla diffusione dei servizi di rilevamento fulmini grazie anche alla loro integrazione nelle piattaforme e applicazioni di monitoraggio meteorologico.

Per ulteriori informazioni:

<https://www.radarmeteo.com/soluzioni-meteo-b2b/monitoraggio-fulmini-e-temporali/>



Autore: *Andrea Chini*
(*Radarmeteo*)

Chi è ARPAE-SIMC



ARPAE è un'istituzione pubblica che fornisce supporto tecnico agli Enti regionali, distrettuali e locali sulla politica ambientale, con le funzioni, attività e compiti di monitoraggio e modellazione delle varie componenti ambientali quali la gestione e sorveglianza degli impatti ambientali e territoriali delle attività

umane, le attività rilevanti per l'ambiente, la creazione e gestione del sistema informativo ambientale, la redazione di piani di miglioramento della qualità del suolo, dell'acqua e dell'aria, la ricerca rilevante per lo sviluppo di questioni di protezione ambientale nei cicli di produzione.



All'interno dell'ARPAE opera *Struttura Idro-Meteo-Clima* di ARPAE (ARPAE-SIMC), con uno staff di circa 90 persone a Bologna e Parma, che svolge attività operative e di ricerca in meteorologia, climatologia,

idrologia, agrometeorologia, meteorologia radar, meteorologia ambientale, qualità dell'aria e rilevamento a distanza. Nel dettaglio ARPAE-SIMC opera attivamente nel settore della modellistica meteorologica numerica ad area limitata e alle varie scale temporali, la valutazione e previsione degli scenari di rischio meteo-idrologico, applicazione dei sistemi di nowcasting a brevissimo termine per eventi meteorologici estremi. ARPAE sviluppa la climatologia regionale, osservata e in termini di scenari climatici futuri, gestisce le basi di dati meteo-idrologici e sviluppa servizi meteorologici e climatici a supporto

delle politiche regionali in agricoltura e per la protezione e gestione del territorio e dell'ambiente.

ARPAE-SIMC opera anche all'attuazione di moltissimi progetti, nazionali ed europei, inerenti la meteorologia, la climatologia, agrometeorologia, idrologia, meteorologia marino-costiera e qualità dell'aria



Oltre il Riscaldamento Globale

“L’Emergenza Climatica, così come la Natura, non è cosa esterna a noi, ma fa parte di noi ... per cui non è possibile raccontarla senza far ricorso alle emozioni ... e solo l’arte può riuscire a coinvolgere le sfere emotive e a toccare determinate corde.” Carlo Cacciamani.



OLTRE IL RISCALDAMENTO GLOBALE

La giostra delle azioni ed emozioni

I cambiamenti climatici sono una realtà e potranno determinare impatti sugli ecosistemi, sul rischio idrogeologico, sulla biodiversità, sulle attività produttive e soprattutto sulla vita e la salute delle persone. È quindi importante che si mettano in campo da subito le necessarie azioni di adattamento, per ridurre i possibili danni ed è prioritario far penetrare nelle persone, soprattutto nei giovani, la gravità di tale problema.

Il linguaggio utilizzato finora dalla Scienza è forse troppo tecnico e non facilmente fruibile per cui al CETEMPS e ARPAE-SIMC, si è pensato di dare vita ad un format diverso, perché l’umanità non si trova solo di fronte ad un grande tema scientifico da affrontare, ma a qualcosa che va molto “oltre” e che potrà segnare la vita delle prossime generazioni.

Da queste considerazioni è partita l’idea di mettere assieme Arte e Scienza, di fonderle in un connubio armonico tra il pensiero scientifico e razionale ed il contributo artistico, il cui scopo è quello di suscitare, nell’uditore, sensazioni forti legate alla narrazione, interpretando Scienza ed Arte come due facce complementari di una stessa medaglia: la Cultura. Un *racconto unico* funzionale ad una rilettura del sistema uomo-natura nel dualismo arte-scienza, con lo scopo di spiegare perché questi cambiamenti stanno avvenendo, quali sono le evidenze e come possiamo agire per evitare che questo processo continui.

