



Think before you print

Numero 8 Anno 2021



Associazione Italiana di Scienze
dell'Atmosfera e Meteorologia

Newsletter

SOMMARIO

EDITORIALE	2
FLASH NEWS	5
IN LIBRERIA	7
IN PRIMO PIANO	9
ARTICOLO	19
NON SOLO ATMOSFERA	22
APPROFONDIMENTO	25
BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY	32
LA PROCLAMO DOTTORE...	33
I NOSTRI SOCI COLLETTIVI	39

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

- 15-19 febbraio 2022 – **4° Congresso Nazionale AISAM** – Milano
 - 23 marzo 2022 – **Giornata Mondiale della Meteorologia** – Università di Roma La Sapienza
-

NUOVI SOCI

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

Elisa ADIROSI, Stefania ARGENTINI, Francesca BASSANI, Elia BENZONI, Giacomo BERTOLDI, Riccardo BONANNO, Paolina BONGIOANNINI CERLINI, Alessandro BRACCI, Bruno BRUNONE, Francesco CARBONE, Federico CASSOLA, William COSSICH, Alice CRESPI, Eleonora CUSINATO, Roberta D'AGOSTINO, Carmela DE VIVO, Tullio DEGIACOMI, Dario DI SANTO, Giorgio DOGLIONI, Paola FAGGIAN, Luca FAMOOS, Stefano FEDERICO, Olivia FERUGLIA, Angelo FINCO, Noemi FRANCO, Davide FUGAZZA, Christian GENCARELLI, Stefania GILARDONI, Valentina GREGORI, Maurizio IANNUCILLI, Antonio IENGO, Matteo LACAVALLA, Tony Cristian LANDI, Chiara MARSIGLI, Alessandra MASCITELLI, Paola MAZZOGLIO, Silvia MENICONI, Agostino MERONI, Mario MONTOPOLI, Antonio PARODI, Matteo PESCE, Igor PETENKO, Marco PETRACCA, Nicola PIEROTTI, Alessio RAIMONDI, Edoardo RAPARELLI, Giovanni RAVAZZANI, Paula Lorenzo SANCHEZ, Miriam SARACENI, Lorenzo SILVESTRI, Francesco SIONI, Enrico SOLAZZO, Simone SPERATI, Michele STORTINI, Marco TIZZI, Adrian TOMPKINS, Michele TORRESANI, Laura TRENTINI, Francesca VITERBO

Ad oggi l'Associazione conta **4** soci onorari, **329** 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,

è ancora viva l'eco della 7° edizione del *Festivalmeteorologia* che si è recentemente tenuta, in presenza, a Rovereto. Finalmente dopo oltre un anno di eventi svolti necessariamente solo in remoto, siamo tornati ad incontrarci!



Il logo della 7.a edizione del Festivalmeteorologia.

Il festival ha offerto nelle giornate di giovedì 18, venerdì 19 e sabato 20 novembre il consueto mix di conferenze, approfondimenti e dibattiti dedicati alla meteorologia nelle sue varie declinazioni, con particolare riferimento al legame tra scienza e arte.



La serata dedicata a Dante e la Meteorologia: seduti la prof. ssa Lucia Rodler e il Ten. Col. Alessandro Fucello.

Un'anteprima si è avuta nella serata di giovedì presso il Teatro Zandonai, con un omaggio a Dante in occasione del 7° centenario dalla scomparsa del Poeta. Un viaggio tra bufere, nebbie, tempeste, nevicate e altri fenomeni meteorologici, magistralmente narrati nella Divina Commedia, ripresi e riproposti dalla prof. ssa Lucia Rodler e dal ten. col. Alessandro Fucello.

L'inaugurazione venerdì al Palazzetto dello sport alla presenza delle autorità. A seguire gli interventi di relatori dai più diversi ambiti, scientifici e artistici, seguiti dalla tavola rotonda su ItaliaMeteo, la nuova Agenzia nazionale per la meteorologia e la



L'area espositiva.

climatologia, un momento importante del Festival alla presenza del direttore dell'Agenzia, Carlo Cacciamani.



La Tavola Rotonda sull'Agenzia ItaliaMeteo.

La mattinata di sabato 20 novembre ha ospitato, come ormai consuetudine, una sessione interamente dedicata ai temi dell'agricoltura e alle sfide tecnologiche 4.0 per la meteorologia in questo ambito. Nel pomeriggio una sessione dai temi molto vari: dalle grandinate estreme, alle spedizioni



Lo stand di Eurelettronica – VAISALA.



I vincitori del Premio Sergio Borghi promosso dalla *Fondazione Osservatorio Meteorologico Duomo Milano*.

artiche, all'inquinamento da traffico sull'asse del Brennero, all'agrometeorologia. Infine, il legame tra musica e meteo è stato esplorato dal Coro Torre Franca attraverso una serie di canti ispirati dal vento, dalla pioggia, dalla rugiada, dal sole.



Attività didattiche per bambini a cura della *Fondazione Museo Civico di Rovereto*.

Nel pomeriggio si è svolta anche la premiazione della quinta edizione del Premio Borghi per le categorie Università e Concorso video "Fuori Tempo: diversi modi di guardare la meteorologia".



Concerto del Coro Torre Franca.

Accanto all'area conferenze, uno spazio espositivo polivalente ha ospitato gli stand di imprese, istituzioni e associazioni.

Numerose anche le proposte per le scuole promosse dalla *Fondazione Museo Civico di Rovereto* sia nelle sedi del Museo che al Palazzetto: conferenze, attività didattiche, spettacoli e laboratori. Infine, sabato pomeriggio attività didattiche ed esperimenti per tutti a rotazione continua nell'Area Museo all'interno del Palazzetto.

Tutte le attività sono state trasmesse in diretta



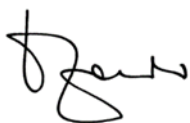
Il coordinatore del festival.

streaming sul canale YouTube del festival (https://www.youtube.com/results?search_query=festivalmeteorologia+2021) dove sono tuttora disponibili.

Questo ritorno in presenza incoraggia l'attesa dei prossimi eventi AISAM: in ordine di tempo il 4° *Congresso Nazionale* a Milano dal 15 al 19 febbraio 2022 e la *Giornata Meteorologica Mondiale* a Roma il 23 marzo, oltre ad altri di cui daremo conto a suo tempo nei prossimi numeri della Newsletter.



(Il Presidente Dino Zardi)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dino Zardi', written in a cursive style.

FLASH NEWS

CARLO CACCIAMANI NOMINATO DIRETTORE DI ItaliaMeteo



Con delibera del Consiglio dei Ministri riunitosi giovedì 16 settembre 2021, Carlo Cacciamani è stato nominato Direttore dell'Agenzia Nazionale per la Meteorologia e la Climatologia ItaliaMeteo.

Con questa nomina si avvia al completamento lo sviluppo dell'Agenzia, e si aprono nuove e interessanti prospettive per il consolidamento e la crescita della meteorologia italiana.

Dopo l'approvazione dello Statuto e del Regolamento attuativo dell'Agenzia da parte del Governo nei mesi scorsi, la nomina di Carlo Cacciamani come Direttore, segnerà finalmente l'inizio dell'attività operativa dell'Agenzia, la cui sede sarà a Bologna.

LE NUOVE GUIDE DELL'OMS SULLA QUALITÀ DELL'ARIA



World Health Organization

L'Organizzazione mondiale della sanità ha aggiornato le proprie linee guida sulla qualità dell'aria. Nel documento vengono fornite le raccomandazioni sui livelli obiettivo per sei inquinanti principali (PM_{2,5}, PM₁₀, ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio).

Le nuove linee guida individuano i nuovi livelli di qualità dell'aria che sarebbe opportuno raggiungere per proteggere la salute umana.

Nello specifico, rispetto alle linee guida 2005 le nuove raccomandazioni fissano i seguenti valori soglia:

- per il PM_{2,5} il valore annuale passa da 10 a 5 µg/m³, quello sulle 24 ore da 25 a 15 µg/m³
- per il PM₁₀ il valore annuale passa da 20 a 15 µg/m³, quello sulle 24 ore da 50 a 45 µg/m³
- per l'ozono (O₃) viene introdotto un valore per il picco stagionale pari a 60 µg/m³
- per il biossido di azoto (NO₂), il valore annuale passa da 40 a 10 µg/m³ e viene introdotto un valore sulle 24 ore pari a 25 µg/m³
- per il biossido di zolfo (SO₂), il valore sulle 24 ore è stato modificato da 20 a 40 µg/m³
- per il monossido di carbonio (CO) viene introdotto un valore sulle 24 ore pari a 4 µg/m³.

Il comunicato ufficiale dell'OMS è disponibile qui: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

Un approfondimento è disponibile sul sito del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente: <https://www.snpambiente.it/2021/09/24/qualita-dellaria-le-nuove-linee-guida-oms/>

BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY - SPECIAL ISSUE ON "OBSERVATION CHALLENGES IN MOUNTAIN METEOROLOGY"

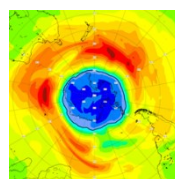


Il *Bulletin of Atmospheric Science and Technology* (BAST, rivista dell'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia) sta raccogliendo contributi per una special issue su "Observation challenges in mountain meteorology", guest editors: Joan Cuxart, Mario Marcello Miglietta, Stefano Serafin, Dino Zardi.

Le sottomissioni sono già aperte dal luglio scorso. Maggiori dettagli al seguente link:

<https://link.springer.com/collections/hghficcdgb>

IL BUCO DELL'OZONO NELL'EMISFERO AUSTRALE SUPERA LE DIMENSIONI DELL'ANTARTIDE

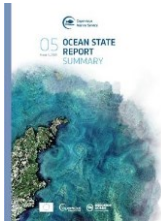


Il buco nella fascia di ozono al di sopra del Polo Sud ha raggiunto a metà settembre un'estensione superiore a quella dell'Antartide. Dopo un inizio abbastanza standard, il buco dell'ozono è cresciuto notevolmente nella seconda settimana di settembre superando del 75% le dimensioni che ha mediamente raggiunge in quella fase della stagione dal 1979 ad oggi.

Il monitoraggio operativo dello strato di ozono da parte di Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) utilizza la modellistica numerica in combinazione con le osservazioni satellitari in modo simile alle previsioni meteorologiche al fine di fornire un quadro tridimensionale completo dello stato del buco dell'ozono. Per approfondimenti:

<https://atmosphere.copernicus.eu/monitoring-ozone-healthier-world-nf>

I LIVELLI DEGLI OCEANI CONTINUANO A SALIRE: COPERNICUS MARINE SERVICE PRESENTA IL SUO NUOVO OCEAN STATE REPORT



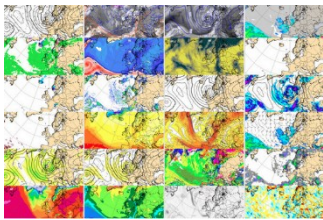
Il Copernicus Marine Service ha pubblicato a fine settembre il suo *quinto Ocean State Report*. Il rapporto rivela la rapidità con cui l'oceano sta cambiando e descrive alcune delle conseguenze, tra cui l'innalzamento del livello del mare, il riscaldamento degli oceani,

l'acidificazione degli oceani, la deossigenazione degli oceani, la perdita di ghiaccio marino e la migrazione dei pesci.

L'Ocean State Report è ora disponibile qui:

<https://marine.copernicus.eu/news/ocean-state-report-5-summary-now-available>

NUOVE MAPPE ECMWF



I prodotti grafici delle previsioni emesse dal ECMWF, già accessibili liberamente da ottobre dello scorso anno, si arricchiscono con nuove mappe. Da questo mese

infatti diventano ben 264 i prodotti disponibili, con l'inclusione di alcuni parametri di interesse come le fulminazioni e la visibilità, quest'ultima frutto dei recenti aggiornamenti modellistici dell'Integrated Forecasting System (IFS). Inoltre, tutti i prodotti vengono ora rilasciati con un frequenza maggiore, ogni 3 o 6 ore e anche i prodotti di ensemble sono stati ampliati. Infine, la nuova modalità di fruizione "ChartSet" permette all'utente di creare un sub-set personalizzato di carte per agevolare i confronti e la consultazione della previsione.

Per maggiori dettagli si veda il link:

<https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2021/ecmwfs-free-use-opencharts-catalogue-extended-and-new-feature-added>

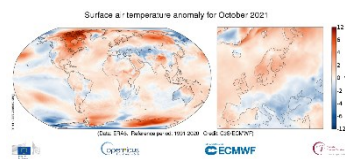
SPECIAL ISSUE SU EVENTI METEO SEVERI



hydrology

Si segnala la recente apertura di una *Special Issue* riguardante gli eventi idrometeorologici severi, sulla rivista "Hydrology", dal titolo "Hydro-Meteorological Extreme: Implications on Economy, Society, Civil Protection and Environmental Planning". Tutte le informazioni, al seguente link: https://www.mdpi.com/journal/hydrology/special_issue_s/EW

OTTOBRE 2021 TERZO OTTOBRE PIÙ CALDO A LIVELLO GLOBALE



A livello globale, le temperature del mese di ottobre sono state di 0.42°C più calde della media 1991-2020 e si

stima che il mese sia il terzo ottobre più caldo mai registrato e solo marginalmente più fresco dei due che lo precedono (2015 e 2019).

A livello medio europeo è stato leggermente più caldo della media, con condizioni più calde della media nell'Europa settentrionale e condizioni più fredde della media nell'Europa meridionale.

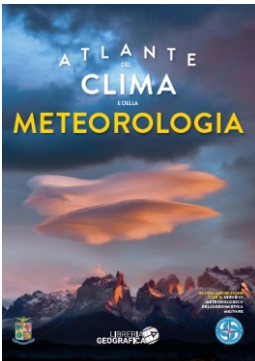
Condizioni molto più calde della media si sono verificate nel Canada settentrionale, nella Russia settentrionale e nell'Antartide orientale, mentre si sono verificate condizioni più fredde della media nell'Africa meridionale, nell'Australia meridionale e nell'Antartide occidentale.

Maggiori dettagli sono disponibili nei bollettini che il Copernicus Climate Change Service (C3S) pubblica mensilmente:

<https://climate.copernicus.eu/monthly-climate-bulletins>

IN LIBRERIA

Atlante del Clima e della Meteorologia.



AAVV **Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e Libreria Geografica**, Edizioni *Libreria Geografica*.

Oggi più che mai parliamo di meteo e clima, ma quanto conosciamo davvero la scienza e le dinamiche che regolano la nostra atmosfera?

Il termine Meteo è tra quelli più ricercati sul web, perché oggi, è fondamentale ottimizzare le nostre attività quotidiane e conoscere il tempo previsto, costituisce un fattore determinante. App e siti web sono nostri strumenti di uso comune, veloci e facilmente accessibili ma che non consentono la totale comprensione dei processi fisici, tecnologici e organizzativi che sono alla base dei contenuti rappresentati.

L'Atlante del Clima e della Meteorologia cerca di rispondere a questa esigenza, invitando il lettore a trovare risposte, chiarimenti e approfondimenti, attraverso un percorso di lettura gradevole; scientifico, ma al contempo sviluppato in chiave divulgativa.

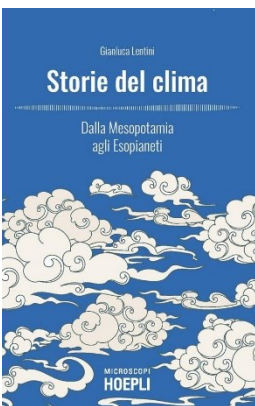
Il progetto editoriale, che nasce da una partnership tra il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e Libreria Geografica, si fa carico di una sfida avvincente: spiegare concetti, talvolta complicati, con un linguaggio comprensibile, attraverso l'utilizzo di illustrazioni grafiche particolareggiate. Si tratta dunque, di un percorso che prende il via dall'interazione del Sole con il Sistema Terra, per poi aprire le porte alla Meteorologia vera e propria e alla illustrazione dei diversi fenomeni atmosferici. Si descrive il processo costante di osservazione con i relativi strumenti, funzione essenziale per la previsione del tempo e conseguentemente, un focus sui modelli matematici, immagini da satellite e ogni altro ausilio indispensabile al meteorologo per svolgere la sua attività.

La seconda parte del volume affronta il clima e il tema, quanto mai attuale, dei cambiamenti climatici e il relativo rapporto di influenza con la vita umana.

In chiusura, la meteorologia diventa musa ispiratrice nei diversi ambiti artistici: pittura, musica, letteratura e cinema, all'interno della sezione dedicata. I fenomeni atmosferici, il cielo e le nuvole, nelle loro diverse forme, diventano soggetti di opere d'arte, rappresentando la metafora degli stati d'animo umani.

Cosa dire di più? Una lettura davvero piacevole!.

Storie del Clima – dalla Mesopotamia agli Esopianeti



di **Gianluca Lentini**, Edizioni *Hoepli - collana Microscopi*.

Il riscaldamento globale antropogenico è una delle questioni più importanti del dibattito scientifico, politico, sociale e culturale attuale e pone la climatologia in una posizione unica tra le scienze, posizione di recente consacrata dall'assegnazione dei Premi Nobel 2021 in Fisica a Manabe, Hasselmann e Parisi.

Ma come si è sviluppata nella storia la nostra conoscenza del clima? Come abbiamo capito, nel corso di cinque millenni, come funziona il clima, quali siano i suoi processi, le sue interazioni, le sue leggi? Come abbiamo determinato l'esistenza del riscaldamento globale e l'attribuzione di quest'ultimo alle attività umane? Se il clima ha accompagnato lo sviluppo della civiltà umana come uno dei fattori determinanti, ora è l'umanità a determinare il clima, in una delle più inattese rivoluzioni copernicane del pensiero scientifico.

Per la collana di approfondimenti scientifici 'Microscopi' di Hoepli Editore, il libro di Lentini ha l'obiettivo di ripercorrere la storia complessa della climatologia, raccontando di una scienza della natura antica quanto la civiltà umana e della sua intricata relazione con la meteorologia e con le altre scienze.

Il libro parte dalla Mesopotamia, ripercorre il pensiero greco, quello arabo, quello cinese, affronta l'evoluzione storica della dinamica e della termodinamica atmosferiche per la comprensione dei concetti di bilancio radiativo terrestre e di effetto serra, per arrivare alle ultime ricerche sul clima degli esopianeti, pianeti che orbitano stelle diverse dal Sole, in una storia che copre l'Occidente e l'Oriente, il Vecchio e i Nuovi Mondi.

Conoscere la climatologia e la sua storia è una delle chiavi per rispondere al negazionismo e alla minimizzazione climatica, ancora presente in Italia anche talvolta in ambito scientifico, e assolvere al compito storico oggi sempre più pressante di proteggere il clima del nostro pianeta.

Per reperire il libro: <https://www.hoepli.it/libro/storie-del-clima/9788836006892.html>

Occhi aperti sul pianeta Terra!.



di **Alessio Schreiner** e **Donald Soffritti**, Edizioni CNR.

Che significa osservazione della Terra? E come migliora le previsioni meteo, nonché molti altri aspetti della nostra vita quotidiana? Ce lo spiega GNOM1, il piccolo satellite creato da Alessio Schreiner (Un posto al sole, Lanciostory) e Donald Soffritti (Topolino), nella storia a fumetti "Occhi aperti sul pianeta Terra!" per la collana Comics & Science del Cnr Edizioni. Comics & Science, nata da un'idea di Roberto Natalini (Direttore CNR-IAC) e Andrea Plazzi (Symmaceo Communications), ormai da otto anni si pone l'obiettivo di divulgare le scienze attraverso il fumetto, proponendo con ogni uscita una storia a fumetti, incentrata su un diverso argomento scientifico, corredata da brevi articoli di approfondimento curati da ricercatori e ricercatrici del CNR. L'albo "The Earth Observation issue", uscito a Settembre 2021, contiene quindi le avventure dell'inedito satellitino GNOM1 in piena crisi adolescenziale, mentre vagabonda

fuori orbita chiedendosi quale sia la propria missione. E grazie ai suoi buffi amici satelliti, e ad una certa celebre frase di Yuri Gagarin, GNOM1 ritroverà entusiasmo e la giusta motivazione!

