



INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT



COME STA L'ITALIA?

Analisi degli
eventi meteorologici
fuori dall'ordinario

Questa pubblicazione è stata realizzata da IFAB – International Foundation Big Data & Artificial Intelligence for Human Development – grazie al fondamentale contributo di Fondazione CMCC – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, e Leithà Gruppo Unipol.

Promossa dalla Regione Emilia-Romagna, IFAB nasce a Bologna alla fine del 2019 nel cuore della Data Valley italiana, dove si sta formando il nuovo hub europeo di ricerca in ambito HPC: il Tecnopolo Manifattura Data Valley HUB – www.tecnopolomanifattura.it

La Fondazione intende essere un punto di riferimento indipendente e autorevole nel dibattito scientifico e culturale che si sta svolgendo a livello globale su sviluppo umano, sostenibilità e nuova scienza, prendendo parte ai maggiori network nazionali e internazionali in ambito supercalcolo e operando come “ponte” tra la tecnologia, la ricerca e le loro applicazioni concrete in ambito industriale e sociale.

Per scoprire di più sulle attività della Fondazione: www.ifabfoundation.org

Credits to Eleonora Ocello, Eleonora Barelli, Gionata Manduchi.

SOMMARIO

1.	Scopo e contenuto del report	2
2.	Cosa intendiamo per eventi estremi e come li misuriamo grazie all'indice E3CI	4
2.1	Approfondimento: come si misurano gli eventi estremi grazie all'indice E3CI	6
3.	Un viaggio a ritroso nel tempo: cosa ci dicono i dati dell'indice E3CI negli ultimi 40 anni	8
4.	2022/2023, un anno di meteo "fuori dall'ordinario": come sta l'Italia?	12
4.1	Temperature massime estreme	14
4.2	Temperature minime estreme	17
4.3	Venti estremi	20
4.4	Precipitazioni estreme	22
4.5	Incendi	24
4.6	Grandine	26
4.7	Siccità	28
5.	Applicazioni pratiche dell'indice	30
6.	Per saperne di più	32
6.1	Approfondimento: la statistica dietro gli indici	33



**SCOPO
E CONTENUTO
DEL REPORT**

1

In un'epoca segnata da cambiamenti climatici sempre più evidenti, la cronaca sugli impatti degli eventi meteorologici estremi ha guadagnato un posto di rilievo nel nostro quotidiano. Dall'intensificarsi delle ondate di calore all'aumento delle alluvioni, dagli incendi devastanti alle siccità prolungate, siamo testimoni di eventi che sfidano la nostra concezione di "normalità" e mettono a dura prova le comunità e i territori in cui viviamo. Infatti, sebbene si tenda a definire gli eventi estremi come **fenomeni atmosferici fuori dall'ordinario**, caratterizzati da una severità o frequenza molto al di là della climatologia, i dati ci mostrano che questi sono ormai divenuti **tragicamente ordinari**, tanto si è intensificata la loro frequenza.

E sono proprio i **dati**, l'oro di questo secolo, a permettere lo studio e la misura di questi fenomeni, della loro portata ed implicazioni. In questo contesto, la comunità scientifica internazionale, nel più ampio quadro di uno sforzo collettivo senza precedenti per affrontare l'emergenza climatica, ha intrapreso diverse iniziative per quantificare e monitorare la gravità di questi eventi.

In questo report, vogliamo presentare uno di questi strumenti: lo **European Extreme Events Climate Index (E3CI)**, nato da un progetto finanziato dalla Fondazione **IFAB** (International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development) che vede la collaborazione tra Fondazione **CMCC** (Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici) e da **Leithà UnipolSai** con l'obiettivo di analizzare, **quantificare e monitorare nel tempo gli eventi meteorologici estremi**.