Artisti e scienziati nello stesso contesto hanno cercato di esprimere, attraverso incontri *on-line* dal sapore didattico-artistico, concetti e sensazioni su tematiche ambientali in totale sinergia. Questa idea ha portato alla realizzazione di un progetto indirizzato alle scuole secondarie di primo e secondo ordine dal Titolo *‘Oltre il Riscaldamento Globale - La giostra delle azioni ed emozioni’* in cui i giovani potevano essere non solo spettatori ma anche attori, proprio per andare *“oltre”*.

È iniziato così, per caso, una sorta di viaggio che ha portato a lavorare insieme tante meravigliose persone diverse, mondi diversi con un obiettivo comune: sensibilizzare i giovani, i nostri ragazzi su un argomento di cui, purtroppo, non prendono ancora consapevolezza.

Per questo progetto pilota gli appuntamenti con gli studenti sono stati tre, e si sono tenuti nei mesi di marzo e aprile. Il primo webinar si è focalizzato sulle tematiche dei *‘Cambiamenti Climatici’*: ha visto l’alternarsi di interventi scientifici, tenuti in diretta da scienziati afferenti al CETEMPS, ARPAE-SIMC, ISAC-CNR, IMAA-CNR e DSFC-UNIVAQ, alternati alla parte artistica, costruita ad-hoc per il progetto, intervenuta sotto forma di video trasmessi grazie al supporto tecnico del Settore e-learning dell’Università degli Studi dell’Aquila. Tutto è avvenuto sotto la sapiente conduzione di un professionista che ha legato gli interventi artistici e scientifici in un racconto unico, funzionale ad una rilettura del sistema uomo-natura-arte-scienza, con lo scopo di spiegare perché

questi cambiamenti stanno avvenendo, quali sono le evidenze e come possiamo agire per evitare che questo processo continui, cercando di arrivare alla sensibilità dei giovani e sottolineando l'importanza e il peso delle azioni del singolo rispetto alla comunità e quanto sia necessario fare squadra per trovare le giuste soluzioni. Questo webinar è stato seguito da circa 500 studenti in presenza sulla piattaforma Webex UNIVAQ e 1200 sono stati i contatti sul canale YouTube.

Il tema principale del secondo incontro è stato *'Comunicare i Cambiamenti Climatici'*. I ragazzi sono stati guidati in un percorso di conoscenza di un nuovo modo di esprimere le tematiche trattate utilizzando diversi tipi di Arte, tra musica, fumetto e teatro. I primi due incontri sono stati funzionali alla realizzazione di un Contest dal titolo *'Quanta Greta c'è in te?'* in cui i ragazzi sono stati invitati a realizzare un prodotto multimediale, utilizzando liberamente a scelta i supporti tecnologici che ritenevano più opportuni, utile alla realizzazione del terzo incontro in cui sono stati loro i protagonisti. I ragazzi hanno così avuto modo di assimilare i concetti trattati e di rielaborarli. Sono stati creati dei piccoli capolavori: il materiale prodotto è stato di grande qualità e può sicuramente essere utile anche ai fini di ad una campagna di informazione e sensibilizzazione sul tema dei Cambiamenti Climatici.

Da questa esperienza si evince che c'è tanta Greta in questi ragazzi, è una generazione consapevole e attenta,



perciò non possiamo che guardare al futuro con ottimismo.

Referenti del progetto **Barbara Tomassetti (CETEMPS)** e **Carlo Cacciamani (ARPAE-SIMC)**.



Autore: Barbara Tomassetti

Un nuovo studio per WRF



È stato pubblicato sul *Bulletin of Atmospheric Science and Technology* (rivista ufficiale di AISAM) un [articolo](#) che vede tra gli autori i ricercatori dell'ambito di Meteorologia e Clima della Fondazione CIMA e dedicato alla valutazione delle capacità predittive del modello WRF.

Il lavoro si concentra sul territorio italiano nel 2018, confrontando le previsioni effettuate dal modello con i dati osservati raccolti dalla rete di monitoraggio nazionale. Come confronto sulle capacità predittive, i risultati di WRF sono stati paragonati a quelli del modello COSMO, impiegato da ARPAE Emilia-Romagna, usando un approccio *fuzzy logic* necessario a evitare che i piccoli errori di corrispondenza spaziale tra osservazione e previsione compromettano il risultato (un problema ben conosciuto nella modellistica numerica e noto come *double penalty*).