L'albo contiene poi un'introduzione di Fabio Trincardi (Direttore CNR-DSSTA), l'intervista di Ruggero Casacchia a Schreiner & Soffritti, e gli approfondimenti di Francesca Carfora e Italia de Feis (CNR-IAC), Eugenio Sansosti (CNR-IREA), Bruno Buongiorno Nardelli (CNR-ISMAR), Domenico Cimini (CNR-IMAA) e Giada Rossi, oltre che le vignette di Walter Leoni e Davide La Rosa.

Comics & Science "The Earth Observation issue" (#001-2021), acquistabile presso Cnr Edizioni (<https://www.cnr.it/it/comics-and-science>) o nelle librerie online preferite.

Intervista a Carlo Cacciamani, nominato Direttore dell'Agencia *ItaliaMeteo*



Buongiorno Carlo, è arrivato finalmente il grande momento, abbiamo in te un Direttore per l'Agencia *ItaliaMeteo*. E adesso? Quali sono i prossimi passi?

Non appena mi faranno un contratto, che ancora non ho, il prossimo passo sarà iniziare a costruire "fisicamente" le prime cose essenziali dell'Agencia. Innanzi tutto l'Area della struttura amministrativa, ancorché minimale e poi, a step successivi, le altre 3 aree del settore operativo: area meteo-clima e mare, di ricerca e sviluppo e la parte di gestione delle reti (informatiche e osservative). Contemporaneamente inizieremo a definire le convenzioni con i diversi enti meteo, individuati nel *Regolamento dell'Agencia*. Sarà un processo graduale, che porteremo avanti attraverso una serie di incontri, finalizzati a fare una vera e propria ricognizione delle "competenze" presenti oggi in Italia, sia sul fronte della ricerca applicata di settore, sia su quello delle realtà operative esistenti. Questa valutazione ci permetterà di capire cosa potrà svolgere *ItaliaMeteo* a livello centrale, cosa potrà svolgere in collaborazione con gli enti meteo, e anche cosa potrà in un certo senso delegare agli stessi. Questi ambiti di collaborazione saranno stabiliti poi nelle già citate convenzioni di sistema. Ricordiamo che *ItaliaMeteo* è un'Agencia che ha il doppio ruolo di *Servizio meteo nazionale* per lo svolgimento delle funzioni e dei compiti conoscitivi, tecnico-scientifici e di responsabilità operativa nel campo della meteorologia e climatologia nazionale (con esclusione dei compiti a servizio della Difesa e della Sicurezza nazionale che rimangono al Servizio Meteorologico dell'Aeronautica) e di struttura di *coordinamento del Sistema meteorologico nazionale*, più volte e a vario titolo menzionato nelle diverse norme che

stabiliscono la governance di *ItaliaMeteo* (Legge costitutiva, n.205/2017 comma 549-561, Statuto e Regolamento dell'Agencia approvati rispettivamente con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 settembre 2020 e Decreto del Presidente della Repubblica 15 ottobre 2020, n. 186). Va da sé che in questo processo una delle convenzioni più rilevanti sarà da realizzare proprio con il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, definendo gli ambiti di collaborazione al fine di rendere ottimale e favorire la crescita del servizio operativo nel sistema Paese, come le norme sopra citate impongono.

Cosa ti aspetti che cambierà per la meteorologia e la climatologia in Italia con la nascita di *ItaliaMeteo* e come cambierà il ruolo dell'Italia nel contesto dei servizi meteorologici europei e in WMO?

Come più volte ho già detto, il nostro paese ha una grandissima ricchezza di "asseti" (tecnologici e strumentali) nonché tantissime competenze che in diversi settori sono delle vere e proprie eccellenze nazionali. Purtroppo manca uno sforzo di coordinamento tra i tanti attori che sono sul palcoscenico, per così dire, della meteorologia, della climatologia e dell'ambito meteo-marino e oceanografico. Questa mancanza di coordinamento forse purtroppo attenua la penetrazione dell'Italia nel contesto del "mercato meteorologico" internazionale. Ci sono delle punte di livello altissimo, anch'esse penalizzate dalle scarse aggregazione e omogeneità. Questo ha ripercussioni sulla possibilità di essere protagonisti anche della programmazione progettuale europea, dove troppo spesso siamo solo partner di grandi progetti a valenza europea, e poco spesso lead partner, a guida degli stessi. *ItaliaMeteo* dovrebbe favorire la sintesi di queste grandi potenzialità, dovrebbe incentivare il trasferimento delle conoscenze e la messa a sistema dei tanti prodotti e servizi climatici che sono stati già inventati.

***ItaliaMeteo* costituisce una novità molto attesa da parte dei professionisti del settore. Molti di noi si aspettano di sapere qualcosa sulla composizione del personale. Pensi di puntare sui giovani o conti su personale già qualificato? Ci puoi raccontare qualcosa sulla composizione del personale? Insomma, come pensi di fare di *ItaliaMeteo* un bel posto dove lavorare?**

ItaliaMeteo avrà un numero certamente basso di personale impiegato. Oltre al Direttore, si parla di 4 dirigenti, 48 funzionari e 30 consulenti. Meno di 100 persone. Se confrontiamo questo numero con le cifre dei

più forti, ma anche dei meno forti, servizi meteo nazionali europei, si nota subito una disparità notevole. Però *ItaliaMeteo* ha questa novità: la possibilità, per legge, di operare anche assieme ai più di 30 enti meteo che sono stati individuati e che sono elencati nel DPR del regolamento di funzionamento dell'Agencia, che è, ripeto, una norma e non solo un documento tecnico. Che tipo di personale? Certamente l'Agencia dovrà avere una forte connotazione di struttura molto giovane, con qualche innesco di personale più esperto e che soprattutto all'inizio possa aiutare nel processo di crescita dell'Agencia. Il mix tra queste due tipologie dovrà essere fatto con grandissima accuratezza e il risultato dovrà costituire una bella orchestra ben oliata, dove giovani e un po' meno giovani possano trovare la loro soddisfazione. Io vorrei avere una Agencia dove le persone vengano con piacere a lavorare, abbiano stimoli e possano vedere delle possibilità di crescita, sia di competenza che di carriera. Non sarà facile, ma ci proveremo.

Buona avventura, allora. Adesso qualcosa di completamente diverso! Parliamo di te, iniziando da lontano: sei arrivato alla meteorologia per caso o eri appassionato già da bambino?

Io sono laureato in Fisica, nel lontano (oramai) 1982, e ho sviluppato la mia tesi di laurea con due grandissime persone, il Prof. *Ottavio Vittori*, anche alto Ufficiale dell'Aeronautica Militare, e il Dott. *Francesco Tampieri*, due grandi fisici dell'atmosfera, il primo addirittura fondatore del precedente istituto FISBAT CNR oltre che dell'Osservatorio di Monte Cimone, che è una struttura dell'Aeronautica Militare nella quale opera anche il CNR-ISAC e che rappresenta una eccellenza indiscussa internazionale. In sostanza sono partito come fisico dell'atmosfera, mi occupavo di fluidi in laboratorio che



simulavano il passaggio delle masse d'aria sulle montagne, e poi pian piano mi sono sempre di più occupato di meteorologia, ad iniziare da quando mi chiamò, nel 1984, un altro personaggio che per me è stato fondamentale nel mio processo di crescita: l'amatissimo dott. *Francesco Nucciotti*, dirigente regionale espertissimo di agrometeorologia e, in generale, di tutto ciò che avesse a che fare con le problematiche ambientali. Potrei dire che la mia è stata una "vita per la meteorologia", passando anche per la strada della Protezione Civile, con l'esplorazione profonda delle tematiche della prevenzione dei rischi meteo e idrogeologico-idraulici, che hanno sempre più fatto comprendere quanto la meteorologia sia una disciplina fondamentale anche per salvaguardare la vita delle persone, oltre che per fornire i servizi all'Agricoltura, l'Ambiente, l'Industria, i Trasporti, il Turismo e tanto altro ancora.

La tua carriera ti ha portato a ricoprire un ruolo molto prestigioso in DPC, da dove sei partito?

A partire dai primi anni di lavoro al *Servizio Meteo dell'Emilia-Romagna*, che poi è entrato nell'attuale *Agencia per la Prevenzione Ambiente e per l'Energia della*



Regione Emilia-Romagna a metà degli anni '90, sono stato molto tempo il responsabile della sala meteo. Mi sono occupato anche moltissimo di climatologia a mesoscala, cioè della caratterizzazione del clima alla scala spaziale tipica del nostro paese e di parte di esso. Con il passare del tempo ho ricoperto ruoli sempre più rilevanti all'interno del Servizio, fino a diventarne il Direttore nel 2008, carica che ho mantenuto fino a quando sono stato chiamato, nel 2017, a ricoprire il ruolo di responsabile del *Centro Funzionale Centrale della Protezione Civile Nazionale*, ruolo che ho ricoperto per tre anni, per poi tornare a Bologna, diciamo alla "casa madre" della *Struttura IdroMeteoClima* (così ora si chiama) dell'*Arpa*e. Infine, da poco più di un mese, ho ricevuto dal Presidente della Repubblica questa nomina di *Direttore dell'Agencia ItaliaMeteo*.

Sei anche un appassionato di musica e uno scrittore, il tuo *“La giostra del tempo senza tempo”* sta andando molto bene. Cosa ci vuoi raccontare del Cacciamani privato, delle tue passioni e della tua vita fuori dalla professione?



Intanto... calma.... “Scrittore” è assolutamente esagerato. Ho scritto, è vero, un libro, che credo sarà il primo e forse anche l’ultimo, che ha come focus il tema dell’emergenza climatica e che contiene un racconto e delle schede tecniche a cui hanno collaborato diversi miei colleghi e amici, esperti di vari settori che sono comunque tutti compresi all’interno del tema “emergenza climatica”. Ho sentito la necessità di scrivere un piccolo romanzo perché sono assolutamente convinto che per veicolare la scienza sia essenziale usare anche altre forme di racconto, che attengono essenzialmente all’arte nelle sue varie



espressioni, come la letteratura, la musica, la pittura, il teatro... L’idea che c’è dietro è suscitare emozioni,

attraverso queste forme di racconto, e quindi creare curiosità nelle persone e spingerle a informarsi anche sugli aspetti più decisamente tecnici, che non sono solitamente di interesse per il grande pubblico, anche perché i linguaggi che vengono usati, nel mondo della scienza in generale, non sono appannaggio del grande pubblico. La letteratura è un ottimo mezzo, quindi, ma potrei dire lo stesso anche del teatro e della musica. Nella mia vita ho anche promosso iniziative teatrali, come ad esempio il reading teatrale “La margherita di Adele”, sempre per raccontare l’emergenza climatica. E sono certo che anche in *ItaliaMeteo* questa strada di coinvolgimento verrà perseguita, visto che l’Agenzia ha anche un ruolo di formazione, sia del suo personale ma anche della popolazione, sui temi della meteorologia e climatologia.

Concludendo, credo di poter dire a nome della comunità che ti siamo grati di esserti preso sulle spalle questa grande sfida e le responsabilità che ne conseguono. Le aspettative sono alte, e tu ti appresti a diventare il punto di riferimento della comunità scientifica che si occupa di scienze dell’atmosfera, hai un po’ di farfalle nello stomaco per questo?



Altro che farfalle nello stomaco... potrei dire macigni da demolire. So perfettamente che operare per fare squadra nel nostro paese è quanto di più difficile si possa immaginare. Sarà necessario far comprendere ai tanti attori, i famosi enti meteo più volte citati, quanto grande possa essere il guadagno a lavorare assieme nei diversi settori, per realizzare, ad esempio, anche grandi progetti strategici a beneficio del paese nel suo complesso e dei diversi territori, rispetto alle modestissime perdite di qualche sovranità acquisita e ritenuta essenziale. Questa sovranità infatti produce magari un illusorio potere, ma

poi si disgrega nel momento del confronto sul mercato globale dove, al contrario, vincono gli attori che sanno operare in stretta sinergia, come è richiesto, per altro, dalla complessità delle materie da gestire, che non possono quasi mai essere appannaggio di un unico o pochissimi attori, perché richiedono un ventaglio molto vasto di competenze che è necessario presidiare. Se il nostro Paese vuole costruire un futuro e operare per saper sfruttare, per esempio, l'enorme flusso economico che il PNRR mette a disposizione, si deve comprendere che lavorare come sistema aggregato è assolutamente fondamentale. In tal senso, *ItaliaMeteo* può essere anche un laboratorio importante nell'ambito delle questioni di competenza che afferiscono alla meteorologia, alla climatologia e al monitoraggio e previsione dello stato del mare.

Prima di salutarvi vorrei aggiungere un ringraziamento alla collega Alessandra De Savino, esperta di comunicazione, che ha riletto quanto ho scritto e mi ha dato preziosi suggerimenti.



A cura di Isabella Riva

Liguria, 4 ottobre 2021: l'evento dei record pluviometrici

La giornata di lunedì 4 ottobre 2021 è entrata negli annali come una delle più piovose dell'ultimo secolo per la Liguria. I dati forniti dai pluviometri della [rete Omirl](#) descrivono precipitazioni molto rare per intensità e persistenza, il cui ripetersi, almeno fino ad oggi, è caratterizzato da una distanza temporale non comune.



I massimi di precipitazione in Liguria.

Secondo l'analisi pubblicata da Giorgio Boni, Professore Associato dell'Università di Genova, i 496 millimetri di pioggia cumulati a Montenotte Inferiore (SV) nell'arco di 6 ore rappresentano il record italiano per questa distanza temporale; tale dato si attesta al 59% rispetto al valore più alto mai registrato al mondo. Non solo: i 377.8 millimetri in 3 ore di Urbe Vara Superiore sono il 65% della cumulata massima mondiale, sempre sulle 3 ore. A questi primati si affianca il nuovo record regionale di precipitazione massima cumulata nelle 12 ore: 740.6 mm rilevati nella stessa giornata a Rossiglione (GE), che spostano al secondo posto il record di 717.8 mm/12h registrati a Bolzaneto durante l'alluvione del 8/10/1970 (che tuttavia detiene ancora il record di pioggia nelle 24 ore, con 948.4 mm).

Come si è arrivati a questa situazione? Quali sono le cause e la dinamica meteorologica di un evento così estremo?

L'intensa fase precipitativa del 4 ottobre rappresenta l'apice di un lungo evento perturbato che ha interessato la Liguria tra la tarda serata del 2 e le ore centrali del 5 ottobre 2021, facendo registrare precipitazioni con quantitativi molto elevati ed intensità molto forti, se confrontate con le soglie meteo-idrologiche di Arpal.

I fenomeni più rilevanti sono stati registrati nella prima parte della giornata del 4 ottobre sul Centro-Ponente della Liguria, con particolare interessamento delle province di Genova e Savona, in momenti differenti. Si è trattata della fase pre-frontale che ha anticipato l'ingresso di una profonda ed estesa saccatura di origine atlantica, "battezzata [Christian](#)" dall'istituto meteo dell'Università di Berlino.

In tale frangente i fenomeni più significativi hanno interessato l'area appenninica a ridosso dello spartiacque Ligure, con nubifragi autorigeneranti di eccezionale intensità e persistenza tra le province di Savona, Genova e Alessandria, seguiti da violente piene torrentizie-fluviali e frane.

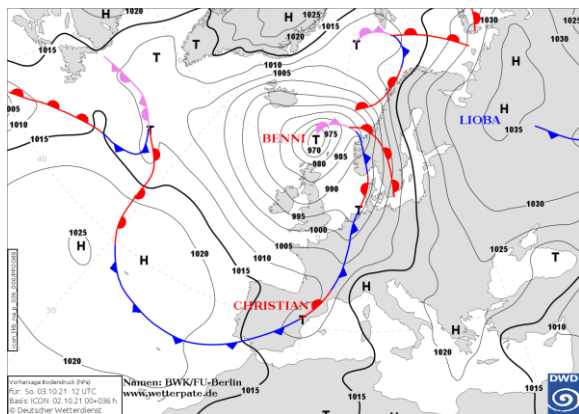
Schematizzando, l'evento nel suo complesso può essere suddiviso in tre fasi:

- La primissima fase, di natura convettiva, si è verificata all'avvicinamento iniziale della saccatura e ha visto l'interessamento di una ristretta parte dell'area centrale della regione (la zona di allerta B) tra la notte e il mattino del 3 ottobre. In tale frangente si è assistito all'instaurarsi di una convergenza di flussi molto localizzata sul Genovese, nata dall'incontro tra il Sud-Est in risalita dal Canale di Corsica e il debole Nord-Ovest in discesa dalle valli tra il ponente di Genova e Savona. Il contemporaneo aumento generale dei parametri convettivi ha favorito l'innescò del sistema convettivo semi-stazionario, che ha causato precipitazioni forti o molto forti specie sui quartieri ad Ovest del capoluogo.

La particolarità di questa fase sta nello scarso numero di scariche elettriche registrate (in totale meno di 30) e nel ridotto sviluppo verticale delle nubi, che tuttavia sono state in grado di generare fenomeni importanti.

- La seconda fase, pienamente di tipo pre-frontale, si è concentrata nella prima parte della giornata del 4 ottobre e ha visto le precipitazioni insistere dapprima sull'entroterra savonese, successivamente sull'entroterra genovese. È in questo frangente che sono stati battuti i principali record pluviometrici. Essendo la fase più importante dell'evento, questa verrà descritta in modo più dettagliato nelle prossime righe.

- La terza ed ultima fase, meno intensa e più dinamica, ha coinvolto l'intera regione a partire dalla serata del 4 ottobre per poi concentrarsi sul Centro-Levante, fino ad esaurirsi definitivamente nel corso della mattinata del 5 ottobre. Nel tardo pomeriggio del 4 l'ingresso da Sud-Ovest del fronte freddo associato al transito dell'estesa saccatura ha favorito l'innescò di attività temporalesca diffusa, in rapida evoluzione da Ponente verso Levante, con associate forti precipitazioni e vento di intensità massima rispetto al resto dell'evento. Al passaggio della linea temporalesca principale gli anemometri della [rete Omirl](#) hanno registrato raffiche fino a burrasca forte, con valori di punta localmente superiori ai 100 km/h.



Mappa sinottica del ciclone Christian riferita alle 12 UTC del 03/10/2021.

Entriamo ora nel dettaglio della parte centrale dell'evento focalizzandoci su quanto accaduto il **4 ottobre 2021**. L'estesa saccatura fredda di origine nord-atlantica, da giorni ben definita dalla modellistica e accompagnata da importanti masse d'aria fredda con isoterme fino a -28°C alla quota isobarica di 500 hPa e di 0°C a 850 hPa, dopo aver attraversato Francia e Spagna ha fatto il suo ingresso sul Mediterraneo occidentale nella notte fra il 3 e il 4 ottobre.

Nelle prime ore di lunedì 4 l'esteso fronte freddo ha rallentato il suo movimento verso est piegando leggermente e allo stesso tempo accentuando il gradiente barico sul Mediterraneo. Col passare delle ore lungo il tratto ascendente dell'ondulazione ha preso vita una saccatura secondaria di lunghezza d'onda corta, con minimo termico riconoscibile a 500 hPa all'altezza delle Baleari. La risalita verso Nord-Est di questo minimo depressionario secondario, ha favorito l'avvezione di ingenti masse d'aria umida verso il golfo ligure e il successivo instaurarsi della prima linea di convergenza dei flussi sulla Liguria di ponente.

Dalle prime ore del 4 ottobre si assiste così alla formazione di rovesci moderati nel Savonese e relativo entroterra,

seguita da una organizzazione degli stessi che iniziano a concentrarsi in particolare sulla Val Bormida.