Racconteremo cos'è l'Indice, le basi scientifiche e metodologiche su cui poggia e, soprattutto, mostreremo come, grazie ad esso, sia possibile valorizzare dati cruciali per comprendere le tendenze e le variazioni nel numero ed intensità degli eventi estremi in Italia, fornendo informazioni preziose per affrontare le sfide future. In particolare, riporteremo i risultati dell'indice applicato ai dati dell'ultimo anno idrologico (Settembre 2022– Agosto 2023), su scala nazionale e regionale, ed esploreremo il ruolo fondamentale dei dati nel racconto degli eventi meteorologici estremi. In poche parole, **mostreremo come i dati possono diventare informazioni**. Essi rivelano infatti tendenze di lungo periodo, mettono in evidenza l'entità dei fenomeni, permettono di identificare le regioni più colpite, di comprendere a fondo gli impatti ambientali e socio-economici di tali eventi e, soprattutto, possono aiutarci a prendere decisioni informate per proteggere i nostri territori e le generazioni future.

Daremo anche uno sguardo alle concrete **possibilità di utilizzo dell'Indice E3CI in diversi settori**: dalla finanza all'agricoltura, dal settore immobiliare a quello energetico. Se è vero che, per la pervasività del fenomeno, non vi è ambito che si possa dire estraneo rispetto all'impatto degli eventi estremi, allo stesso modo ogni settore può trarre beneficio in termini di applicazioni pratiche dalle informazioni che i dati, tramite l'Indice E3CI, possono fornire.

Siamo di fronte a una sfida collettiva, ma anche ad un'opportunità per affrontare il cambiamento climatico con una visione nuova e consapevole. Attraverso la valorizzazione dei dati e la loro lettura possiamo avvicinarci a una comprensione più profonda degli eventi estremi e delle loro implicazioni, lavorando insieme per costruire un futuro sostenibile e resiliente.



**COSA
INTENDIAMO
PER EVENTI
ESTREMI E COME
LI MISURIAMO
GRAZIE ALL'INDICE
E3CI**

2

Definire con precisione che cos'è un evento estremo non è cosa semplice. Nemmeno la comunità scientifica è unanime nel definirli, in quanto concetto trasversale a molte discipline che, a diverso titolo e con vari metodi, si occupano di studiare il clima. Li si può definire in termini di **frequenza** (ogni quanto si manifestano), di **intensità** (quanto sono "forti") o anche di **impatti** (quali conseguenze provocano sui territori). Si possono considerare diverse tipologie di eventi estremi, che fanno riferimento a specifiche dinamiche climatiche.

E3CI individua sette di queste dinamiche, che vengono ritenute quelle di maggiore interesse per il continente europeo.



Ondate di calore Periodi prolungati di temperature molto elevate rispetto alle medie stagionali, che possono causare stress termico, disidratazione e problemi di salute, oltre a un aumento del rischio di incendi boschivi e danni alle colture.



Ondate di freddo Periodi di temperature eccezionalmente basse rispetto alle medie stagionali. Sebbene possano essere accompagnate da gelo e neve, causando congelamento, danni alle infrastrutture e coltivazioni, rischi per la sicurezza stradale e aerea, si considerano ondate di freddo anche quelle registrate in stagioni non invernali ma comunque registranti temperature ben al di sotto delle medie stagionali.



Venti estremi Venti ad alta velocità che possono causare danni strutturali, abbattimento di alberi o intere foreste, interruzioni alla fornitura di energia e potenziali pericoli per la navigazione e i trasporti.



Alluvioni Eventi meteorologici caratterizzati da un'elevata quantità di precipitazioni in un breve periodo di tempo, portando a inondazioni, frane, alluvioni, allagamenti urbani e danni alle infrastrutture.



Incendi Esplosioni di fuoco incontrollate, spesso causate da condizioni di bassa umidità e forte vento che possono devastare vaste aree boschive, habitat naturali e strutture abitative, oltre a mettere in pericolo vite umani ed animali.



Grandinate Forti precipitazioni di grandine che possono causare danni alle colture agricole, automobili, edifici ed anche mettere a rischio la sicurezza delle persone negli spazi aperti.



Siccità Periodi prolungati in cui scarseggiano precipitazioni ed umidità che portano a una carenza di risorse idriche, danni alle coltivazioni e problemi di approvvigionamento idrico per la popolazione.

“Prolungato”, “eccezionale”, “forte”, “elevato”, “incontrollato” sono alcuni degli aggettivi che si utilizzano per descrivere questi eventi estremi. Ma... **quanto** lo sono? È solo studiando i **dati** che possiamo rispondere a questa domanda.