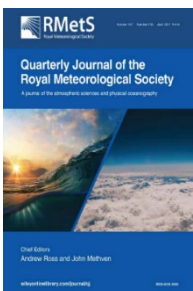
I risultati del lavoro mostrano come le capacità predittive di WRF siano alte durante l'intero anno considerato, seppure con una *defaillance* estiva, che gli autori attribuiscono presumibilmente a errori di localizzazione. Rispetto al modello COSMO, gli autori osservano che WRF tende a produrre più facilmente falsi allarmi, ma allo stesso tempo perde meno eventi; inoltre, COSMO tende a sottovalutare le fulminazioni, un errore da ricercare nei codici del modello o nei suoi schemi fisici.

Ora, la ricerca proseguirà dedicandosi agli effetti dell'assimilazione delle osservazioni di riflettività radar nel modello WRF, per capire come influenzino le sue abilità predittive.

Referenza:

The predictive capacity of the high resolution weather research and forecasting model: a year-long verification over Italy, L. Apicella, S. Puca & A. Parodi; *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*. 2021. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42865-021-00032-x>

La sensibilità di WRF nell'Africa sub-sahariana



Un altro [articolo](#) firmato dai ricercatori della Fondazione CIMA in collaborazione con il Politecnico di Milano, il Kenyan Meteorological Department e il South African Weather Service, sul *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, propone uno studio sulla sensibilità del modello meteorologico WRF nel simulare tre eventi di precipitazioni intense nell'Africa sub-sahariana, una regione dove sono stati condotti ancora pochi studi in questo campo. Il lavoro è stato condotto nell'ambito del [progetto TWIGA](#), guidato dalla Delft University of Technology.

In particolare, i ricercatori volevano capire quali schemi microfisici e di planet boundary layer (PBL, lo strato di limite planetario, ossia la porzione di atmosfera a contatto con il suolo) consentisse al modello di ottenere i risultati migliori. Per farlo, si sono concentrati su un evento nell'Africa Orientale e due in Africa Meridionale, scelti perché si tratta di eventi che hanno interessato le aree coinvolte nel progetto TWIGA producendo danni gravi.

Lo studio ha permesso d'identificare gli schemi preferibili per le previsioni; gli schemi PBL, soprattutto, sembrano avere un ruolo importante per individuare in modo corretto l'area colpita dalle precipitazioni, coerentemente con quanto osservato in studi precedenti, e risulta preferibile la scelta di uno schema PBL non-locale.

Referenza:

Sensitivity of some African heavy rainfall events to microphysics and planetary boundary layer schemes: Impacts on localised storms. Agostino N. Meroni, Kizito A. Oundo, Richard Muita, Mary-Jane Bopape, Thizwilondi R. Maisha, Martina Lagasio, Antonio Parodi, Giovanna Venuti; *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2021. <https://doi.org/10.1002/qj.4033>

Una metodologia per la simulazione dei livelli di falda mediante global atmospheric datasets (ERA5)

Al fine di prevenire crisi dovute alla scarsità di apporti o all'incremento della domanda, la valutazione della disponibilità di risorsa idrica nell'arco dei mesi successivi riveste un'evidente importanza per il gestore del servizio idrico. Nel caso in cui le risorse idriche sotterranee svolgano un ruolo importante nella redazione del bilancio

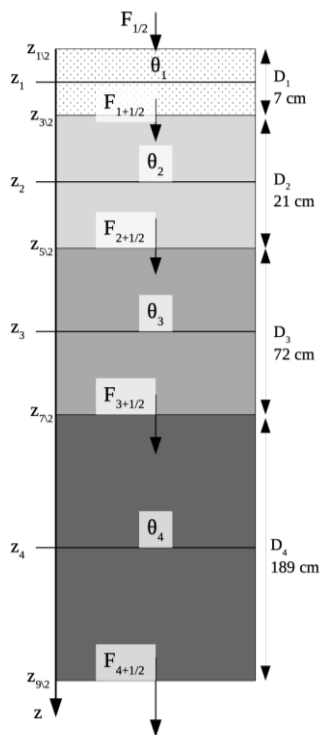


Figura 1. Griglia di discretizzazione lungo la verticale dei valori del contenuto d'acqua nel suolo, θ_i , forniti da ERA5 con indicazione dei flussi, F_i , fra gli strati, D_i , (da Bongioannini Cerlini et al., 2021).