In mattinata le zone tra la Val Bormida, valli Orba e Stura assistono alla formazione di una struttura convettiva stazionaria con associati temporali forti, organizzati e persistenti: la linea di convergenza con asse SSW/NNE mette le sue radici in prossimità del mare nel finalese e interessa a più riprese la zona suddetta dell'entroterra, trovando una sorta di "equilibrio instabile". Questo equilibrio nasce dall'incontro tra i forti venti da Est/Sud-Est nei bassi livelli da un lato, dall'altro dalla "rampa" offerta dai rilievi Appenninici unitamente ad un debole flusso da Nord-Ovest di rientro dai versanti padani.

In quota la linea temporalesca viene "stirata" verso Nord/Nord-Ovest dalla presenza di forti correnti da Sud/Sud-Ovest, insistenti in modo abbastanza omogeneo per diverse ore tra la quota di 700 e 500 hPa (fra la quota di 3000 e 5500 m circa).

Questa situazione di "equilibrio instabile" viene mantenuta in vita dalla piccola area depressionaria in risalita dalle Baleari, che fino alla tarda mattinata mantiene il flusso nei bassi strati disposto da Est/Sud-Est. Infatti il maggiore richiamo di correnti orientali rispetto al classico scirocco (Sud-Est) permette una prevalente esclusione dai fenomeni del Levante della regione, i quali si focalizzano sul Centro-Ponente.

Nel primo pomeriggio la struttura depressionaria si avvicina ulteriormente alla Liguria e tra le 14:00 e le 16:00

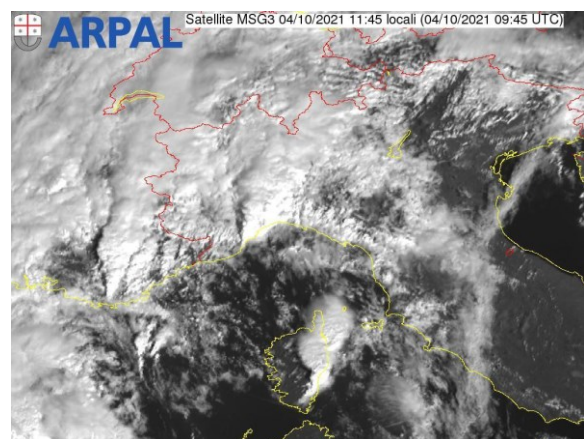
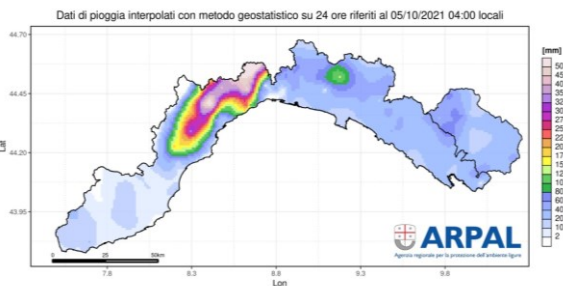


Immagine Satellitare MSG3 nel canale del Visibile riferita alle ore 9.00 UTC (11.00 locali) del 4 ottobre: si possono distinguere tre strutture autorigeneranti V-Shaped simili tra loro: una nel sud della Francia ad est di Marsiglia, una nel Ponente Ligure ed un'altra sul lato costiero orientale della Corsica.

circa si registrano gli effetti della formazione di una seconda linea di convergenza, con asse Sud/Nord, tra il Savonese ed il Genovese. La genesi di questa linea viene favorita dall'ulteriore rotazione dei flussi da Est/Sud-Est anche ai medi livelli, accompagnata da un nuovo rinforzo degli stessi.

La nuova convergenza dei flussi, formatasi poco prima del transito del fronte freddo, è responsabile di precipitazioni molto forti e persistenti tra le valli Erro, Stura e Orba (parte orientale della zona d'allerta D). In questo frangente vengono registrate le cumulate maggiori su Rossiglione (GE) ed Urbe (SV), intensa attività elettrica ed un rinforzo della ventilazione meridionale sui rilievi.



Dati di precipitazione su24 ore riferiti al 05/10/2021 04:00 locali.

In un contesto così delicato l'inizio della terza ed ultima fase dell'evento intorno alle 17:00 circa, che ha visto il transito del fronte freddo insieme ad una netta rotazione dei flussi, può essere quasi visto come un sollievo. Infatti la nuova linea di instabilità dinamica in ingresso dalla Costa Azzurra ha spezzato l'equilibrio che per diverse ore ha mantenuto viva l'insidiosa struttura semi-stazionaria, insistente sulle stesse zone della regione.

Sebbene l'area coinvolta sia nettamente diversa ad altri eventi storici sia in termini geografici sia di antropizzazione, i valori pluviometrici rilevati, dai tri-orari alle 12 ore, sono i più alti della storia meteorologica ligure, mentre i dati orari e quelli sulle 24 ore si avvicinano moltissimo ai record storici.

Il fatto che un evento di tale portata non abbia causato delle vittime rappresenta un traguardo davvero importante. Si tratta di un risultato ottenuto grazie alla concomitanza di diversi fattori, tra cui i progressi nella modellistica, la migliore preparazione del personale meteo ed i progressi del nostro sistema di allertamento della protezione civile.

C'è ancora moltissima strada da fare per riuscire a fronteggiare al meglio gli effetti dei cambiamenti climatici, i quali potrebbero ridurre i tempi di ritorno di eventi di tale eccezionalità. Come mostrato da diversi video virali pubblicati sui social, durante gli eventi alluvionali c'è ancora un'ampia percentuale di popolazione che non sa bene come comportarsi, mettendo a rischio la propria vita e quella altrui.



Alluvione a Cairo Montenotte, uscita del Bormida

Per la riduzione del rischio vanno messe in atto diverse azioni, per le quali ricopre fondamentale importanza una comunicazione rapida ed efficace, oltre ad una omogeneizzazione dei linguaggi e dei contenuti inerenti le allerte meteo.

Questi e molti altri compiti ricadono sotto un comune denominatore: il servizio meteorologico e climatologico nazionale civile.

ItaliaMeteo è ormai avviata e siamo tutti fiduciosi del fatto che, il suo timoniere, riuscirà ad impostare la rotta migliore da seguire.



Autore: Michele Cicoria

(ARPAL - Unità Operativa Clima Meteo Idro)

L'outbreak tornadico del 19 settembre 2021 sul Nord Italia

Introduzione

Nel pomeriggio di domenica 19 settembre 2021 una serie di tornado ha interessato il Nord Italia. La coda di una linea temporalesca formatasi tra Piemonte e Lombardia è



Figura 1. Il tornado di Carpenedolo (BS); foto di Luca Vezzosi.

evoluta in celle temporalesche che si sono rapidamente succedute una all'altra producendo 2 tornado. L'ultima delle celle è riuscita ad isolarsi dal resto del sistema temporalesco evolvendo in super cella: questa è rimasta attiva fino al Veneto occidentale e lungo il suo tragitto ha assunto comportamento ciclico sviluppando altri 3 tornado. Un altro vortice si è generato con un piccolo sistema multicellulare nel milanese ed un ultimo si è verificato con un ulteriore temporale in Emilia-Romagna.

In tutto, dunque, in questa giornata si sono verificati ben 7 tornado, in un'area spaziale relativamente ridotta e nel giro di poche ore: è stato un evento meteorologico significativo per il nostro Paese che val la pena approfondire (in figura 1 è mostrata un'immagine del tornado di Carpenedolo (BS) e in figura 2 la ricostruzione approssimata della sua traiettoria).

Catalogazione intensità dei vortici

Già ad evento ancora in corso è stata avviata una raccolta di materiale da social media ed articoli online, durata fino alla sera inoltrata del giorno dopo e successivamente continuata grazie all'aiuto di appassionati e non che hanno messo a disposizione il loro tempo per recarsi sui luoghi interessati a documentare i danni. Tutto questo con un duplice obiettivo: ricostruire almeno in maniera approssimativa i percorsi seguiti dai vortici e fornire una classificazione della loro intensità su Scala Fujita (scala F).

Per tale classificazione, il gruppo di PRETEMP¹ si è rivolto all'ingegnere civile ed insegnante Davide Rosa e a Thilo Kühne dell'ESSL (European Severe Storms Laboratory, con il quale è in atto una collaborazione tramite invio di segnalazioni di fenomeni temporaleschi accessori sul territorio italiano al loro ESWD, European Severe Weather Database) così da avere una doppia valutazione dal punto di vista ingegneristico sui danni più gravi causati dai tornado. L'ESSL stesso è il promotore della IF-Scale



Figura 2. Ricostruzione approssimativa del percorso seguito dal tornado di Carpenedolo (BS).

(International Fujita Scale), un progetto di applicazione della Scala Fujita, creata su standard statunitensi, alle strutture europee e potenzialmente di tutto il mondo. I risultati della classificazione sono riportati in Tabella 1.

LUOGO	INTENSITA'	STIMA DEL TRAGITTO
Roncaro – Marzano (PV)	F1	2,8 km
Corte Palasio (LO)	F2	2,1 km
Settimo Milanese (MI)	F0	400 m
Soresina (CR)	F1	3,3 km
Bettegno di Pontevico (BS)	F2	6,2 km
Carpenedolo (BS)	F2	7,1 km
Fossoli di Carpi (MO)	F2	4,7 km

Tabella 1. Classificazione dei tornado sviluppatisi il 19 settembre 2021 sul Nord Italia.

¹ PRETEMP è un gruppo di lavoro composto da universitari e meteorologi che approfondisce lo studio dei temporali in Italia, attraverso la raccolta di segnalazioni di fenomeni temporaleschi intensi e la pubblicazione di un bollettino di rischio temporalesco quotidiano. Gli autori di questo articolo sono membri del gruppo PRETEMP

Analisi sinottica e alla mesoscala dell'evento

Sui livelli troposferici superiori si è manifestato l'ingresso da ovest di un cut-off nel campo di geopotenziale sul livello isobarico di 500 hPa proveniente dalla Francia, associato ad un afflusso di aria alquanto fredda per il periodo (-18/-19°C sul medesimo piano isobarico). Il cut-off, ben strutturato anche in alta troposfera (piano

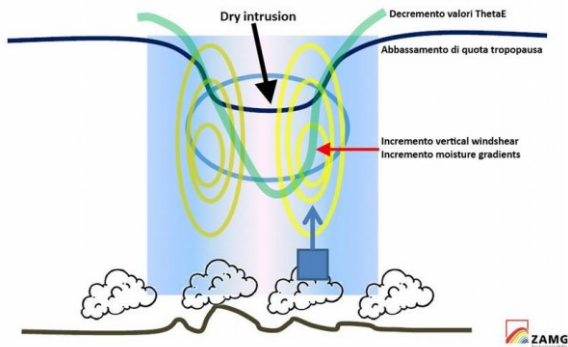


Figura 3. Moti verticali con dry intrusion stratosferica. Fonte:ZAMG.

isobarico di 300 hPa), era associato anche ad un'importante anomalia negativa di vorticità potenziale, in particolare la quota corrispondente a 1.5 PVU (Potential Vorticity Unit, indicatore che ben si presta ad individuare la quota della tropopausa dinamica) si è sensibilmente abbassata al suo transito (come da schema in figura 3).

Intorno alle ore 12 UTC il cut-off era in procinto di attraversare da ovest il nord Italia, specie il settore a nord del Po, anticipato da un flusso da SSW associato a un'area di forte divergenza effettiva in quota incline a supportare intensi moti verticali su scala alquanto ampia. Contestualmente all'avanzare di aria fredda in medio-alta troposfera si è manifestato anche l'ingresso, alle medesime quote, di aria più secca la quale ha contribuito a rendere alquanto instabile il profilo verticale, stante la presenza di aria calda e umida nei bassi strati. Sempre nei bassi strati, l'ambiente è stato caratterizzato da CAPE tutto sommato contenuto (solo localmente oltre i 1000-1200 J/kg), ma nel contempo da elevato windshear verticale sia in direzione che in velocità.

Sempre intorno alle 12 UTC (Figura 4) si è manifestata la chiusura di un minimo barico tra il basso Piemonte e il golfo ligure, con asse orientato da SW a NE e con saccatura inserita fino alla Lombardia. Tale minimo ha assunto un ruolo importante nel favorire l'intensificazione di correnti secche da SW in discesa dalla catena appenninica (dry-line), facendole poi confluire a Nord del Po con flussi più umidi, richiamati da ENE dalla medesima depressione (Figura 5), incrementando i valori di moisture convergence e il windshear di basso livello. Inoltre, l'elevato gradiente barico presente tra il versante alpino meridionale e settentrionale ha innescato le prime

correnti di föhn che si sono dirette gradualmente nell'area interessata dalla confluenza prima descritta.

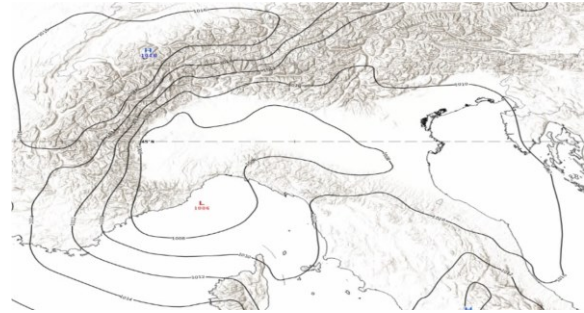


Figura 4. Analisi barica al suolo ore 12 UTC. Fonte: Eumetrain.

L'azione dei venti sud-occidentali più secchi in discesa dall'Appennino ha favorito una particolare distribuzione dei valori di CAPE. Infatti, tali masse nei bassi strati tendono a stabilizzare l'atmosfera inibendo in buona parte i moti convettivi, ma nel contempo gli stessi venti secchi tendono a spingere le maggiori quantità di CAPE in prossimità dei rilievi alpini e prealpini, e di riflesso anche sulle alte pianure limitrofe al corrugamento orografico.

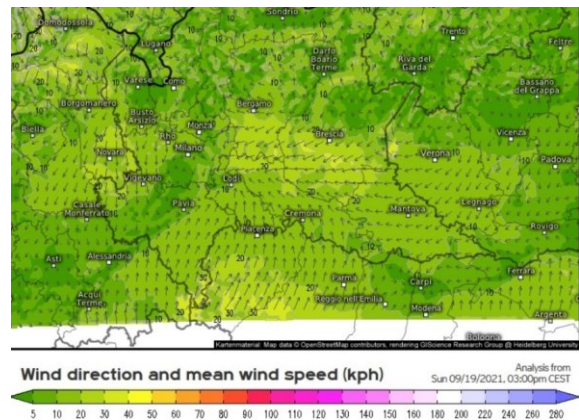


Figura 5. Analisi vento a 10 m in Lombardia ore 14 UTC del 19-09-2021. Fonte: Meteologix.

Normalmente la linea di avanzamento delle dry line appenniniche non è mai regolare, essendo il flusso del vento regolato dai profili vallivi appenninici emiliani. Per tale ragione il fronte secco è quasi sempre alquanto ondulato, con spinte dell'aria secca che possono apparire pulsanti e irregolari, e per tale motivo la convezione può organizzarsi leggermente più a nord o a sud rispetto a quanto teoricamente ipotizzabile senza l'ausilio di accurate analisi alla mesoscala.

Si poteva prevedere l'ondata di tornado?

PRETEMP aveva emesso il giorno precedente un bollettino di rischio temporalesco in cui individuava una fascia a rischio 2 dall'alto Piemonte al basso Veneto passante per la pianura lombarda (Figura 6): ci si aspettava in queste aree lo sviluppo di numerosi temporali anche di forte intensità. Nel testo si specificava inoltre che tra bassa Lombardia e basso Veneto sussisteva il rischio di

supercelle e di “un debole tornado mesociclonico”. Dunque si era riuscito ad interpretare correttamente il rischio di temporali forti, era stata individuata correttamente la tempistica e la localizzazione delle supercelle, mentre è stato nettamente sottovalutato il rischio di tornado.

orografia (montagne, mari, città). Piccole variazioni alla mesoscala o alla scala sinottica, possono trasformarsi in grandi variazioni alla microscala e dunque la capacità di stimare adeguatamente il rischio tornado diventa davvero difficile.

Proprio a causa di questi limiti, è necessario potenziare la ricerca dei meccanismi di sviluppo dei tornado in Italia per migliorare la capacità previsionale di questi fenomeni, relativamente rari ma distruttivi.

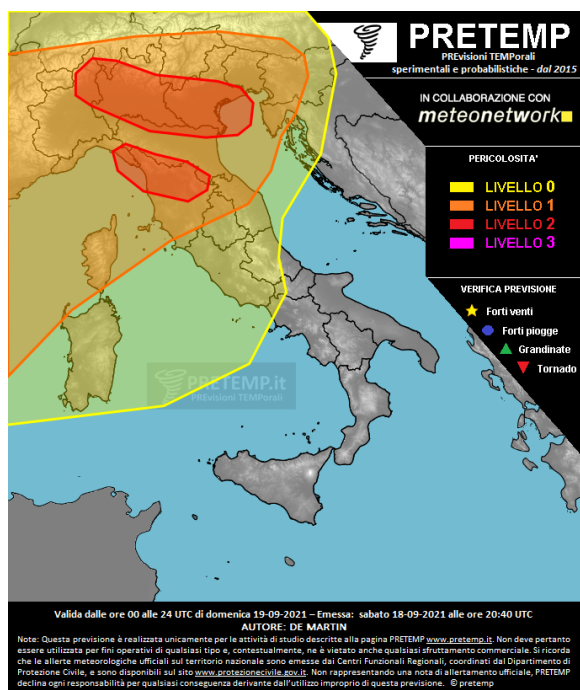


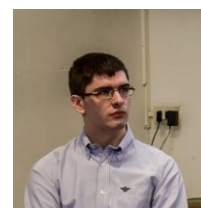
Figura 6. Bollettino previsionale di PRETEMP per il 19 settembre 2021.

La previsione dei tornado in Italia è ancora lontana dal riuscire a raggiungere risultati soddisfacenti. Sappiamo che l'interazione tra venti di Scirocco dall'Adriatico e Garbino dagli Appennini possono causare lo sviluppo di tornado: tuttavia questo non accade sempre. La formazione di tornado è molto legata a ciò che accade nel primo chilometro di quota, all'interno dello strato limite planetario: questo in Italia è perturbato dalla complessa

Autori:



Francesco De Martin



Federico Pavan



Pierluigi Randi

La sfida del cambiamento climatico e la siccità

I mutamenti climatici osservati, che da decenni nel Mediterraneo continuano a sottoporre l'ambiente e le attività umane a forti pressioni e stress, ci richiamano all'urgenza di un continuo sforzo per definire nuove strategie di mitigazione e adattamento ai loro impatti. La sfida del cambiamento climatico non ha infatti precedenti se guardiamo la storia umana dalla svolta del neolitico, cioè dalla nascita delle prime forme di società agropastorali, ai giorni nostri. Tale sfida è anche riconosciuta come argomento di assoluto rilievo per la ricerca scientifica presente e futura.

Il modo con cui decidiamo di vivere il nostro presente ed in cui immaginiamo di vivere il nostro futuro sul pianeta Terra rappresentano sfide fondamentali e critiche sia a livello personale-locale che collettivo-globale.

Tutte le attività umane, a vario titolo, sono infatti influenzate, direttamente ed indirettamente, dalla variabilità climatica, che a sua volta è causata da fattori naturali (come i cambiamenti dei cicli naturali dei meccanismi atmosferici e oceanici) e dalle attività antropiche che influiscono sulla concentrazione dei gas climalteranti.