Infatti, per ognuna di queste dinamiche, sulla base della letteratura di settore, è individuato un indicatore, calcolato sulla base delle sole variabili atmosferiche (come temperatura, velocità del vento, quantità di precipitazioni), che si assume possa rappresentarne la pericolosità (in termini tecnici, gli indicatori sono detti “proxy”). In tal senso, ad esempio, non è stimata direttamente la variazione in portata dei corsi d'acqua o il numero di potenziali eventi franosi in un'area ma è individuato un indicatore che restituisca informazioni sulle precipitazioni estreme, potenziale causa di tali fenomeni.

2.1 Approfondimento: come si misurano gli eventi estremi grazie all'indice E3CI

Se, come già abbiamo accennato, gli eventi estremi sono definiti tali rispetto al passato, ciò che occorre per misurare di quanto un evento si discosta dalla climatologia, ovvero dal “normale” comportamento meteorologico, sono i **dati sul meteo dal passato ad oggi**. In particolare, sono base dati continue e con copertura quanto più possibili omogenee nello spazio e nel tempo; in tal senso, mentre le reti di stazioni che restituiscono osservazioni su temperatura e precipitazione sono sempre più dense ed affidabili, per la stima di alcune dinamiche (per esempio, gli eventi grandinigeni) è richiesta la stima di variabili atmosferiche difficilmente monitorabili.

La base dati in grado di rispondere alle nostre esigenze è la **rianalisi atmosferica**. In breve, una rianalisi può essere definita come il metodo impiegato per realizzare un archivio globale del cambiamento dei parametri meteorologici del tempo. ECMWF, il centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio raggio, attualmente sviluppa e rende disponibile, tramite il Servizio Copernicus Climate Change Service (C3S), ERA5 (ECMWF Re-Analysis v5). ERA5 ha copertura globale con stime dal 1951, una risoluzione spaziale di 0.25° (circa 31 km sull'Europa) e temporale di un'ora; i dati sono rilasciati con un ritardo di solo 5 giorni rispetto al tempo presente permettendo un aggiornamento continuo e tempestivo delle stime.

Evento estremo	Variabile meteorologica considerata
	Temperatura massima e minima giornaliera
	Quantità di precipitazioni (cumulo) giornaliera
	Velocità massima giornaliera del vento
	Temperatura dell'aria a diverse quote, valore di instabilità atmosferica (indica la “turbolenza” dell'aria)
	Temperatura, umidità atmosferica, velocità del vento, quantità di precipitazioni

Ora che abbiamo compreso quali dati vengono considerati, come li usiamo per ottenere degli indicatori che ci permettano di valutare, ad esempio, **quanto è stato estremo il caldo di un certo mese in una data regione?** Consideriamo, a titolo di esempio il luglio 2023 in Sicilia e seguiamo il ragionamento di chi ha ideato l'indice.

Dato che vogliamo studiare il caldo e monitorare quanto eventualmente sono state forti le ondate di calore, il **dato** a cui ci dovremo riferire è un dato di temperatura, in particolare ci interesserà la **temperatura massima** giornaliera registrata in Sicilia per ogni giorno del mese di luglio.

Inoltre, come abbiamo visto, la **misura dell'estremità** di un evento è tale solo rispetto ai dati passati: perciò, le temperature massime giornaliere andranno confrontate con **lo storico delle temperature massime**, giorno per giorno, nel mese di luglio in Sicilia. Il database prodotto da ERA5 ci fornisce esattamente ciò di cui abbiamo bisogno per effettuare la comparazione. Per questo motivo, quindi l'indice misura in maniera precisa quanto un evento è fuori dall'ordinario: 35° d'estate in Sicilia possono essere normali ma sicuramente non lo sarebbero in Finlandia!