idrico, la stima dei volumi disponibili può risultare molto ardua in mancanza di adeguati e affidabili modelli previsionali, in particolare in uno scenario fortemente condizionato dai cambiamenti climatici. Con riferimento ad un assegnato bacino idrografico, infatti, è necessario disporre di un modello di circolazione generale, per la stima della precipitazione, e di un modello afflussi-deflussi, per la stima della ricarica della falda. La conoscenza di quest'ultima grandezza, inoltre, può essere pienamente valorizzata quando si disponga di un affidabile modello della circolazione sotterranea. Qualora i corpi idrici sotterranei ricadano in aree di competenza di più gestori, l'analisi si complica ulteriormente.

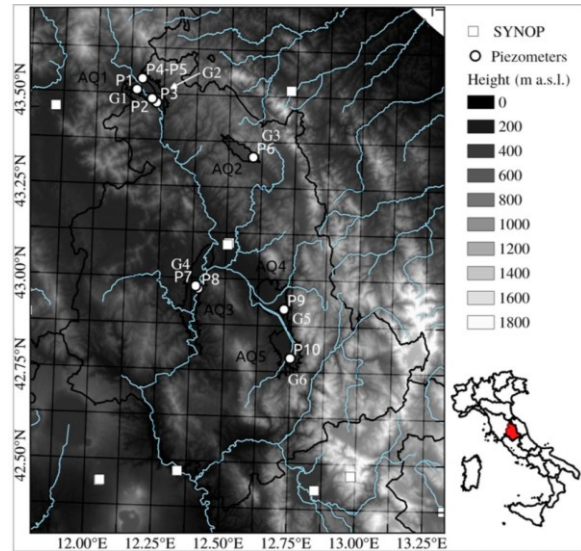


Figura 2. Posizione dei piezometri (cerchietti) – gestiti da Arpa Umbria - e dei punti griglia di ERA5 (quadrantini) utilizzati (da Bongioannini Cerlini et al., 2021).

Una possibile alternativa alla messa a punto di specifici modelli è rappresentata dall'impiego delle rianalisi di ERA5 (Copernicus Climate Change Service (C3S), 2017), eseguite dallo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF*.

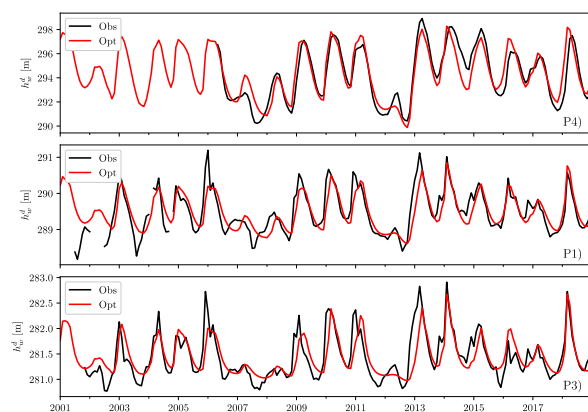


Figura 3. Simulazione del livello di falda nei piezometri P1, P3 e P4 di Fig. 2 a scala mensile (da Bongioannini Cerlini, et al. 2021).

Di recente, presso il *Centro di Ricerca sul Clima e i Cambiamenti Climatici (CRC)* dell'*Università degli Studi di Perugia*, è in corso una ricerca nell'ambito della quale è proposto l'impiego delle serie storiche del contenuto

d'acqua nel suolo, θ_i , fornite da ERA5 (Figura 1) per la simulazione dei livelli di falde freatiche.