La siccità può essere sicuramente annoverata tra gli eventi climatici estremi ad elevato impatto sull'ambiente ed è considerata tra i più complessi ed insidiosi. La siccità, infatti, intesa come una "riduzione temporanea del normale regime di pioggia", può manifestarsi ovunque ed i suoi effetti possono essere ulteriormente aggravati da altri fattori climatici concomitanti, quali temperature elevate, scarsa umidità atmosferica e vento. Solitamente la sua dinamica è caratterizzata da un lento esordio, difficile da identificare, ed un'evoluzione spesso duratura e cumulativa. L'intensità e l'estensione spaziale di un evento siccitoso sono poi estremamente variabili e gli impatti sull'ambiente e le attività umane possono manifestarsi in ritardo, ma anche sommarsi e persistere dopo che l'evento ha avuto termine. Ciò determina spesso ritardi nelle azioni di risposta e contrasto, con conseguenti costi umani ed economici elevati. L'uso intensivo dell'acqua ed una sua cattiva gestione, inoltre, possono esacerbare la scarsità idrica di un territorio sottoposto a siccità, aumentando così la vulnerabilità ambientale e socioeconomica.

Una valutazione rappresentativa degli impatti della siccità comporta una corretta caratterizzazione della pericolosità del fenomeno che di norma viene classificato in base alla

crescente durata ed al tipo di impatto in quattro categorie (qui di seguito riportate).

Categorie di siccità	Descrizione
<i>Meteorologica</i>	Riferita al deficit di pioggia rispetto ai valori normali per quel territorio.
<i>Agricola</i>	Il deficit di acqua nel suolo influisce negativamente sulla disponibilità idrica per le colture.
<i>Idrologica</i>	Il deficit continuativo intacca la risorsa idrica superficiale e sotterranea.
<i>Socio-economica</i>	La scarsità d'acqua e approvvigionamento idrico si influenzano reciprocamente determinando effetti di crescente pressione sulla società.

Quantificare poi i costi di un evento siccitoso richiede l'individuazione degli impatti diretti ed indiretti sui settori ambientali e sociali del territorio interessato. Sappiamo però che la scarsità idrica, dovuta ad un inadeguato soddisfacimento della domanda di acqua, anche a causa di una gestione non sostenibile della risorsa stessa in concomitanza con periodi secchi e caldi, può creare una serie di problematiche a breve ed a lungo termine.

Nel breve e medio periodo, ad esempio, una stagione agricola può essere compromessa e la produzione pesantemente ridotta; gli incendi boschivi possono avere una maggiore probabilità di propagarsi per l'aumentata disponibilità di materiale vegetale secco.

Il protrarsi della siccità genera impatti di lungo termine di ancor più complessa e difficile gestione. Il disseccamento e compattazione di alcuni terreni possono condurre a modifiche chimico-fisiche e successivi fenomeni erosivi; la riduzione della portata dei fiumi può incrementare la concentrazione dei loro inquinanti; l'abbassamento dei livelli di falde, dovuto alla concomitanza di un persistente evento siccitoso e al prelievo non controllato, possono indurre sia ad una salinizzazione delle falde per intrusione del cuneo salino marino, sia a fenomeni di subsidenza (abbassamento/sprofondamento del suolo); la vegetazione, già soggetta a stressori di origine abiotica (siccità e ondate di calore) aumenta la sua vulnerabilità ad attacchi parassitari, funghi, ecc.



Content Design: Ramona Magno - Visual Design: Elena Rapisardi
 Icons by the Noun Project: Garrett Knoll, Richard Cordeiro, Korawan M., Nikita Kozin, Jason Dilworth, Richard Pasqua

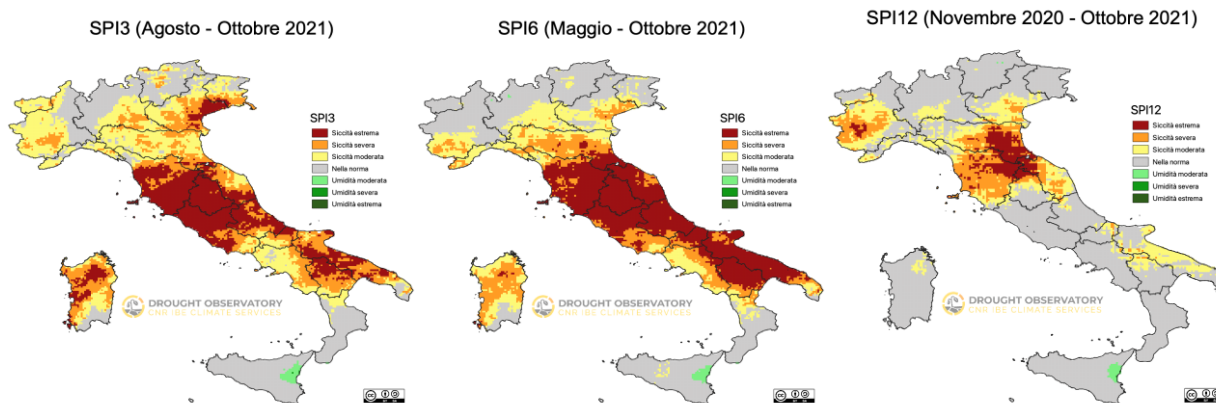
Il susseguirsi sempre più frequente di siccità intense, poi, può generare conflitti fra i vari utenti della risorsa idrica, così come la perdita di biodiversità legata alla contrazione di specie vegetali meno resistenti al fenomeno e l'espansione di specie vegetali aliene più adatte.

È stato stimato recentemente che nel periodo 1981-2010 le perdite economiche annue dei principali settori (agricoltura e allevamento, energia, approvvigionamento idrico pubblico, navigazione fluviale, ed edilizia) causate dalle siccità in Europa ammontano a circa 9 miliardi di euro/anno, e di queste quasi 1,4 miliardi di euro/anno si sono verificate nella sola Italia. Com'è prevedibile, gli

impatti maggiori sono a carico dell'agricoltura, inclusi l'allevamento e la silvicoltura, che nell'area Mediterranea rappresentano il 60% delle perdite (Naumann et al., 2021).

In Italia, negli ultimi 20 anni, si sono succedute siccità con cadenza periodica di medio-lunga durata che hanno interessato zone anche molto estese della Penisola. Nell'evento siccitoso del 2016-2017, ad esempio, i danni nel comparto agricolo, secondo stime della Coldiretti, sono stati pari a circa 2 miliardi di euro. I tre precedenti eventi, del 2003, 2006-2007 e 2011-2012, hanno avuto un impatto negativo sul PIL nazionale con perdite

Approcci alla gestione della siccità	Caratteristiche	Limitazioni
Approccio reattivo (Gestione della crisi)	Le azioni sono implementate dopo che l'evento siccitoso è emerso o quando gli impatti sono percepiti. Adottato in situazioni di emergenza, non è basato su piani di contingenza.	Spesso inefficace dal punto di vista tecnico ed economico perché le risposte sono attuate in un lasso di tempo troppo breve perché le azioni possano essere ottimali; i costi sono elevati. Limitata partecipazione degli portatori di interesse (agricoltori, gestori idrici, industrie, agenzie regionali/nazionali, ecc.).
Approccio proattivo (Gestione del rischio)	Le azioni sono concordate prima che l'evento si verifichi e attraverso strumenti di pianificazione appropriati. Fornisce misure di breve e lungo periodo e prevede sistemi di allerta precoce. Include piani di contingenza per situazioni emergenziali. Partecipazione degli stakeholders.	Un coordinamento e cooperazione non efficaci tra istituzioni e la mancanza di politiche di supporto e revisione del piano possono portare ad una pianificazione inadeguata.



(Elaborazioni Osservatorio Siccità IBE-CNR <https://drought.climateservices.it/>)

rispettivamente di 1,75 miliardi di euro (-0,1% del PIL) durante l'evento del 2003, dove alla siccità si accompagnò una delle ondate di calore più intense e lunghe d'Europa, 0,92 miliardi di euro nel 2006-2007 (-0,05% del PIL) e 0,56 miliardi di euro (-0,03% del PIL) nel 2011-2012 (García-León et al., 2021).

Per ottenere un'efficace gestione della siccità dobbiamo, quindi, conoscerne le peculiarità e le caratteristiche. Infatti comprendere la siccità e la sua variabilità può consentire il passaggio da un approccio di "gestione delle crisi", troppo spesso inefficace dal punto di vista tecnico ed economico, ad un approccio proattivo di "gestione del rischio", in cui le misure necessarie sono pianificate in anticipo rispetto all'occorrenza del periodo siccitoso e sono, quindi, più efficaci e coordinate al suo verificarsi. È ormai comunemente accettato, infatti, che i costi dell'azione sono spesso inferiori ai costi dell'inazione e i ritorni economici degli investimenti nella gestione del rischio ex ante sono più alti di quelli degli investimenti nella gestione delle crisi ex post.

In questo processo virtuoso e proattivo della gestione del rischio siccità la conoscenza delle dinamiche passate, in atto e future ad essa connesse rappresenta un elemento di successo chiave. Da qui l'aumentato interesse per questo fenomeno estremo, accompagnato da una conseguente crescita della disseminazione di informazioni, di dati e studi specifici sulla siccità in Europa e nel Mediterraneo. L'[Osservatorio europeo della siccità \(EDO\)](#) gestito dal Joint Research Centre della Commissione europea e l'[Osservatorio della Siccità \(Drought Observatory - DO\)](#), sviluppato e gestito dall'Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale della Ricerca (da cui sono tratte le immagini sulla situazione siccitosa in Italia a fine Ottobre 2021 sopra riportate) sono due esempi di servizi operativi per il monitoraggio del fenomeno. Significativa la pubblicazione delle "[Linee Guida sugli Indicatori di Siccità e Scarsità Idrica da utilizzare nelle attività degli Osservatori Permanenti per gli Utilizzi Idrici-Stato Attuale e Prospettive Future](#)" (Mariani et al., 2018). Importante anche l'esperienza del "Gruppo tecnico

scientifico per le previsioni meteorologiche mensili e stagionali a scala nazionale e per le analisi climatologiche", istituito presso il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale nel siccitoso inverno 2006 - 2007, e rimasto operativo durante tutti questi anni.

Riferimenti bibliografici

García-León, D., Standardi, G., & Staccione, A. (2021). An integrated approach for the estimation of agricultural drought costs. *Land Use Policy*, 100, 104923.

Mariani, S., Braca, G., Romano, E., Lastoria, B., & Bussetini, M. (2018). Linee Guida sugli Indicatori di Siccità e Scarsità Idrica da utilizzare nelle attività degli Osservatori Permanenti per gli Utilizzi Idrici-Stato Attuale e Prospettive Future.

https://www.autoridadistrettoac.it/sites/default/files/attivita_sul_territorio/opui/17maggio2018/ISPRa_LG_riuione_Osservatorio_17maggio2018.pdf

Naumann, G., Cammalleri, C., Mentaschi, L., & Feyen, L. (2021). Increased economic drought impacts in Europe with anthropogenic warming. *Nature Climate Change*, 11(6), 485-491.

Autori:



Massimiliano Pasqui
(CNR-IBE)



Ramona Magno
(CNR-IBE)

NON SOLO ATMOSFERA

PECASUS: la meteorologia spaziale a servizio dell'aviazione civile.

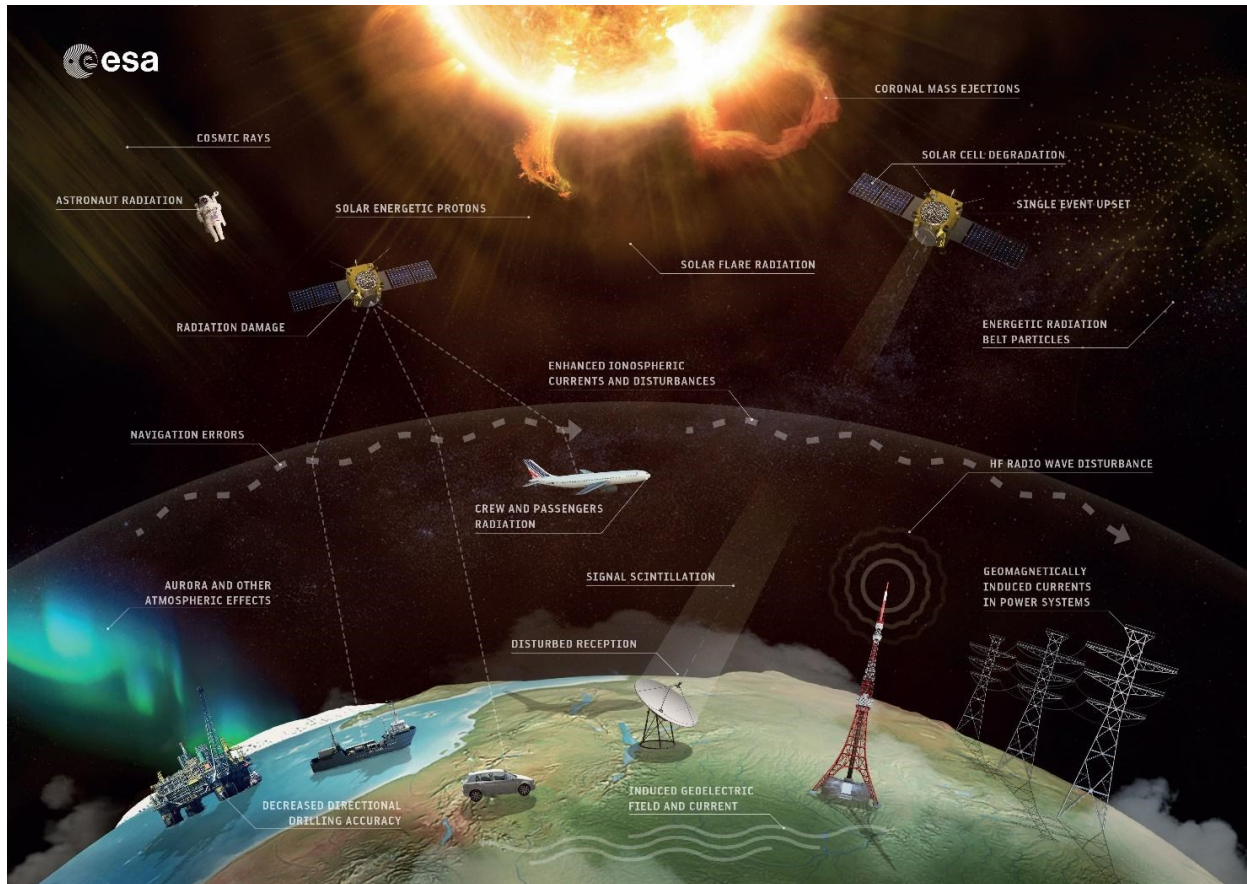


Figura 1. Principali effetti dovuti ai fenomeni di space weather (Crediti: European Space Agency).

Il Sole influenza le condizioni nello spazio circumterrestre e nella parte più alta dell'atmosfera terrestre, in maniera analoga (ma con meccanismi differenti) a come controlla il clima e le condizioni meteo in troposfera. La meteorologia spaziale (*space weather*) è la disciplina che si occupa di monitorare e prevedere le variazioni che avvengono nello spazio interplanetario e, se possibile, di mitigare gli effetti che possono influenzare in maniera significativa la vita dell'uomo e le tecnologie a cui, sempre più, l'uomo si affida. Infatti, quando il Sole è più attivo, può produrre frequentemente eccezionali emissioni di plasma ed energia che, trasportate magneticamente dal vento solare, possono investire la Terra (*tempeste geoefficaci*), disturbando il sistema magnetosfera-ionosfera-termosfera, con conseguenze che impattano le funzionalità di sistemi e servizi tecnologici, e delle infrastrutture critiche, come riportato in *figura 1*.

Tra di essi, alcuni sono di particolare rilevanza per la navigazione civile aerea. In particolare, i principali effetti che impattano l'aviazione civile sono l'aumento di radiazioni alle altezze di volo cui sono sottoposti

equipaggio e passeggeri, i disturbi nelle comunicazioni radio in alta frequenza (HF, banda 3–30 MHz) e la degradazione dei servizi di posizionamento satellitare dovuti alla scintillazione del segnale. Questi ultimi sono dovuti al fatto che la ionosfera – porzione ionizzata dell'atmosfera risiedente tra i 50 e 1000 km di altitudine circa – è attraversata in toto dai segnali emessi dai sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS), quale lo statunitense GPS e l'europeo Galileo, ed è utilizzata come mezzo riflessivo nelle comunicazioni *over-the-horizon* (OTH) che avvengono in banda HF. La ionosfera cambia significativamente le sue proprietà chimico fisiche se raggiunta da un evento di *space weather*. Tempeste solari in tempi recenti hanno portato alla necessità di dirottare alcune rotte aeree a causa dell'incertezza nelle comunicazioni HF e alla degradazione nei servizi di posizionamento di precisione indotte dall'evento stesso. Tali effetti, seppur rari, hanno comunque una probabilità di accadimento tale da rendere significativo il rischio di avere un impatto rilevante sulla capacità di navigare e comunicare correttamente nelle aree polari del nostro

pianeta, con ripercussioni, in caso di eventi estremi, anche alle medie e basse latitudini. Questo, unito al crescente traffico aereo sulle rotte polari settentrionali indotto dai cambiamenti climatici globali, rende sempre più critico trovare contromisure per mitigare il rischio di esposizione alle avverse condizioni meteorologiche spaziali per i viaggiatori e per il personale di volo.

Per mettere in atto tali contromisure, l'Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile (ICAO) ha cominciato nei primi anni del precedente decennio un percorso mirato alla definizione e realizzazione di un servizio di meteorologia spaziale in grado di fornire un'operatività 24 ore su 24, 7 giorni su 7, con affidabilità e disponibilità simili a quelle già presenti nei servizi meteorologici approvati dall'ICAO. Tale servizio è finalizzato alla realizzazione di advisory (figura 2) sui rischi meteorologici spaziali, che riguardano tre aree di impatto: comunicazione e navigazione satellitare, comunicazione con onde radio ad alta frequenza e livelli di radiazione. I rischi sono contrassegnati come moderati o gravi in base alle soglie stabilite dall'ICAO e gli avvisi riportano informazioni sulle condizioni in corso, supportando la valutazione del rischio da parte delle autorità dell'aviazione civile, nei centri di gestione del traffico aereo e persino nelle cabine di pilotaggio.

```

SWX ADVISORY
DTG:                20250815/0555Z
SWXC:              PECASUS
ADVISORY NR:       2025/18
NR RPLC:           2025/17
SWX EFFECT:        HF COM SEV
OBS SWX:           15/0535Z EQS W045 - E045
FCST SWX +6 HR:    15/1200Z NOT AVBL
FCST SWX +12 HR:   15/1800Z NOT AVBL
FCST SWX +18 HR:   16/0000Z NOT AVBL
FCST SWX +24 HR:   16/0600Z NOT AVBL
RMK:               SPACE WEATHER EVENT (MAXIMUM USABLE
FREQUENCY DEPRESSION) IS IN PROGRESS. IMPACT ON HIGHER HF
COM FREQUENCY BANDS EXPECTED. LOWER FREQUENCY BANDS MAY BE
LESS IMPACTED.
NXT ADVISORY:      WILL BE ISSUED BY 20250815/1155Z=

```

Figura 2. Esempio di advisory per un evento di disturbo sulla comunicazione HF dovuta ad un fenomeno di meteorologia spaziale (estratto da Kauristi et al., Remote Sensing, 2021).

Attualmente il servizio è in fase prototipale, operativo dal novembre 2019 e quattro sono i centri globali designati: PECASUS, ACFJ (Australia, Canada, Francia, Giappone), SWPC (Stati Uniti), CRC (Cina, Russia). A questi si unisce un servizio regionale fornito dall'Agenzia Spaziale Sudafricana (SANSA), la quale è anche parte del consorzio PECASUS. Tutti questi centri sono stati sottoposti ad un accurato controllo da esperti nominati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO).