Una volta chiariti questi elementi, intervengono alcuni processi di statistica piuttosto elementare – li riportiamo per completezza nel riquadro di approfondimento in fondo a questo report – che permettono di arrivare ad un valore che, per il nostro luglio 2023 in Sicilia, rispecchia il valore cumulato di gradi oltre una soglia di riferimento. Abbiamo ottenuto così il primo nostro **indicatore**: quello **per le ondate di calore**. In particolare, un valore dell'indicatore pari a 0 significa che non si ha nessuno scostamento rispetto al passato, mentre valori oltre 1 indicano che l'ondata di calore è stata più intensa rispetto a quanto storicamente registrato.

E per gli altri eventi estremi? Il processo di individuazione degli indicatori è concettualmente identico per tutti gli altri tipi di eventi meteorologici. Per le ondate di freddo si considererà la temperatura minima giornaliera, per le precipitazioni estreme i millimetri di pioggia caduta, ma la struttura di analisi rimane la stessa.

Questa uniformità nella formulazione degli indicatori ha permesso di ideare **un ulteriore indice sintetico** calcolato come la media dei valori di tutti i 7 indicatori per i singoli fenomeni: un ottimo strumento per avere una misura sintetica di quanto un determinato mese sia **climaticamente estremo**, a prescindere dalla tipologia di fenomeno verificatosi.

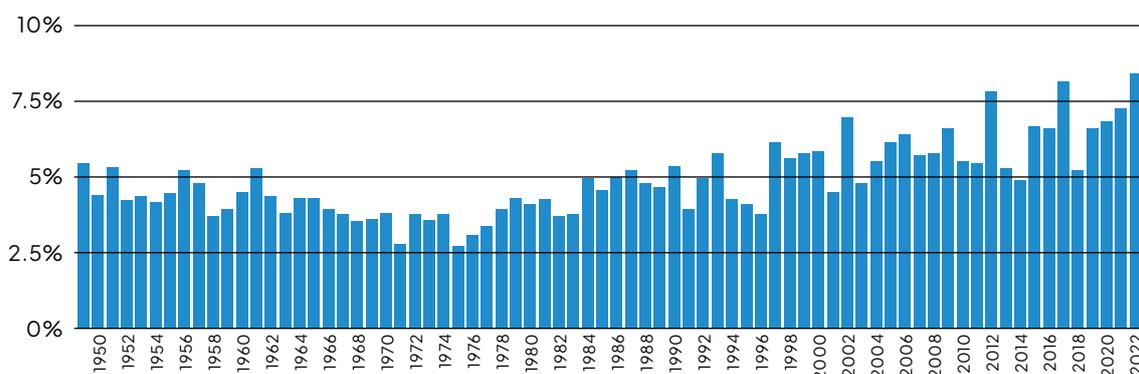


**UN VIAGGIO
A RITROSO
NEL TEMPO:
COSA CI DICONO
I DATI DELL'INDICE
E3CI NEGLI
ULTIMI 40 ANNI**

3

Il sapiente utilizzo di dati ci permette oggi di fare analisi approfondite sugli eventi climatici e meteorologici. Come ormai risaputo, il cambiamento climatico esiste e i dati ne attestano l'esistenza. Se pensiamo a uno dei principali fenomeni che caratterizzano il cambiamento climatico, ovvero il riscaldamento globale, l'Europa si sta trovando ad affrontare sempre più spesso fenomeni estremi, tra cui intense ondate di caldo. Come riportato da Ballester e colleghi nel loro articolo su Nature sulla mortalità provocata dalle ondate di calore, gli ultimi 8 anni sono stati i più caldi in assoluto e il 2022 è stato il quinto anno più caldo. Rispetto ai livelli preindustriali, il riscaldamento europeo è superiore di quasi 1°C rispetto al corrispondente aumento globale ed è il più alto di qualsiasi altro continente. In Europa sono particolarmente interessate da fenomeni di ondate di calore la Grecia, la Spagna orientale, la Sardegna, la Sicilia e più in generale l'Italia meridionale. A dimostrazione, il grafico in Figura 1 mostra chiaramente come la percentuale dei giorni estivi con caldo anomalo è aumentata progressivamente nel corso degli ultimi 70 anni.