La metodologia prevede l'impiego del valore θ_4 alla profondità di 2.89 m, e della curva di ritenzione idrica del mezzo poroso, per valutare il flusso, $F_{4+1/2}$, che alimenta la sottostante falda freatica.

La serie storica di $F_{4+1/2}$ così ottenuta è stata quindi confrontata con l'andamento nel tempo del livello di falda misurato da ARPA Umbria in alcuni piezometri (Figura 2). A scala sia giornaliera sia mensile è stata riscontrata l'esistenza di una forte correlazione fra $F_{4+1/2}$ e il livello di falda, h_w^d . Ciò ha consentito di individuare delle relazioni che consentono di simulare con notevole affidabilità l'andamento nel tempo di h_w^d . (Figura 3).

Riferimenti Bibliografici

Copernicus Climate Change Service (C3S) (2017): ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS) (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>).

Bongioannini Cerlini, P., Silvestri, L., Meniconi, S., and Brunone, B. (2021). Simulation of the water table elevation in shallow unconfined aquifers by means of the ERA5 soil moisture dataset. The Umbria region case study. Earth Interactions, AMS/AGU/AAG, 25(1), 15-32 (doi: 10.1175/EI-D-20-0011.1).

Autori:



Paolina Bongioannini Cerlini



Lorenzo Silvestri



Bruno Brunone



Silvia Meniconi



ISAC-CNR

Seminari ISAC



ISAC organizza un ciclo di seminari scientifici che abbracciano un ampio spettro di tematiche fra cui la meteorologia, il clima, le scienze ambientali, l'inquinamento dell'aria. I seminari hanno, generalmente, una cadenza bisettimanale e sono tenuti in modalità virtuale sia da ricercatori ISAC che da ospiti esterni. La diretta streaming è accessibile a tutti gli interessati dalla pagina https://www.isac.cnr.it/index.php/en/events?field_event_type_target_id=725. Alla stessa

pagina è possibile accedere alle registrazioni (ove disponibili) ed alle slide dei seminari già svolti.

Richieste di informazioni e candidature per svolgere i seminari possono essere inoltrate a Paolo Cristofanelli (p.cristofanelli@isac.cnr.it).

Notte Europea dei Ricercatori



**NOTTE EUROPEA
DEI RICERCATORI
IN ITALIA**

Sono stati comunicati i progetti finanziati per il 2021 per la Notte Europea dei Ricercatori.

Sono stati finanziati tutti i Progetti proposti per il 2021, che hanno visto per le edizioni precedenti la partecipazione a vario titolo di ISAC:

SOCIETY Rinascimento (Bologna)

SUPERSCIENCEME (Lamezia Terme)

ERN Apulia (Lecce)

NET(Roma)

Sharper (Cagliari e Torino)

Seguite gli aggiornamenti sui siti dei progetti per avere informazioni sui pre-eventi.

Non prendete appuntamenti quindi per venerdì **24 Settembre 2021!**

https://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/actions/european-researchers-night_en

Picnic Scientifico



Anche quest'anno il CNR è stato invitato dall'*Istituto Italiano di Cultura di Varsavia* a partecipare al più grande evento europeo di promozione della scienza: il *Picnic Scientifico*. L'evento organizzato dalla Radio polacca e dal Centro Scientifico "Copernico" si è svolto dall'8 al 15 Maggio solo in modalità online. Il tema scelto per la 24° edizione è *IL CLIMA E NOI*. I ricercatori del CNR-ISAC di Bologna hanno ideato e realizzato alcune clip

con esperimenti utili a far comprendere, ad un pubblico di tutte le età, i fenomeni fondamentali della Meteorologia e del Clima: come si formano le nuvole e le precipitazioni, come realizzare una nuvola in bottiglia, come misurare la CO₂ e simulare l'effetto serra.

Di seguito i video degli esperimenti realizzati:

[Nuvole e convezione](#) (Silvio Davolio)

[Nuvole e fronti](#) (Angela Marinoni)

[Creare una nuvola in bottiglia](#) (Marco Paglione)

[Misurare la CO₂](#) (Angela Marinoni)

[L'Effetto serra](#) (Marco Paglione)



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.

L'uscita della prossima Newsletter è prevista per settembre 2021.