PECASUS (*Partnership for Excellence in Civil Aviation Space weather User Services*) è il consorzio a forte caratterizzazione europea, che è nato grazie all'esperienza scientifica e alle collaborazioni consolidate nel tempo tra vari istituti e maturata in seno a diversi progetti finanziati principalmente dalla Comunità Europea (EC) e dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA). PECASUS

prevede il coordinamento dell'Istituto Meteorologico Finlandese (FMI, figura 3) che avrà la responsabilità della convalida e della diffusione della notifica finale alla rete di comunicazione dell'ICAO. Il centro di eccellenza per le relazioni Sole-Terra belga (STCE) consoliderà il contenuto



Figura 3. La sala di monitoraggio dei fenomeni di meteorologia spaziale dell'istituto meteorologico finlandese, che è a capo del consorzio PECASUS (Crediti: Kari Österberg, FMI).

delle osservazioni, dei prodotti dai dati osservati e dei modelli forniti da tutti i partner del consorzio: dai Laboratori Seibersdorf (SL, Austria), dal Centro Aerospaziale tedesco (DLR), dal Centro di Ricerca Spaziale dell'Accademia delle Scienze polacca (CBK-PAN), dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e la Frederick University cipriota (FU). Tutte le operazioni di PECASUS saranno protette da un sistema duplicato per garantire il funzionamento anche in casi di anomalie infrastrutturali dal Centro Meteorologico britannico (MetOffice). La convalida indipendente delle performance di PECASUS e il collegamento verso gli utenti finali sono, infine, affidati all'Istituto Meteorologico Olandese, il Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI). Come anticipato sopra, alla compagine europea si è aggiunto in un secondo momento il SANSA sudafricano.

All'interno del consorzio PECASUS, l'Italia è rappresentata dall'INGV che ha una lunga tradizione nel monitoraggio e modellazione della ionosfera terrestre ed è tra le eccellenze internazionali negli studi sulla meteorologia spaziale. Ha il compito di fornire dati e modelli ionosferici per stabilire l'affidabilità delle comunicazioni radio in banda HF e dei servizi GNSS a livello globale e in particolare nell'area del Mediterraneo.

Il servizio di *space weather* fornito da PECASUS e dagli altri centri globali è il primo richiesto da un grande cliente, quale è ICAO, ed ha stimolato l'affrontare tutta una serie di questioni scientifiche e tecnologiche atte a calibrare algoritmi e modelli sviluppati in ambito di ricerca verso un utente molto specifico e con necessità altrettanto specifiche. Questo si è tradotto in una serie di sfide che sono state sia interne a ciascun centro globale, mirate principalmente al capire come confezionare al meglio il servizio per i requisiti forniti dall'ICAO, ma anche di

interfaccia tra i vari centri. Queste includono il garantire la coerenza tra i quattro centri, ciascuno con i propri dati di osservazione e modelli e senza un sistema condiviso per la raccolta, la segnalazione o l'attribuzione degli impatti. Altra sfida fondamentale: come educare la comunità dell'aviazione (piloti, controllori del traffico aereo, ecc.) sulle novità introdotte da questo servizio? Il servizio cesserà la sua fase prototipale probabilmente nel 2024, aprendo dunque una nuova fase per le operazioni connesse all'aviazione civile.

Per approfondire:

Kauristie, K., Andries, J., Beck, P., Berdermann, J., Berghmans, D., Cesaroni, C., ... & Österberg, K. (2021). Space Weather Services for Civil Aviation—Challenges and Solutions. *Remote Sensing*, 13(18), 3685.

<https://pecasus.eu/>



*Autore: Luca Spogli
(Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)*

Costruire una stazione meteorologica: Parte I

1. Introduzione

Che senso ha, oggi, costruire da sé una stazione meteorologica?

Un appassionato, od un'appassionata, di elettronica non avrebbe molti dubbi: si può fare? Certo, sì. È abbastanza difficile? Sì, naturalmente. E allora, cascasse il mondo se non riesco a costruirne una anch'io.

Noi, però, siamo appassionati e appassionati di meteorologia. Non escludo che qualcuno o qualcuna di noi abbia anche una predisposizione per l'elettronica, ma in quanto meteorologhe e meteorologi il nostro punto di vista è un po' differente: i nostri cuori battono più forte appena parliamo di fenomeni, dati, accuratezze, precisioni, calibrazione. Siamo, prima di tutto, gente legata ai fenomeni della Natura: per la maggior parte di noi, la tecnologia è uno strumento.

Come spesso accade, anche noi abbiamo qualche piccolo preconcetto. Uno, molto diffuso nella nostra società, è che la tecnologia "funzioni". Il che in linea di massima è anche vero, ma a costo di nascondere alcuni dettagli che, ai fini delle nostre passioni, possono essere molto utili.

Di qui questo articoletto, il primo di una serie di quattro. Il mio obiettivo è di provare a mostrarvi come la tecnologia sia in grado di condizionare la nostra visione del mondo. E di come però, grazie alla tecnologia stessa, abbiamo vari modi per far rimanere questi condizionamenti nei limiti del conscio, e dell'accettabile.

2. La nostra stazione: un caso "semplice"

Nel definire una stazione meteorologica potremmo concederci la tentazione di esagerare. Di misurare tanti parametri, tutti insieme, e di ricavarne chissà quali indicatori. Tentazione che, sia chiaro, all'inizio ha sfiorato anche me: la tecnologia odierna lo permette, quindi, si può fare!

Ma, non facciamo le ingegnere e gli ingegneri, almeno per oggi. Limitiamoci, mi sono detta, alla meteorologia, ed affrontiamo un caso che sia, insieme, semplice e paradigmatico. La misura di temperatura e umidità relativa, per esempio?

Vista la nostra inclinazione meteorologica, direi che i dati che raccoglieremo non desideriamo che siano soltanto presentati su uno schermo: li vogliamo registrare. Vogliamo compiere delle vere e proprie "campagne di

misura", analizzare i dati, e ricavarne qualche insegnamento utile.

Quindi, la nostra piccola stazione dovrà:

- "Leggere" misure di temperatura e umidità relativa.
- Elaborare le misure? Certo, sì, potrebbe essere necessario.
- Registrare le misure compiute, e le loro elaborazioni, su un supporto facile da reperire e utilizzare – per esempio una schedina MicroSD, come quella che possiamo vedere nella Figura 1.
- Funzionare (almeno per un po') in autonomia, senza bisogno di un collegamento alla rete elettrica.



Figura 1. Scheda MicroSD (un esempio)

Se desideriamo analizzare i dati raccolti dalla stazione, dovremo anche prendere qualche precauzione sulla loro plausibilità. I dispositivi che adopereremo sono casi particolari di manufatti, e come tutti i manufatti hanno una prerogativa cui nulla sfugge: prima o poi si guasteranno (e magari, prima

di allora, esibiranno malfunzionamenti erratici – per esempio per effetto di interferenze elettromagnetiche). Dovremo cercare, dunque, di rendere la nostra stazione capace di riconoscere (nei limiti del ragionevole) eventuali malfunzionamenti, e nel caso marcare i dati registrati come "sospetti".

Ed eccoci, così. Con quest'ultimo, abbiamo definito una lista di requisiti. Definire la missione ed i requisiti del sistema costituiscono il primo passo di ogni lavoro di ingegneria che si rispetti.

Inutile dire che più la lista è lunga, e più aumenta il numero di cose da fare, o la difficoltà, o tutte e due: una ragione in più per mantenerla la più leggera possibile. Vedremo, poi, come potremmo anche appesantirla con alcuni perché.

3. Una prima scelta importante...

Vogliamo misurare temperatura e umidità relativa? Ci serve un sensore. Le possibilità offerte dalla tecnologia

sono, oggi, davvero molte. Potremmo, per esempio, usare una Pt-100 per la temperatura, e un sensore capacitivo per l'umidità.

Oppure, per semplificarci la vita, usare uno dei tantissimi sensori "intelligenti" combinati. Ciò che ho fatto, non solo per pigrizia: in questi anni ci troviamo nel bel mezzo di una rivoluzione tecnologica che sta cambiando il volto della strumentazione – ed anzi, lo ha già fatto – e sarebbe molto interessante comprenderne gli effetti a medio e lungo termine.

Nell'interesse dei nostri dati, naturalmente.

Tra tutte le infinite possibilità, ho scelto questa qui: il termo-igrometro HTS211, prodotto (in quantità industriali) da ST Microelectronics. Motivi? Tantissimi! Ma no, ma no, non esageriamo: quasi nessuno. Uno, forse: le HTS221 si possono installare "in doppio" (o in multiplo).

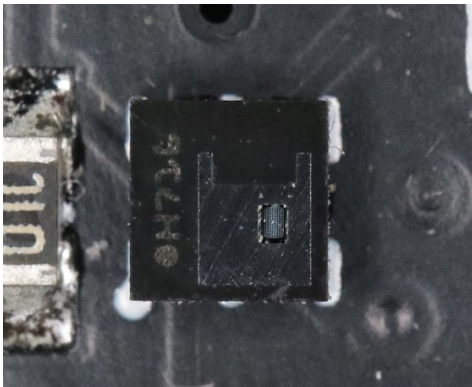


Figura 2. Un esemplare di HTS221, molto ingrandito

Il che mi porta al secondo ramo della scelta: perché limitarci ad una misura? Facciamone due, e facciamo in modo che il registratore di dati le confronti tra loro: se le due HTS221 sono posizionate vicine l'una all'altra, e però danno valori diversi, allora una delle due si sbaglia di sicuro. Non sapendo quale, possiamo però dichiararle sospette tutte e due: un modo in più per soddisfare il requisito "capacità di riconoscere eventuali malfunzionamenti".



Figura 3. Elemento sensibile

Eccola qui, una HTS221, nel suo pieno fulgore, in Figura 2.

Un quadratino, visto dall'alto, di 2 millimetri di lato, decimo più, decimo meno.

Sembra incredibile, che un oggetto così piccolo sia un "termo-igrometro".

La realtà è ancora più sorprendente: se facciamo attenzione, nella finestrella a destra in basso nel chip vediamo uno strano "coso". Troppo piccolo per coglierne

i dettagli, a questa scala. Ingrandendo ancora, possiamo intuirne la forma, che possiamo vedere in Figura 3. È quello l'elemento sensibile.

Mi scuserete, spero, se l'immagine vi sembra sgranata: lo è davvero, siamo al limite massimo di risoluzione della mia macchina fotografica, una di quelle non proprio sofisticate.

Se il lato del chip è di circa due millimetri, l'elemento sensibile potrebbe essere contenuto in un quadrato dal lato di mezzo millimetro. E ci sarebbe ancora parecchio spazio.

L'elemento sensibile è un condensatore. In Figura 4 vediamo una sua ricostruzione.

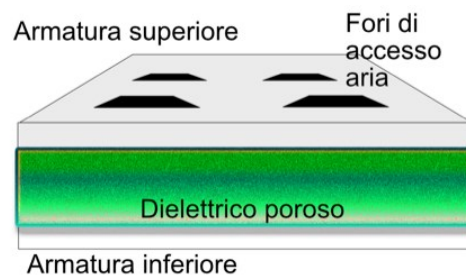


Figura 4. Elemento sensibile (ricostruzione)

Il condensatore non è "ad aria", ma gli assomiglia da vicino. Il dielettrico, in questo caso, è uno strato di plastica porosa: i "pori", in comunicazione tra loro, contengono appunto aria, ed è questa che, con il variare della temperatura e della quantità di vapore acqueo, cambia la sua costante dielettrica.

Di per sé l'elemento sensibile non fa niente: lasciato a sé stesso non produce alcun segnale elettrico. Ma quando ad uno dei suoi capi viene posta una tensione oscillante, sull'altro vedremo comparire una tensione il cui valore dipende, tra le altre cose, dalla costante dielettrica del dielettrico poroso.

Qualcosa, o qualcuno, deve così generare una tensione oscillante su una delle due armature, campionare la tensione sull'altra, tradurre la differenza in costante dielettrica, e poi quest'ultima in temperatura e umidità relativa.

Passaggi, questi, piuttosto complicati. Ed infatti, il minuscolo chip in Figura 2 li può compiere grazie ad un microcontrollore (che sta dentro al chip!), programmato nel giusto modo.

Incredibile, vero? Il nostro sensore HTS221 contiene un intero computer. Miracoli della miniaturizzazione.

Grazie a questo accorgimento, compiere la lettura dei valori di temperatura e umidità dalla HTS221 è, a suo

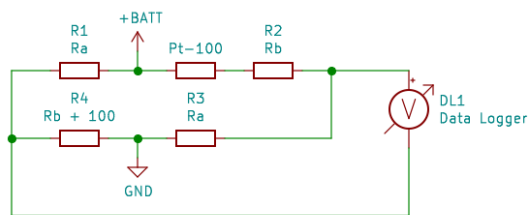


Figura 5. Circuito per la conversione dell'uscita di una Pt-100 (una resistenza variabile in funzione della temperatura) in una tensione leggibile dal *data logger*

modo, una cosa facile: basta chiederle al sensore! Il sensore, interrogato, risponde.

Eh, bei tempi, questi. Un vero paradiso, per ingegnere ed ingegneri elettronici. Un tempo leggere una temperatura avrebbe richiesto prima di tutto di costruire un circuito come quello in Figura 5.

Chi ha qualche esperienza di elettronica non faticerà a riconoscere nella Figura 5 un ponte di Wheatstone, un arrangiamento “furbo” di resistori (i rettangolini), che quando $b+Pt100$ presenta una tensione ai capi del *data logger* esattamente uguale a zero. Ma questo, per come è costruito il circuito, accade solo quando $Pt100=100$. Cosa, questa, che per come sono costruite tutte le Pt-100 del mondo succede solo alla temperatura di 0 °C.

Quando la temperatura cambia rispetto a 0 °C, la resistenza della Pt-100 cambia a sua volta (in modo non-lineare, ma conosciuto quasi esattamente e tabellato), ed il ponte si “sbilancia”. Quando ciò accade, la tensione ai capi del *data logger* non è più 0 V, ma ha un valore che dipende da Pt100 (la resistenza della Pt-100 “a quella temperatura lì”), Ra, e Rb, come al solito in modo non lineare.

La relazione non-lineare tra temperatura e tensione ai morsetti del *data logger*, anche se complicata, è conosciuta e, cosa molto importante, invertibile. Determinare l’inversa della curva di risposta della Pt-100 e del ponte richiede una certa pazienza, ma si può fare: una volta che l’inversa c’è, poi, è uno scherzo far convertire al *data logger* la tensione che ha letto nella temperatura corrispondente.

Ah, dimenticavo. Il circuito in Figura 5 va realizzato, su una basetta opportuna, saldando e sistemando componenti. Il ponte di Wheatstone, nella semplicità, è un circuito estremamente delicato: bisogna fare molta cura a che i collegamenti non abbiano una resistenza eccessiva, e che i resistori fissi siano del giusto valore e tale rimangano al variare della temperatura. Cosa che richiede l’uso di resistori di precisione, il cui costo può essere proibitivo.

Decisamente più facile collegare al *data logger* una HTS221, e chiederle i valori di temperatura e umidità relativa.

Ora: la HTS221 è un chip a montaggio superficiale.

Il che è come dire che, primo, la basetta su cui va saldata deve essere prodotta con tolleranze molto ristrette, al di là delle possibilità umane dirette; e che, secondo, va saldata alla basetta facendo molta, ma molta attenzione: con la mia scarsa manualità avrei ben poche speranze di riuscirci.

Ma per fortuna, c’è chi ha pensato a noi (per proprio profitto ☺). L’azienda americana AdaFruit produce una “*breakout board*” per la HTS221. Le *breakout board* sono schedine, abbastanza piccole da poterle inserire senza grossi problemi in circuiti più ampi, ma grandi abbastanza da permettere di maneggiarle facilmente.

La *breakout board* per la HTS221 di AdaFruit, quella che ho adoperato io, è rappresentata in Figura 6.

Le dimensioni della *breakout board*, rapportate a quelle della HTS221, sono enormi: 25 millimetri in larghezza per 17 in profondità. La HTS221, al centro esatto, si distingue appena.



Figura 6. Breakout board per la HTS221

E non è sola. Accanto a lei vediamo una circuiteria piuttosto complessa. Se vi fidate, posso dirvi che oltre alla HTS221 contiene anche una centralina di alimentazione stabilizzata, dei convertitori di livello, e due connettori che, volendo, si possono adoperare per collegare la breakout a certi tipi di registratori di dati senza fare saldature.

In basso vediamo una cosa interessante: dei terminali a saldare, che si prolungano sul lato opposto a quello fotografato in un connettore a pettine, con il passo giusto (un decimo di pollice) per poterlo innestare in una “*breadboard*”¹ o in una piastra millefori.

¹ Da noi le chiamano anche “basette sperimentali”: se cercate in rete ne trovate decine di tipi. Io non le uso. Almeno, per i progetti che richiedono un minimo di cura: sono delicatissime, e le componenti, infilate a pressione, ci mettono un niente a perdere contatto

Insomma: lato HTS221 abbiamo tutto. Anche sin troppo.
Possiamo passare alla scelta del registratore di dati.

4. Dialogo tra la HTS221 e il sistema di registrazione dei dati

Ho accennato al fatto che la HTS221 dialoga con i calcolatori usati per acquisire i dati attraverso opportuni "protocolli". A questo punto, però, è bene che sia un poco più specifica.

Dentro la HTS221 c'è, come abbiamo veduto, un computer, minuscolo ma potente. Questo computer parla due lingue: la I²C, e una variante della SPI.

Come spesso accade nell'ingegneria elettronica usiamo sigle, spesso impronunciabili. Non facciamo apposta: solo, siamo pigre e pigri, e ci rifiutiamo di dire le cose in modo piano e intero.

La sigla I²C vuol dire "Inter-Integrated Circuit", ed è

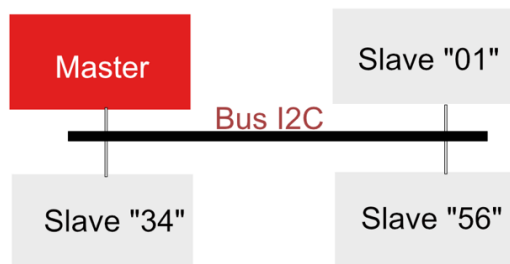


Figura 7. Collegamento di dispositivi tramite bus

un'interfaccia che permette di far dialogare tra di loro circuiti integrati diversi. A livello elettrico, la I²C è un "bus", cioè un insieme di (due) conduttori ai quali si collegano tutti i circuiti integrati nel modo indicato nella Figura 7.

La comunicazione è avviata da un "master", che invia i suoi ordini a tutti gli "slave" collegati al bus.

Tra questi, a rispondere è il solo slave il cui indirizzo è uguale a quello che il master ha stabilito nel suo invio di ordine.

Morale (per noi importantissima): se un master deve parlare con più slave, questi devono avere indirizzi distinti. In Figura 7 alcuni esempi di indirizzo sono riportati tra virgolette: se il master vuole parlare col dispositivo di indirizzo "34", allora invierà al bus un messaggio contenente l'indirizzo 34. Tutti i dispositivi collegati riceveranno il messaggio, ma solo quello di indirizzo "34" risponderà.

La sigla SPI vuol dire "Serial Peripheral Interface", e indica un altro tipo di protocollo, completamente diverso da I²C. Nella sua forma standard, il collegamento SPI prevede non

due, ma quattro fili. Il quarto filo, in un certo senso, è il più interessante: è il segnale di selezione del chip.

Grazie a quello, un master può scegliere a quale slave connettersi, tra quelli disponibili. La topologia è ancora a bus, ma la scelta dello slave non presuppone più una specie di collaborazione da parte di quest'ultimo (il riconoscimento dell'indirizzo!), ma solo un atto di scelta da parte del master.

Nel caso della HTS221 possiamo scegliere: il sensore può usarli entrambi.

Ma. C'è un "ma" importante: a differenza di altri chip con interfaccia I²C, la HTS221 ha un indirizzo fisso. Quindi, sullo stesso bus I²C non possono convivere due o più HTS221. Peccato: noi ne desideriamo due, e la semplicità (meno fili) della I²C ci avrebbe fatto comodo.

La necessità di usare due HTS221 ci da, così, un vincolo: dobbiamo usare per forza il protocollo SPI.