FIGURA 1. Percentuale di giorni estivi caratterizzati da caldo anomalo (tra i 38 e 41 °C) nel sud Europa, dal 1950 al 2022 (Credits: C3S/ECMWF)



Dagli anni '90 ad oggi è complessivamente aumentato il numero di giorni estivi caldissimi (sopra i 38°) nelle regioni dell'Europa meridionale

Questi dati, dunque, rafforzano la necessità di monitorare attentamente gli eventi climatici estremi e sviluppare misure concrete per affrontare il cambiamento climatico. A tal proposito, **l'indice E3CI ci permette di identificare le tendenze e le variazioni nel numero di eventi estremi, consentendo una migliore comprensione delle condizioni climatiche avverse.**

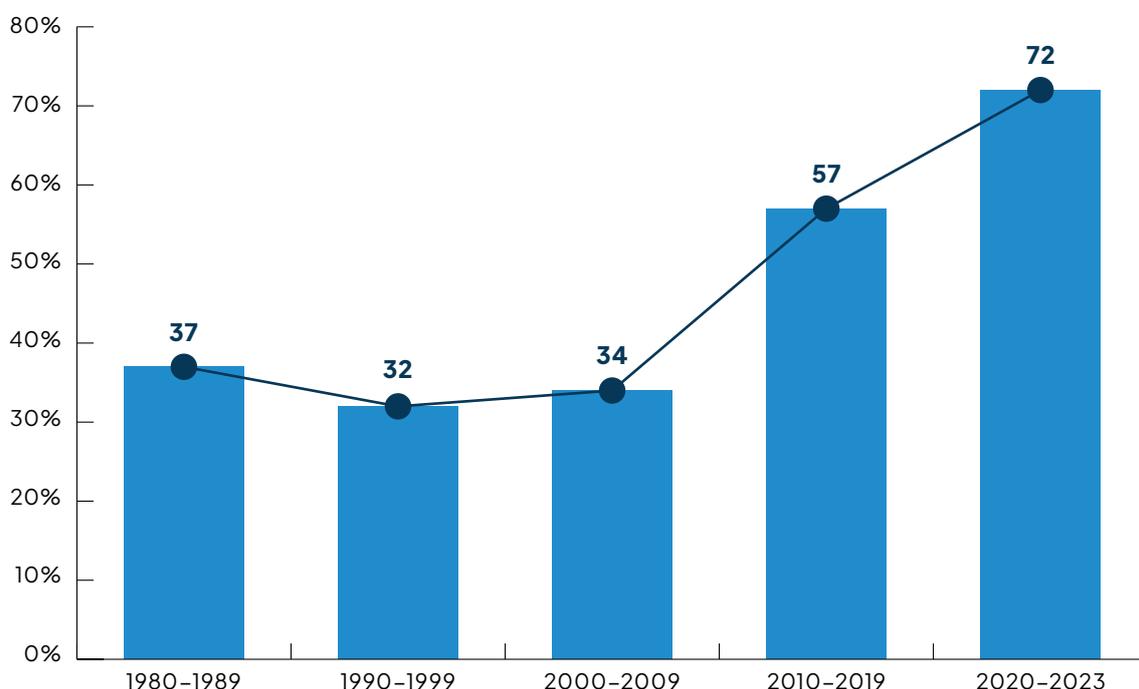
In termini semplici, **l'Indice è un numero che ci indica la presenza o meno di eventi meteorologici estremi rispetto al passato.** Quando viene superata una certa soglia, che in questo caso ha il valore numerico di 1, si registra un evento estremo rispetto al passato.

Nel comprendere l'impatto degli eventi estremi sul territorio, l'indice è di fondamentale importanza. Se consideriamo nel corso del tempo, **il numero complessivo di mesi anomali, cioè i mesi in cui l'indice è superiore ad uno**, notiamo che dagli anni 2000 questo numero aumenta. Tra i decenni 2000 e 2010, il numero di mesi eccezionali è aumentato da 43 a 64. E se si considera il decennio attuale, il dato che ne emerge non è per nulla positivo. In soli 3 anni (dal 2020 al 2023) il numero di mesi affetti da anomalie meteorologiche è già pari a 30.