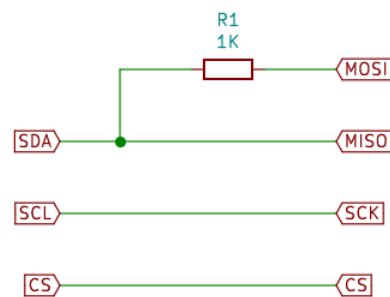


Figura 8. Corrispondenza tra i contatti della breakout della HTS221 (sinistra) e quelli del sistema di acquisizione (destra)

Poco fa, dicevo che però la HTS221 non usa la SPI nella sua versione standard, ma una versione modificata a tre fili. Vale la pena di vedere i due circuiti di collegamento, quello standard e quello modificato (Figura 8): un dettaglio minuto, ma rappresentativo delle piccole cose da capire e far funzionare, quando si progetta qualcosa.

Vale, anche, la pena di vedere cosa significano le sigle che compaiono in Figura 8: sono importanti, perché corrispondono a ben precisi contatti della breakout della HTS221 (a sinistra) e del sistema di acquisizione (a destra).

MISO e MOSI, intanto. Nel "linguaggio" SPI indicano le due linee lungo le quali passano i dati: la SPI è bi-direzionale.

SCK è invece la linea che trasporta il segnale di clock, un'onda idealmente quadra che detta il passo di trasferimento dei dati. CS, importantissima, è invece la linea di selezione del chip: se forzata a livello logico basso, "costringe" la HTS221 corrispondente a mettersi in ascolto dei comandi. Il sistema di acquisizione, naturalmente, deve fare in modo da attivare le HTS221, o più in generale

i diversi dispositivi collegati al sistema di acquisizione, a turno: tranne CS, infatti, le altre linee SPI sono condivise.

Dall'altro lato, SDA e SCL normalmente indicano la linea dati e la linea di clock della I²C. Ma qui parliamo SPI, quindi perché sigle del genere? La risposta è, "per risparmiare spazio": il produttore della HTS221 ha previsto di costruirle minimizzando il numero di contatti in uscita dal o in ingresso al chip. Alcuni di questi contatti hanno così più funzioni, e nel dubbio i costruttori hanno usato i nomi della I²C, più facile e di fatto più usata.

5. Scelta del sistema di registrazione dei dati

Ci siamo: possiamo (dobbiamo!) scegliere un dispositivo di acquisizione. Dato che quest'ultimo deve compiere elaborazioni, dovrà necessariamente contenere un calcolatore di qualche tipo. E un lettore MicroSD, con cui scrivere i dati.

La scelta, a questo punto, è tra elaboratori dotati di sistema operativo (ad esempio un Raspberry Pi), e sistemi a microcontrollore che il sistema operativo non ce l'hanno.

Questi ultimi hanno sui primi, a mio avviso, alcuni vantaggi:

- Consumano *molto* meno – cosa importante in un contesto di campagna, dove è auspicabile che la presa di dati possa avvenire anche per tempi lunghi.
- Più semplici, sono meno soggetti a malfunzionamenti "figli della complessità". Ad esempio, il sistema operativo potrebbe "congelarsi": ma se il sistema operativo non c'è...
- Sono, poi, più robusti.

Opinioni le mie, naturalmente, basate sulla mia esperienza, ma comunque opinioni da pasticceria-bar. Sulla loro base, mi sono orientata verso i microcontrollori.

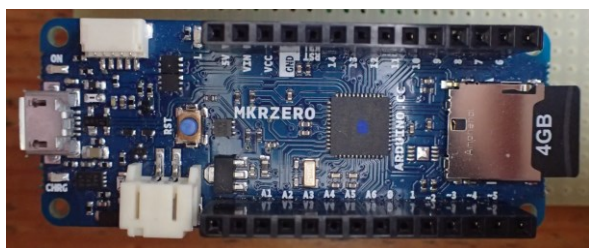


Figura 9. Il sistema di registrazione dei dati scelto: un Arduino MKRZERO

Tra questi ho scelto la scheda Arduino MKRZERO (in Figura 9): intanto, esiste, e non dobbiamo inventarla noi (cosa non impossibile, ma che è una faticaccia). E poi, ha un lettore MicroSD integrato: un'altra cosa da non cercare. Il microcontrollore appartiene alla famiglia Arm Cortex

M0+, una macchina a 32 bit notevolmente efficiente. Un computer sofisticato e potente, che però non è in grado di eseguire direttamente le operazioni matematiche "in virgola mobile" – con la virgola, insomma. Poco male: nel nostro caso le operazioni "in virgola mobile" da fare sono poche, e non costa quasi nulla al microcontrollore eseguirle "in emulazione".

La Storia ci dirà se questa mia scelta è stata sensata o no. ☺

6. La stazione, versione 1

Ora abbiamo compiuto tutte le scelte importanti: possiamo assemblare la nostra stazione. Potremmo farlo direttamente, usando una piastrina millefori e un saldatore. Io preferisco fare un passaggio in più, e *disegnarla* in modo somigliante ad una piastra per prototipi.

Per farlo, uso il programma gratuito *Fritzing*. Il risultato di

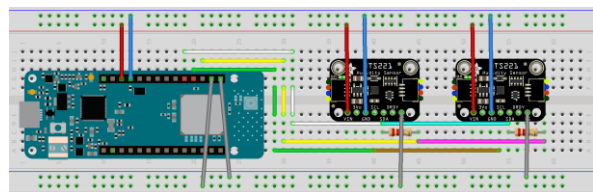


Figura 10. La stazione assemblata su una piastra da prototipi virtuale; l'Arduino rappresentato è un MKR 1010: lo schema dell'MKR ZERO non c'è, ma la disposizione dei piedini dell'MKR 1010 è esattamente la stessa

questa piccola fatica è presentato nella Figura 10.

Nell'uso delle piastre da prototipi, reali o virtuali, occorre conoscere alcune regole.

Intanto, le due prime e ultime righe sono dei "bus": ogni punto della prima riga è, per esempio, connesso con tutti gli altri punti della prima riga, ed a nessun altro punto delle altre righe. Così per la seconda, penultima ed ultima riga. I punti collocati all'interno, invece, sono collegati per colonne.

Sfruttando queste convenzioni è possibile realizzare facilmente i collegamenti che servono, con spezzoni di filo (nel mondo reale) oppure tramite linee (nel mondo virtuale).

I "cavi virtuali" li ho colorati in modo da riflettere la loro funzione nello schema. L'unica deroga alla mia regola riguarda le linee MISO, MOSI e SCK, nelle quali ho usato due colori differenti in modo da mostrare i casi di doppio collegamento.

A cosa serve un diagramma come quello di Figura 10?

Non ancora come guida per realizzare il circuito, ma senz'altro per riflettere.

Intanto, l'esistenza dello schema ci garantisce sulla fattibilità della nostra stazione.

Se la stazione è fattibile, nulla ci vieta di immaginarla "viva" prima ancora di averla costruita per davvero. L'utilità della cosa è che questo sforzo di immaginazione, insieme ad un pizzico di fortuna, ci può aiutare a prevedere problemi prima che questi abbiano a verificarsi in campo – cosa che ci obbligherebbe a fastidiosi momenti-oops, e poi a correzioni non sempre possibili.

Nel nostro caso, in effetti, già figurandoci il sistema scopriamo una cosa interessante: bene, possiamo costruire un sistema capace di compiere misure da due HTS221, confrontarle, e registrarle. Ma: come possiamo fermare la registrazione?

A prima vista questo non sembra un gran problema: quando abbiamo deciso di averne abbastanza con la registrazione, possiamo semplicemente sfilare la MicroSD. Ci sono modi (software) per utilizzarla che permettono, almeno sulla carta, di evitare di sfilare la MicroSD "a file aperti". Le scritture su MicroSD avvengono infatti in modo "bufferizzato", con gli accessi alla scheda compiuti solo quando il buffer è pieno. Sfilare la MicroSD prima che il file in corso di scrittura sia stato chiuso comporta nel caso la perdita di tutti i dati conservati nel buffer non ancora scritto. Ovviare a questo problema è semplice: basta chiudere il file dopo ogni scrittura, oppure usare un'istruzione "flush", che forza la scrittura dell'ultimo buffer senza dovere attendere.

7.La stazione, versione 2 (finale)

Questo modo di procedere funziona, ma non mette al riparo da un problema molto insidioso: che cosa

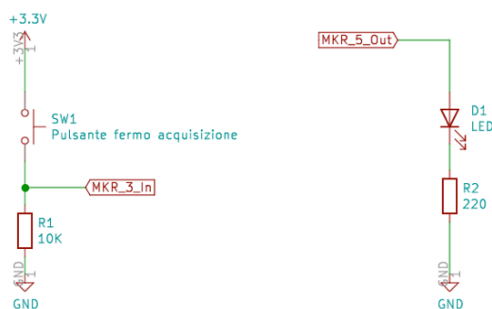


Figura 11. Circuiti di servizio per un pulsante (sinistra) e un LED (destra)

accadrebbe, se sfilassimo la MicroSD proprio mentre il sistema ci sta scrivendo qualcosa? In questo caso il risultato dipende dalla (s)fortuna, e nella situazione peggiore vedremmo la scheda MicroSD "corrompersi irreversibilmente". Non solo perderemmo il buffer non-

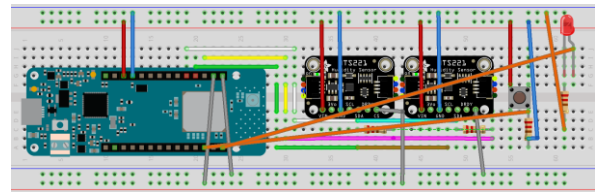


Figura 12. Schema della stazione in versione 2

completamente-scritto, ma tutti i dati registrati sulla scheda, e la scheda stessa.

Dobbiamo, così, trovare un modo che permetta di *chiudere un'acquisizione* in modo sicuro e affidabile.

Il modo che uso io, e che ritengo ad oggi il migliore, si basa su un pulsante di fermata acquisizione (e su un LED bello grosso che, illuminandosi in modo costante, ci dica "OK, puoi sfilare la MicroSD senza pericolo" – tutti gli Arduino, inclusa la nostra unità, hanno un LED di servizio, ma piccolo piccolo, di quelli che all'aperto non si vedono quasi).

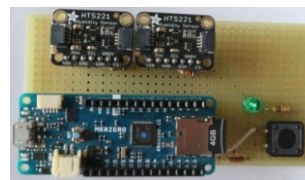


Figura 13. La stazione finita, vista dall'alto

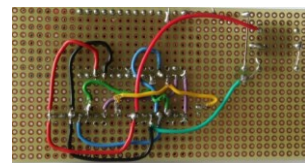


Figura 14. La stazione finita, vista da sotto

Aggiungere il pulsante ed il LED vuol dire riservare due pin dell'Arduino MKRZERO: il 3 ed il 5, in posizioni comode. Il primo, da configurare come ingresso, ci servirà per leggere lo stato del bottone, mentre il secondo, da configurare come uscita, ci servirà per pilotare il LED.

LED e pulsanti non si possono collegare direttamente all'Arduino: vanno previsti due circuiti appositi (in Figura 11).

Il circuito a sinistra della Figura 11 serve per il pulsante: quest'ultimo è posizionato tra la tensione di alimentazione e la terra, con un resistore che serve come limitatore di corrente. A metà del circuito vediamo il collegamento con il pin 3 dell'Arduino: se il pulsante si trova nello stato non premuto, il pin 3 si trova allo stesso potenziale della terra, cioè a 0V, corrispondenti al livello logico "0" (OFF). Se però premiamo il pulsante, il pin 3 si porta all'istante al potenziale di alimentazione, 3.3V, che corrispondono al livello logico "1" (ON). Nel circuito a destra, invece, vediamo che il LED è collegato dal capo dell'anodo al pin 5, e da quello del catodo ad un resistore e da lì alla terra.

Il pin 3 è configurato come ingresso, in modo da leggere gli stati logici che corrispondono agli stati di pressione del

pulsante. Il pin 5, invece, è un output, una uscita, e può così essere pilotato da programma: se forzato nello stato OFF, non fa passare corrente attraverso il LED che così rimane spento. Ma se forzato ad ON, induce passaggio di corrente attraverso il LED, che in risposta si accende.

I due nuovi circuiti, aggiunti a quanto avevamo stabilito nella prima versione della stazione, ci portano alla seconda, presentata in Figura 12.

Ed eccola, infine, la stazione. La Figura 13 ne mostra il prototipo di fronte, mentre la 14 ci fa vedere il retro.

Come possiamo vedere non ho adoperato una *breadboard*: troppo instabile, per un oggetto che dovrebbe funzionare in modo prevedibile e magari per un lungo tempo: ho preferito saldare le componenti su una basetta millefori, seguendo il progetto.

Dalla Figura 13 non lo vediamo, ma ho anche fatto in modo da posizionare le parti di maggior valore, l'Arduino e le due *breakout* HTS221, su zoccoli a pressione: in questo modo le potremo, un giorno, volendo, riciclare.

8. Migliorie?

Nella versione 2 la nostra stazione misura la temperatura. Ma potrebbe anche occuparsi della presa di altri dati, la pressione atmosferica per esempio, o la velocità del vento. Oppure anche, potremmo volere aggiungere alla stazione un GPS, che ci permetta di capire che giorno è, che ore sono, e dove si trova la stazione mentre acquisisce i dati.

Volessimo aggiungere questi pezzi in più dovremmo armarci d'una certa sana pazienza, sfogliare i cataloghi dei vari produttori e rivenditori (AdaFruit, o Farnell, o DigiKey, o RS Components per esempio), e cercare qualcosa di interessante.

Ma non dovremmo limitarci a quello: una volta scelti i sensori che interessano dovremmo anche decidere se effettuarne la lettura in singolo o in doppio come abbiamo fatto nel nostro prototipo, e nel secondo caso in che modo costringerli a convivere. Insomma, c'è un momento di studio, compiuto sui *data sheet* dei vari componenti.

Infine, si dovrebbe decidere come collegarli al sistema di acquisizione: niente di che, basterebbe procedere come vi ho fatto vedere.

Gli elementi a questo punto li avete tutti: volendo, potete fare direttamente voi.

Ma continuiamo, con soltanto temperatura e umidità relativa lette "in doppio": non ce ne pentiremo.

9. Uno sguardo indietro

Siamo arrivate, arrivati in fondo al primo passo! Abbiamo un prototipo!

Possiamo tirare un sospiro di sollievo: la parte più noiosa, per noi gente di meteorologia, è andata.

Pensiamo un attimo, però, a quanto abbiamo ottenuto.

Adesso potremmo leggere dati di temperatura e umidità, nulla più. Ma siamo in grado di farlo in modi che non sarebbero possibili con una "stazioncina meteo" di quelle che si comprano.

Intanto, noi i dati li possiamo registrare, in modo da poterli analizzare e rifletterci.

Poi, la nostra stazione è intrinsecamente (più) capace delle altre di riconoscere malfunzionamenti nelle misure.

E ancora: non ne abbiamo parlato, ma per funzionare non ha bisogno di un computer: può operare in modo autonomo e, come vedremo nelle prossime puntate, ovunque.

Insomma: per quanto piccolo, tra le mani abbiamo un dispositivo "da ricerca".

E tutto questo, tramite semplici richieste progettuali relative all'hardware: quali pezzi, e come combinarli tra di loro.

Abbiamo, spero, anche scoperto un'altra cosa, o almeno spero: possiamo anche noi. Quanto ho detto non fa certo di noi dei progettisti elettronici, ma ci mostra che possiamo almeno arrivare a semplici prototipi: cosa utilissima, per poter concepire stazioni meteorologiche più vicine alle nostre esigenze.

10. Nella prossima puntata

Ora che abbiamo un prototipo, vedremo come infondergli vita con un primo programma di acquisizione. Naturalmente non ci fermeremo lì: parleremo, anche, di letture elementari, dati grezzi e dati mediati. E, prometto, ne vedremo delle belle.



Autore: Patrizia Favaron

BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY



Il comitato editoriale del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology* ha promosso un nuovo *Special Issue* sulla tematica “*Artificial Intelligence and Meteorology*”, (<https://link.springer.com/collections/gaegcaeeda>)

che mira a raccogliere contributi scientifici riguardo le metodologie innovative di Intelligenza Artificiale, in particolare il Machine Learning applicate nel campo della meteorologia e del clima. Le sottmissioni si sono aperte il 1 Novembre. Gli Editor che cureranno questa raccolta sono *Tiziana Paccagnella, Marco Arpagaus, Frank Marzano, Gianpaolo Balsamo e Pierpaolo Alberoni*.

Questo special issue va ad affiancare gli altri due, dedicati rispettivamente a “*Observation challenges in mountain meteorology*” e al Terzo Congresso AISAM.

Ulteriori dettagli su sito: <https://link.springer.com/journal/42865/collections>

Si segnalano infine le nuove pubblicazioni, accessibili liberamente dal sito:

Fasano, G., Diémoz, H., Fountoulakis, I. et al. Vertical profile of the clear-sky aerosol direct radiative effect in an Alpine valley, by the synergy of ground-based measurements and radiative transfer simulations. <https://doi.org/10.1007/s42865-021-00041-w>

Flamant, C., Chazette, P., Caumont, O. et al. A network of water vapor Raman lidars for improving heavy precipitation forecasting in southern France: introducing the WaLiNeAs initiative. <https://doi.org/10.1007/s42865-021-00037-6>

Favaron, P. Time-lapse photography and its teaching usefulness in planetary boundary layer meteorology. <https://doi.org/10.1007/s42865-021-00039-4>

Petkov, B., Vitale, V., Di Carlo, P. et al. The 2020 Arctic ozone depletion and signs of its effect on the ozone column at lower latitudes. <https://doi.org/10.1007/s42865-021-00040-x>

LA PROCLAMO DOTTORE...

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

Simulazioni meteorologiche su terreno montuoso complesso a risoluzione sub-chilometrica (Weather simulations over complex mountainous terrain at gray-zone resolution)

Dott. Andrea Melis

Università degli studi di Torino

Laurea Magistrale in Fisica dell'Ambiente e delle Tecnologie Avanzate

Relatore: Prof.ssa Silvia Ferrarese

Co-Relatori: Dott. Alessio Golzio

Anno Accademico 2020/2021



Abstract



Figura 1: Stazione micrometeorologica in Alpe Veglia.

Le previsioni meteorologiche su terreno montuoso complesso sono oggi una sfida, poiché la modellizzazione dei processi legati alla microfisica, allo strato limite planetario e allo strato superficiale sono molto complessi. A questo si aggiunge l'orografia che in aree montuose presenta valli strette, alti picchi o plateau d'alta quota, il tutto caratterizzato da una diversità di suoli e da usi del suolo che spaziano dal centro urbano al bosco, dal pascolo alla roccia, dal lago al ghiacciaio.

Dal punto di vista modellistico per poter rappresentare al meglio questa diversità del paesaggio è necessario utilizzare un passo griglia sub-chilometrico e dei dati di orografia e uso del suolo ad alta risoluzione. Questo permette, contestualmente, di descrivere anche i processi fisici (ad es. di bilancio energetico) o di dinamica atmosferica (dovuti all'orografia) che prima non erano risolti, mentre i processi che verteranno su scale ancora inferiori saranno parametrizzati.

In questo lavoro è stato utilizzato il modello WRF (Weather Research and Forecasting) applicandolo ad un caso studio (24-30 maggio 2020) focalizzato sulle Alpi nord-occidentali e in particolare sulla piana dell'Alpe Veglia (1746 m s.l.m.) posta al confine con la Svizzera. Contemporaneamente operava una stazione micrometeorologica misurante le grandezze meteorologiche standard, la turbolenza (un livello a 5 m dal suolo) e alcune variabili nel suolo. Lo scopo è di verificare se un uso del suolo più dettagliato e fedele alle caratteristiche alpine (fornito dal database Corine Land Cover) e/o una risoluzione inferiore al chilometro possano migliorare gli output di WRF, rendendoli più simili alla realtà. A tale scopo sono state considerate la stazione dell'Alpe Veglia (in cui si possono verificare anche i flussi di calore) e altre sette stazioni disposte nei dintorni. Le osservazioni sono state confrontate con tre simulazioni effettuate variando l'uso del suolo (Corine o MODIS) oppure il passo griglia (1 km, 0.5 km).

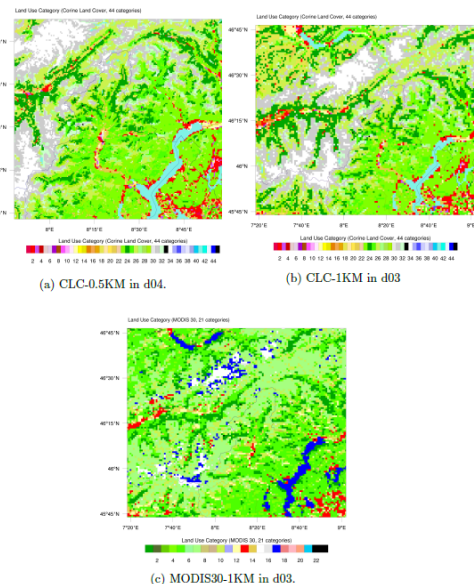


Figura 2: Descrizione del tipo di suolo identificato nel dominio più interno per le diverse simulazioni. (a) Res: 0.5 km, land-use: Corine Land Cover; (b) Res: 1 km, Land-use: Corine Land Cover; (c) Res: 1 km, Land-use: Modis30.

Valutazione della performance del modello meteorologico MOLOCH per previsioni di portata nei bacini Seveso-Olona-Lambro

(Performance evaluation of the MOLOCH meteorological model for discharge forecasting over the Seveso-Olona-Lambro river basins)



Dott. Nicolás Andrés Chaves González

Politecnico di Milano

Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – Idraulica

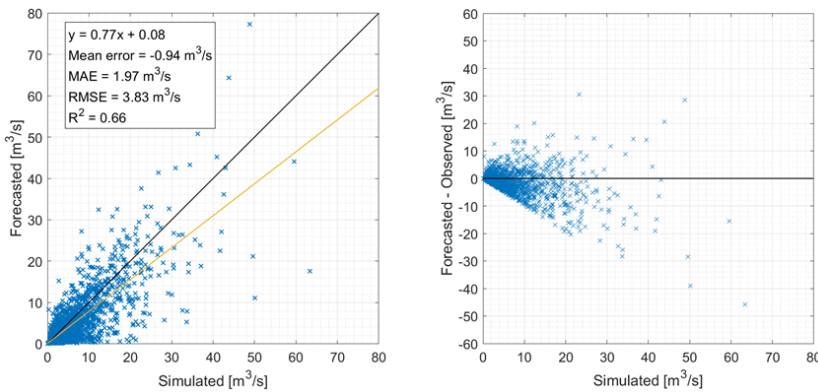
Relatore: Dr. Giovanni Ravazzani

Co-Relatore: Dr. Alessandro Ceppi

Anno Accademico 2020/2021

Abstract

MEAN DAILY FLOWRATE - BOVISIO

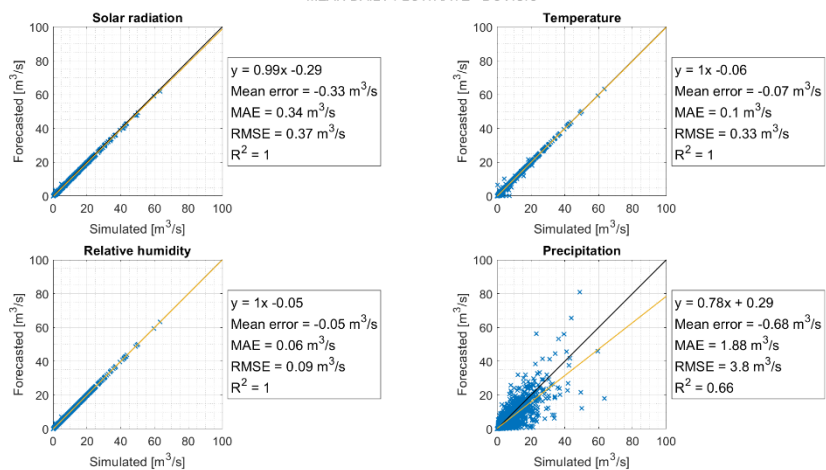


Le inondazioni sono disastri naturali che causano una grande quantità di danni in tutto il mondo ogni anno, portando a perdite di vite umane, economiche e distruzione. Di conseguenza, la previsione di questi tipi di eventi attraverso modelli idro-meteorologici è di estrema importanza in particolare dal punto di vista di protezione civile poiché permette alle istituzioni di ridurre il rischio idraulico creato con l'utilizzo dei sistemi di allertamento. Tuttavia, nei cosiddetti *ungauged basins*, cioè, quei

bacini idrografici ove non esiste la misura diretta d'informazione meteorologica per l'inizializzazione dei modelli, non sempre è possibile implementare una catena di previsione partendo da osservazioni al suolo. Nel presente studio viene valutata la possibilità di usare le previsioni meteorologiche ottenute tramite il modello MOLOCH per inizializzare il modello idrologico FEST-WB e così realizzare le previsioni di portata. Questo, ipotizzando che l'errore commesso nella previsione di portata risulti essere trascurabile quando vengono utilizzate previsioni meteorologiche nelle prime 24 ore.

Lo studio viene sviluppato in un'area ben conosciuta come i bacini dei fiumi Seveso-Olona-Lambro situati a nord della città di Milano. In tal modo, le principali variabili idro-meteorologiche vengono analizzate svolgendo un confronto fra l'informazione meteorologica osservata e spazializzata, ottenuta tramite le stazioni meteo di ARPA e Meteonetwork, e quella prevista. Inoltre, viene eseguita un'analisi di sensitività con l'utilizzo della metodologia "one-factor-at-time" con lo scopo di definire quale delle forzanti influisce maggiormente sulla

MEAN DAILY FLOWRATE - BOVISIO



previsione di portata. Viene evidenziato il fatto che per le portate a scale oraria e giornaliera esiste una corrispondenza dell'informazione discreta con una tendenza alla sottostima, in particolare per valori elevati, e che la sottostima della precipitazione (soprattutto in estate) e la sovrastima della radiazione solare sono le ragioni principali di questo comportamento. Pertanto, per migliorare la prevedibilità quando vengono accoppiati i modelli sopra citati, azioni aggiuntive devono essere valutate per migliorare la corrispondenza delle forzanti meteorologiche.

Rivisitazione della dinamica atmosferica delle due alluvioni del secolo sul nord-est Italia (Revisiting the atmospheric dynamics of the two century floods over north-eastern Italy)



Dott. Francesco Sioni

Università degli Studi di Trento / Innsbruck Universität

Laurea Magistrale in Environmental Meteorology

Relatore: Dr. Silvio Davolio, Dr. Lorenzo Giovannini, Dr. Federico Grazzini

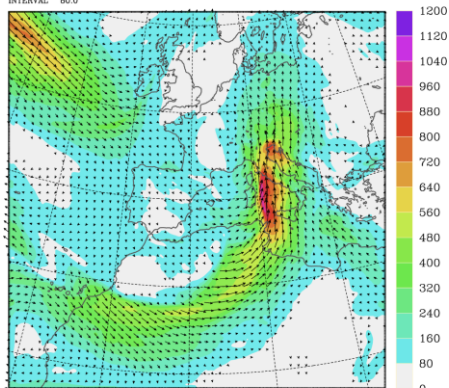
Anno Accademico 2020/2021

Abstract

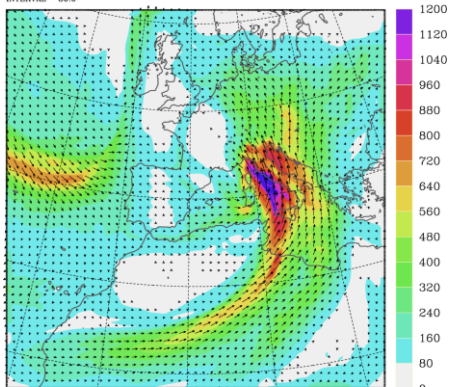
Gli eventi di precipitazione estrema (EPE) sono episodi meteorologici che possono portare ad impatti drammatici sulla società in termini di perdite economiche e vittime. Prevenire i danni causati da questi eventi e migliorarne la previsione risulta quindi di fondamentale importanza.

Questo lavoro ricostruisce la dinamica atmosferica che ha causato i due EPE più intensi (sia in termini di precipitazione totale che di area interessata) sull'Italia nord-orientale negli ultimi 60 anni: l'alluvione "del secolo" (3-5 novembre 1966) e la tempesta Vaia (27-30 ottobre 2018). Gli eventi sono stati ricostruiti con diverse tecniche utilizzando sia dati di

INT. VAPOUR FLUX (KG/M/S)
INITIAL DATE 03/11/1966 0000 UTC
FORECAST HOUR + 24 00 VALID AT 04/11/1966 0000 UTC
INTERVAL 60 0



BOLAM MODEL, ISAC-CNR, BOLOGNA
INT. VAPOUR FLUX (KG/M/S)
INITIAL DATE 26/10/2018 1200 UTC
FORECAST HOUR + 73 00 VALID AT 29/10/2018 1300 UTC
INTERVAL 60 0



Trasporto di vapore integrato fino a 300 hPa che mostra gli AR nei due eventi: Alluvione del 66 (in alto) Vaia (in basso).

rianalisi (ERA5, archivio delle precipitazioni ArCIS) che simulazioni numeriche (BOLAM). L'evoluzione sinottica segue la tipica dinamica associata a precipitazioni intense sull'Italia nord-orientale nel periodo autunnale caratterizzata dall'approfondimento di una saccatura atlantica sull'Europa occidentale che veicola l'avvezione di aria umida in forma di forti venti di Scirocco sopra l'Adriatico. Le precipitazioni risultano principalmente di origine orografica in relazione all'effetto Stau, nonostante presentino anche locale convezione incorporata.

Le simulazioni numeriche hanno permesso di studiare il trasporto di vapore acqueo dall'Oceano Atlantico fino al nord-est Italia in strutture conosciute come Atmospheric Rivers (AR) presenti in entrambi gli eventi. L'AR nell'evento del 66 è più lungo, tuttavia quello di Vaia mostra un trasporto più intenso e soprattutto maggiormente diffuso su tutto l'arco alpino. Questo fattore spiega il maggior volume totale di precipitazione. In entrambi i casi è inoltre evidente l'interazione degli ARs nella fase di sviluppo con depressioni tropicali presenti sull'Atlantico.

L'utilizzo di una diagnostica per il calcolo del budget di acqua in atmosfera, ha permesso di discriminare tra sorgenti remote e locali di vapore acqueo, le quali hanno alimentato i sistemi di precipitazione. Nel caso del 66 risulta determinante un contributo locale di trasporto di vapore concentrato nei bassi strati (<850 hPa) associato all'evaporazione dal Mediterraneo orientale. Durante Vaia invece un contributo proveniente dall'Atlantico settentrionale risulta la principale causa di precipitazione durante la prima fase. In entrambi gli eventi il trasporto remoto da parte degli AR risulta determinante come dimostrato anche da esperimenti di sensibilità basati sulla riduzione del 75% dell'umidità specifica nelle condizioni al contorno.

Il volume di precipitazione totale in Vaia è superiore a quello del 66, tuttavia i danni complessivi risultano più localizzati e coinvolgono meno vittime. Ciò è attribuibile in primo luogo all'evoluzione nel tempo sia della qualità degli output dei modelli previsionali che del sistema di allertamento di Protezione Civile. In secondo luogo l'ottobre precedente a Vaia è stato molto secco mentre nel caso dell'evento del 66 è stato caratterizzato da numerosi eventi di precipitazione intensa che avevano già saturato il suolo e innalzato la portata dei fiumi.

Analisi di misure in volo da parapendio per rilevare strutture termiche nello strato limite atmosferico montano

(Analysis of airborne measurements from paragliders to detect thermal structures in the mountain atmospheric boundary layer)



Dott.ssa Arianna Coppola

Università degli Studi di Bologna

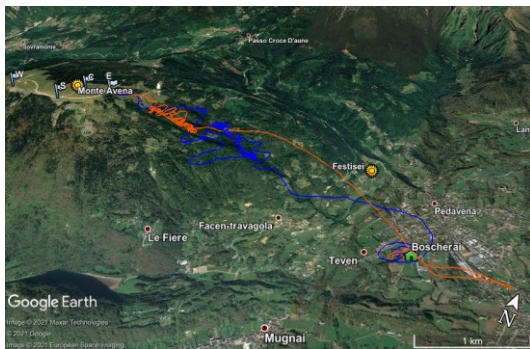
Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: Prof. Silvana Di Sabatino

Co-Relatori: Prof. Dino Zardi, Dott. Mattia Marchio, Dott. Francesco Barbano

Anno Accademico 2019/2020

Abstract



Traiettorie dei due voli svolti il 21 settembre sopra al versante orientale del Monte Avena. Il metodo di identificazione individua termiche nei tratti di ascensione a spirale.

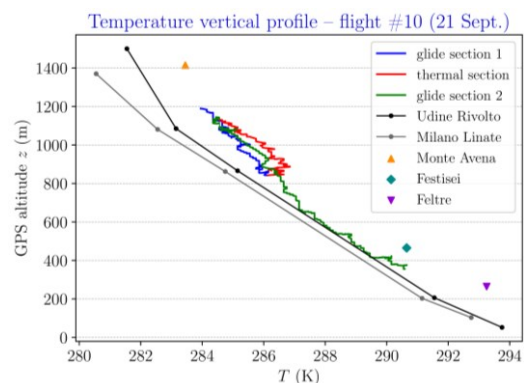
Una campagna di misura è stata condotta nel settembre 2019 sul Monte Avena (Alpi italiane sud-orientali), per valutare la fattibilità e la qualità di una tecnica innovativa per misurare variabili atmosferiche nello strato limite planetario sopra un pendio montano: un *parapendio* equipaggiato con strumenti non convenzionali, per la misura in volo di temperatura e umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, direzione e intensità del vento. In particolare, il lavoro mira a testare se questa tecnica sia valida per acquisire informazioni fisiche sulle *strutture termiche* in atmosfera.

Il parapendio presenta una combinazione di caratteristiche funzionali allo studio delle termiche. Esso infatti è naturalmente

in grado di rilevare la presenza di strutture convettive poiché, essendo privo di motore, può guadagnare quota solo se immerso in aria ascendente. Viene quindi proposto un nuovo metodo di identificazione di una termica, basato sulla misura delle variazioni di quota del pilota attraverso un ricevitore GPS. Rispetto a strumentazione a terra, il parapendio consente un campionamento 3D del volume di atmosfera sopra al pendio e rispetto ad aerei o alianti presenta maggiore elasticità logistica, grazie alla semplicità di decollo e alla maggiore portabilità. Esso inoltre vola con range di velocità e raggi di virata che consentono un'analisi atmosferica a piccola scala.

Le misure sono state raccolte durante diciannove voli, in sette giornate tra il 17 e il 30 settembre 2019, coinvolgendo undici piloti. Ogni giorno sono stati svolti fino a tre voli in contemporanea, utilizzando tre coppie di strumenti prelevati dall'azienda Compass (Castelfranco Veneto). Essendo strumenti progettati per il volo, hanno il vantaggio di essere piccoli, leggeri e assicurabili all'imbrago del pilota. Ogni coppia è costituita da un ricevitore GPS per registrare la posizione in 3D e da una sonda con sensori per la misura delle variabili atmosferiche.

Una prima analisi dei dati, attraverso profili verticali e mappe di temperatura, temperatura potenziale virtuale, rapporto di mescolamento del vapore acqueo e componente verticale dell'intensità del vento, mostra che il parapendio equipaggiato con i sensori adottati è una tecnica promettente per lo studio dello strato limite montano e delle strutture termiche. Le misure in volo risultano in buon accordo con dati da radiosondaggi e stazioni meteorologiche a terra. Il nuovo metodo di identificazione di una termica risulta affidabile, con corrispondenza tra variazioni positive di quota, updraft ed eccessi di temperatura e umidità.



Profilo verticale di temperatura per il volo del 21 settembre con traiettoria blu (immagine precedente), confrontato con radiosondaggi (linee spezzate) e stazioni a terra (punti isolati). È evidente l'eccesso di T nei tratti di ascensione a spirale (rosso) rispetto ai tratti di planata (blu e verde).

Il PDF della tesi è disponibile su AMSLaurea: <https://amslaurea.unibo.it/23468/>

Un video riassuntivo di 4 minuti è disponibile su YouTube: <https://youtu.be/VNo1Zt2L1B0>

Variabilità pluriennale del ghiaccio marino antartico nel settore Pacifico dell'Oceano Meridionale (Multi-year variability of Antarctic sea ice in the Pacific sector of the Southern Ocean)



Dr Antonino Ian Ferola

Università degli studi di Napoli Parthenope

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

Relatore: Prof. Giuseppe Aulicino

Co-Relatore: Dott. Yuri Cotroneo

Anno accademico 2020/2021

Abstract

La variabilità dell'estensione (Sea Ice Extent, SIE) e della concentrazione (Sea Ice Concentration, SIC) del ghiaccio marino antartico è essenziale per studiare e comprendere l'equilibrio del clima terrestre.

Grazie allo sviluppo del telerilevamento, abbiamo potuto osservare come il SIE cambia nel tempo. Il ghiaccio marino è soggetto a variabilità stagionale: durante l'inverno boreale il SIE raggiunge il suo massimo; durante l'estate, invece, il ghiaccio marino subisce un intenso scioglimento causato dall'aumentato apporto radiativo solare. Da un lato questo può essere molto intuitivo, dall'altro è notevole che la formazione e lo scioglimento del ghiaccio marino, si verificano in senso antiorario intorno all'Antartide, a causa della presenza della Corrente Circumpolare Antartica che scorre in quella direzione.

Ci sono molte forzanti che influenzano il SIE e il SIC, le quali possono essere correlate all'oceano e alla variabilità della circolazione atmosferica. Come dimostrato da studi precedenti, il Southern Annular Mode (SAM) è rilevante per questo problema. Per i suoi valori positivi, che stanno interessando l'emisfero australe da molti anni, è stato osservato un approfondimento del Amundsen Sea Low, aumentando la forza dei venti meridionali sul Mare di Ross e contribuendo in questo modo all'aumento del SIE in quest'area. Al contrario, esistono pochi studi sulla relazione tra SIE e la presenza e variabilità degli eddies alla mesoscala dell'Oceano Antartico.

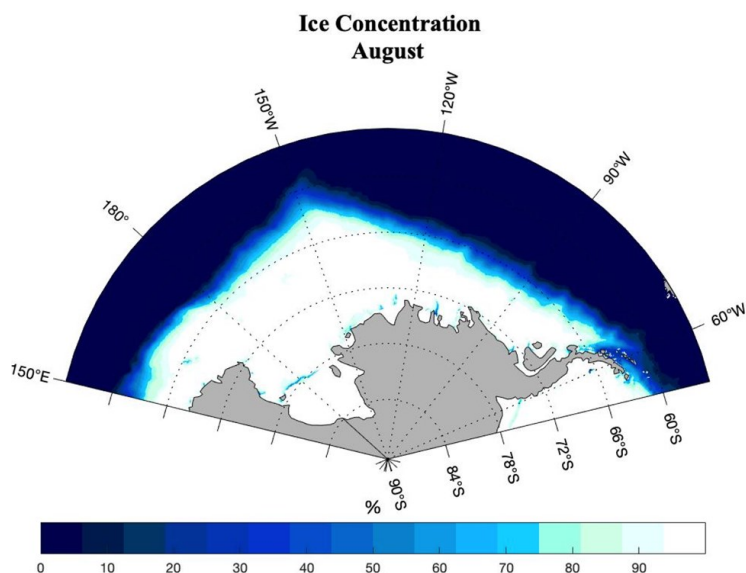


Figura 1. Concentrazione media del ghiaccio marino del mese di agosto relativa al periodo 2002-2020. La concentrazione è espressa in percentuale (evidenziata a colori) e riportata su una proiezione di Lambert del settore antartico occidentale.

In questo studio, analizziamo dati satellitari di SIE e SIC, basati su osservazioni alle microonde passive. L'obiettivo principale è quello di ricavare il trend e le anomalie del SIE e del SIC nel settore Pacifico dell'Antartide negli ultimi due decenni (2002-2020), al fine di migliorare la nostra conoscenza dei meccanismi coinvolti nella variabilità del ghiaccio marino.

I risultati preliminari hanno evidenziato la formazione periodica durante l'inverno australe, di una sporgenza di ghiaccio marino (con un'estensione massima fino a circa 58°S) situata tra 140°W e 150°W di fronte al Mare di Ross (Figura 1).

Per comprendere il motivo per cui tale sporgenza si formi specificamente in quest'area, abbiamo usato dati di altimetria Aviso+ per capire se fosse o meno legata alla presenza e alla dinamica degli eddies caldi e/o freddi.

Valutazione della potenzialità del dataset di rianalisi di ERA5 per la stima delle serie storiche giornaliere di VPD dal 1950 ad oggi



Dott.ssa Elena De Ros

Università degli Studi di Milano

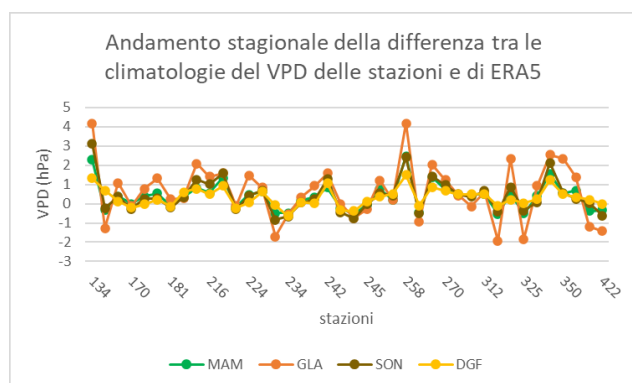
Laurea Triennale in Fisica

Relatore: Prof. Maurizio Maugeri

Co-Relatori: Dr. Veronica Manara, Dr. Michele Brunetti

Anno Accademico 2020/2021

Abstract



Con l'avvento dell'era industriale, le attività umane hanno aumentato considerevolmente il loro impatto sulla concentrazione dei gas serra in atmosfera alterando l'equilibrio del sistema clima ed innescando il conseguente cambiamento climatico. L'aumento della temperatura a livello globale è uno degli effetti principali. Questo aumento, insieme al calo dell'umidità relativa, provoca l'incremento del Vapour Pressure Deficit (VPD), definito come differenza tra la pressione di vapor saturo e la pressione di vapore presente in atmosfera a una data temperatura. Quest'ultimo è un fattore determinante per il

funzionamento dei meccanismi di traspirazione delle piante e per la produttività degli ecosistemi.

In questo contesto, il lavoro di tesi si è posto l'obiettivo di analizzare in quale misura i dati meteorologici attualmente disponibili, permettano di studiare la distribuzione spaziale e l'andamento temporale del VPD negli ultimi decenni nel Centro e Sud Italia.

Particolare attenzione è stata posta sul possibile utilizzo di dati di rianalisi che hanno il vantaggio di essere disponibili ad elevata risoluzione spaziale e temporale. Più specificatamente, mi sono concentrata sulle rianalisi ERA5 prodotte da ECMWF. La valutazione dell'accuratezza del dataset di rianalisi di ERA5 è stata effettuata utilizzando i dati osservativi di 40 stazioni sinottiche della rete del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare, scelte per ottenere una copertura geografica di dati adeguata al confronto con i dati di ERA5 per il Centro e Sud Italia.

La tesi si concentra in primo luogo sulla verifica dell'accuratezza dei dati di temperatura di rugiada del dataset di ERA5 dal 1950 ad oggi, nel Centro e Sud Italia, valutando due aspetti principali: la capacità del dataset di rianalisi di ERA5 di cogliere la climatologia, osservando l'andamento delle medie mensili pluriennali dei dati di ERA5 rispetto ai dati osservativi delle stazioni; la capacità di ERA5 di cogliere le variazioni di temperatura di rugiada rispetto al loro valore medio mensile pluriennale.

Dalle analisi è emerso che ERA5 è in grado di cogliere in modo efficace la climatologia e le variazioni della temperatura di rugiada, sebbene l'accuratezza decresca al crescere della quota delle stazioni. Successivamente è stata svolta l'analisi del VPD, come confronto tra il VPD calcolato con i dati osservativi e quello calcolato sostituendo la temperatura di rugiada osservativa con quella di ERA5.

Dal confronto della climatologia è stato osservato che il VPD calcolato dal dataset di ERA5, sottostima lievemente quello calcolato con i dati osservativi. Inoltre, è stata confermata la difficoltà di ERA5 nel cogliere la climatologia al crescere della quota della stazione analizzata. Come osservato anche nell'analisi della temperatura di rugiada, il problema sembra essere legato sia alla posizione geografica dei punti, sia all'inefficacia del metodo utilizzato per correggere la temperatura di rugiada di ERA5 per renderla rappresentativa di quella che si ha alla quota della stazione.

Si può quindi affermare che il calcolo del VPD, ottenuto utilizzando la temperatura di rugiada del dataset di ERA5, è rappresentativo, con maggiore accuratezza nelle aree a bassa quota e per i punti in cui la differenza tra la quota della stazione e la quota di ERA5 è limitata.

I NOSTRI SOCI COLLETTIVI

ASSOCIAZIONI



Estremi Meteo4



IMPRESE



ENTI PUBBLICI



A LORO LA PAROLA...



Nuovi Progetti di educazione ambientale



L'educazione ambientale e la didattica, principalmente rivolta al mondo della scuola e spesso svolta in collaborazione con altri Enti di Terzo Settore, rappresenta per Fondazione OMD uno strumento efficace di cambiamento nella consapevolezza e conoscenza delle nuove generazioni rispetto ai temi della sostenibilità, della cultura meteorologica e degli impatti e azioni di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici.



Giunto alla sua *4a edizione*, questo progetto di educazione ambientale rivolto agli studenti della **scuola primaria** da questa stagione scolastica prevede una grossa novità: oltre alle lezioni in presenza rivolte alle scuole del territorio della provincia di Lodi, il progetto è disponibile per tutte le scuole di Italia, in modalità online, con l'intervento live degli operatori, che svolgeranno le attività

didattiche in remoto collegati con la classe tramite PC/LIM, guidando e supportando il lavoro degli insegnanti di classe.

Scopri di più: <https://www.nuvoleamotore.it/>

Oltre all'ormai ben avviato **Nuvole a Motore**, sono **tre i nuovi progetti** di educazione ambientale che quest'anno arricchiscono l'offerta didattica di Fondazione OMD.



Dall'esperienza ed evoluzione di Nuvole a Motore, nasce una nuova proposta **per la scuola secondaria di primo e secondo grado**: attraverso una trama coinvolgente e *3 step progettuali*, i ragazzi impareranno a sostenere un *debate*, si divertiranno con un *serious game* appositamente sviluppato, per superare, infine, una sfidante

prova in stile *escape room*

Scopri di più: <https://www.play4climate.it/>

Vedi gli altri progetti: <https://www.fondazioneomd.it/educazione-ambientale>

Nasce Hypermeteo, la startup innovativa che trasforma in digitale tutta l'informazione meteorologica

Hypermeteo è la startup innovativa costituita specificatamente per la fornitura di dati e servizi meteorologici digitali ad alta risoluzione, rappresentativi ed integrabili in sistemi terzi.

Nasce dall'esperienza di *Radarmeteo*, che dal 2007 opera nel settore della meteorologia professionale, e di *Asnacodi* (l'Associazione Nazionale dei Condifesa), da 50 anni un presidio territoriale di riferimento per il mondo della gestione del rischio in agricoltura.

Il dato meteo rappresentativo

I dataset meteo, elaborati digitalmente a partire dall'insieme osservativo globale con il metodo della rianalisi, vengono spazializzati su griglie territoriali ad alta risoluzione, arrivando a costituire un vero e proprio *digital twin* atmosferico del pianeta. Ogni cella di questa griglia digitale corrisponde così ad una stazione meteorologica virtuale e genera un flusso continuo di dati ad alta risoluzione (fino a 1 kmq), in grado di rispondere alle

esigenze digitali di rappresentazione dei fenomeni meteorologici su ogni punto della superficie terrestre (Figura 1).

Hypermeteo eroga una gamma completa di dati (storici, near real-time e previsionali) e servizi (indici e indicatori di rischio, sistemi di notifica/alert, scenari climatici) per un supporto operativo, gestionale e analitico, accurato e rappresentativo (Figura 2)

Tecnologia e cultura del clima che cambia

In un mondo in cui i fenomeni estremi si presentano con sempre maggior intensità e frequenza, l'informazione meteorologica di precisione diventa una risorsa fondamentale per tutte le organizzazioni e le società. Mentre cambiano le dinamiche del divenire delle città, degli insediamenti industriali e l'approccio con il quale vengono gestiti i territori agricoli e impiegate le risorse energetiche, muta anche il modo in cui l'uomo si confronta e interagisce con le condizioni climatiche.

Hypermeteo

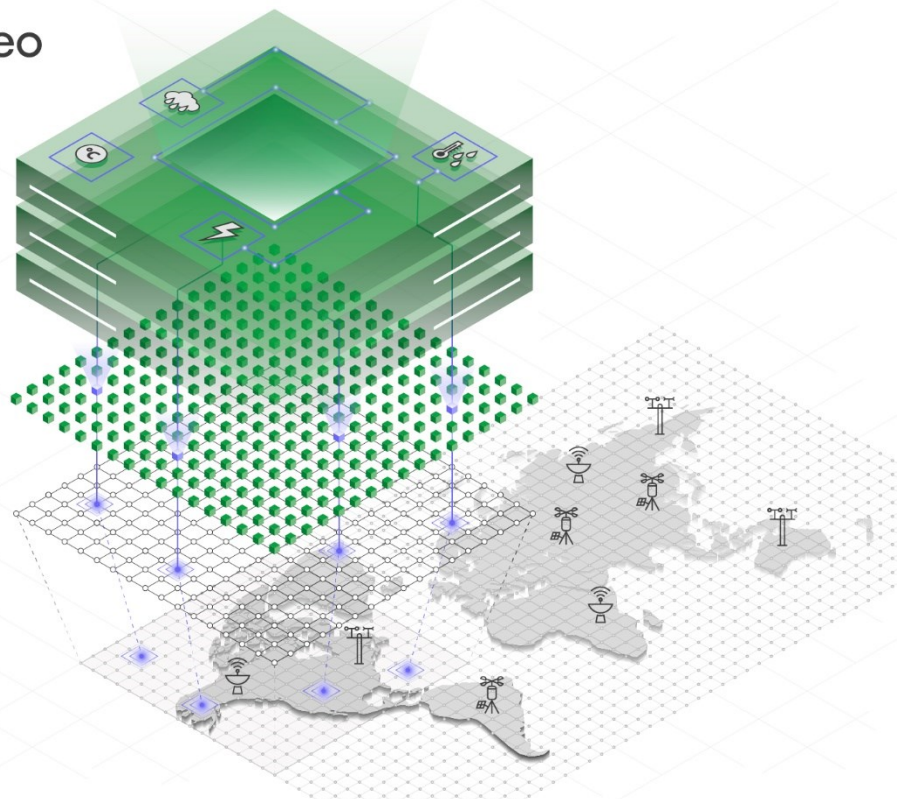


Figura 1. La spazializzazione dei dati meteo su griglie territoriali digitali

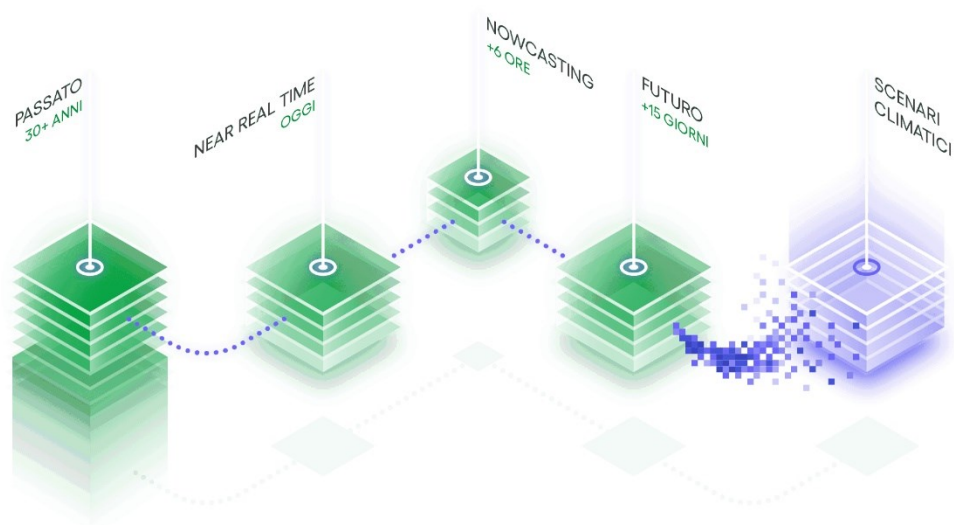


Figura 2. Il flusso temporale dei dati

Poter disporre di sistemi completi, dettagliati e accessibili di previsione ed analisi meteorologica è alla base dello sviluppo sostenibile del pianeta.

Nasce l'esigenza di una informazione meteo-climatica indipendente e non governativa come strumento di pubblica utilità, fruibile a tutte le componenti sociali.

Il digitale favorisce una visione aperta, multidisciplinare e transculturale della meteorologia. Integrando discipline, linguaggi e conoscenze diverse fra loro, la meteorologia digitale è in grado di fornire risposte diversificate e performanti per le funzioni che è chiamata ad assolvere.

Questo approccio amplifica le opportunità di creare valore e innovazione con le informazioni meteo, e apre nuove strade occupazionali, soprattutto ai giovani specialisti della materia, ma anche ai *data analyst* e *scientist*, ed a tutti gli altri ambiti tecnici che si occupano di digitalizzare ed automatizzare i processi.

Per maggiori informazioni:

<https://www.hypermeteo.com/>



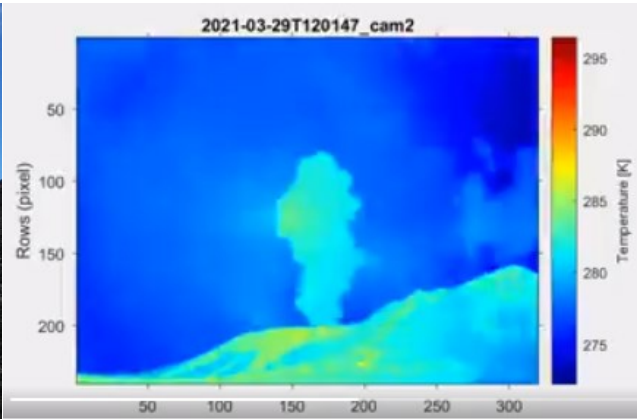
Convective and Volcanic Clouds (CVC) training school

L'idea di una scuola sulle nubi convettive e vulcaniche nasce nel 2014 con l'obiettivo di unire tre settori che apparentemente non hanno molto in comune, ma che in realtà sono strettamente correlati sia dal punto di vista scientifico che operativo: l'analisi e la previsione di nubi vulcaniche, l'analisi e la previsione di eventi convettivi e la gestione del traffico aereo. Infatti, gli stessi strumenti e le stesse tecniche possono essere utilizzati per rilevare ed osservare sia nubi convettive che nubi vulcaniche. Inoltre, le nubi vulcaniche e quelle convettive si mescolano ed è difficile riuscire a distinguere la presenza di cenere all'interno di una nube convettiva. L'eruzione di qualche anno fa dell'Anak Krakatau ne è stato un esempio.

La scuola CVC si propone come obiettivo quello di formare giovani ricercatori con lezioni sia su argomenti di base che su tematiche avanzate di ricerca applicata, in modo da affrontare diversi aspetti e di fornire una visione integrata del problema scientifico. Inoltre, la scuola cerca di far comunicare il mondo scientifico con gli stakeholders, in modo che gli utenti facciano conoscere le loro necessità ai ricercatori e che questi ultimi creino dei prodotti

numero di richieste di partecipazione. Alcune di queste provengono da ricercatori dei paesi in via di sviluppo, che spesso richiedono supporti economici. Purtroppo, a causa dell'esiguità dei fondi a disposizione, è stato possibile finanziare solo un numero limitato di queste richieste. La crisi seguente al COVID-19 ha rapidamente fatto sviluppare le piattaforme per conferenze virtuali ed "aiutato" l'ultima edizione della scuola a diffondersi in paesi in cui non era ancora arrivata come Nepal, Perù, Sudan e Camerun. Negli anni passati, la scuola è stata finanziata e supportata in modo diverso: dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, dalla European Geosciences Union, dal programma SPARC – Stratosphere-troposphere Processes And their Role in Climate -, dalla Marie Curie Alumni Association e dall'AXA Research Fund. Per l'edizione 2019 e 2021, la scuola è stata patrocinata e parzialmente finanziata dall'Università degli Studi di Padova.

La scuola si struttura in due moduli, dedicati rispettivamente alle nubi convettive e alle nubi vulcaniche, connessi tra di loro da una giornata dedicata



Pennacchio di cenere osservato durante l'escursione organizzata nella scuola del 2019 (sinistra); osservazione con una telecamera ad infrarosso di una eruzione di SO₂ dell'Etna durante una campagna di misure (destra).

facilmente utilizzabili per finalità pratiche. Allo stesso modo, gli utenti possono rendersi conto degli strumenti di ricerca impiegati attualmente, dei loro limiti e degli sviluppi futuri.

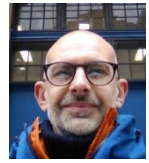
Nelle precedenti sei edizioni hanno partecipato alla scuola 140 ricercatori di 42 diverse nazionalità e 5 continenti, le cui istituzioni di appartenenza sono in 40 diversi paesi e in 5 continenti. In tutte le edizioni si è registrato un forte interesse alla scuola, manifestato attraverso un gran

all'importanza e all'utilizzo dei prodotti di ricerca nella gestione del traffico aereo. Ogni modulo presenta lo stato dell'arte e le tecniche all'avanguardia per il rilevamento, il monitoraggio, la modellazione e la previsione delle nubi. Molte lezioni sono seguite da laboratori, durante i quali gli studenti utilizzano alcuni strumenti di misura e analizzano misure relative a eventi reali. In tal modo gli studenti possono acquisire la formazione necessaria per poter utilizzare tali tecniche anche quando saranno tornati

all'istituto di provenienza. La scuola è strutturata in modo tale che gli studenti possano partecipare attivamente non solo attraverso i laboratori, ma anche presentando la loro attività di ricerca (con presentazioni orali o con l'utilizzo dei poster). Inoltre, il programma del corso prevede momenti dedicati alla discussione con colleghi e relatori.

I relatori provengono dai principali istituti mondiali dedicati allo studio delle scienze atmosferiche e della meteorologia ed hanno ricevuto importanti finanziamenti europei e riconoscimenti scientifici. Accanto alla parte scientifica, una parte significativa del tempo libero è dedicata alla conoscenza reciproca e al networking, con attività come il jogging mattutino, la condivisione di pranzi e cene a base di prodotti tipici del luogo dove viene svolta la scuola (Castiglione del Lago nel 2015, Tarquinia nel 2016 e nel 2017, Nicolosi nel 2018 e 2019) e una escursione rivolta alla conoscenza del territorio. Quest'anno la scuola si è svolta interamente in modalità online, ma si prevede di ripristinare le lezioni in presenza nell'autunno 2022. Il sito web dove sono disponibili ulteriori informazioni è: <http://www.cvctrainingschool.org>

Autori:



R. Biondi (Università di Padova)



S. Corradini (INGV)



M.M. Miglietta (CNR-ISAC)



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 marzo 2022.