Per visualizzare questo dato in modo più chiaro, abbiamo confrontato il numero di mesi totali fuori dalla norma rispetto al numero totale di mesi nel periodo considerato (120 mesi per ogni decennio e 44 mesi per il decennio attuale). Il grafico nella Figura 2 mostra **in percentuale quanti mesi sono anomali**. Negli anni tra il 2010 e il 2019, il 57% dei mesi totali ha avuto eventi estremi significativi. Negli ultimi tre anni, dal 2020 al 2023, il 72% dei mesi totali è già andato oltre la soglia di attenzione.

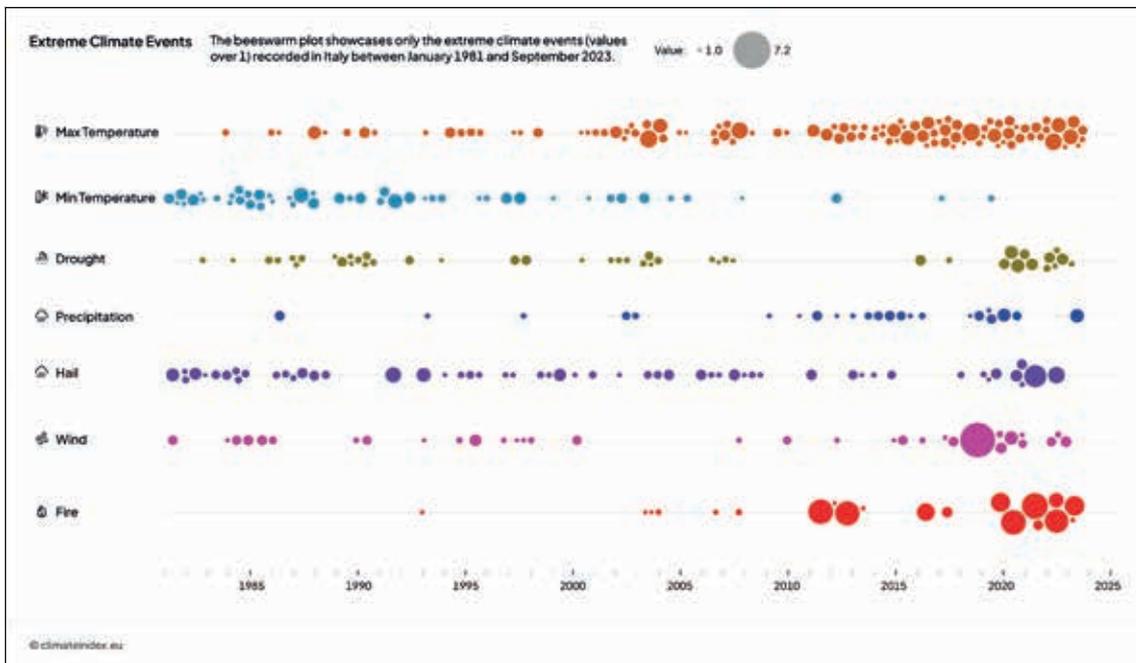
Questo andamento sottolinea l'aggravarsi delle condizioni meteorologiche avverse: gli eventi estremi sono sempre più frequenti e un'auspicabile inversione del trend è urgente.

FIGURA 2. Percentuale di mesi totali colpiti da eventi estremi nel corso degli anni



Nel dettaglio, se si osserva l'andamento delle singole componenti che compongono l'indice E3CI, è evidente come dagli anni 2000 ai giorni nostri il numero di eventi eccezionali è in crescita. In Figura 3, per ogni indicatore, il numero di pallini indica l'impatto degli eventi estremi sul territorio italiano. Inoltre, più gli eventi anomali sono intensi più i pallini aumentano di grandezza.

Figura 3. Tutti i fenomeni estremi rilevati nel periodo 1981–2023 (credits to Cinzia Bongino)



L'indice climatico E3CI è dunque uno strumento cruciale per valutare e comprendere la frequenza degli eventi estremi in Europa e soprattutto in Italia. **I dati raccolti e analizzati indicano chiaramente una tendenza all'aumento di questi eventi**, rendendo urgente la necessità di adottare politiche e azioni concrete. Il lavoro svolto dal CMCC, dal Gruppo Leithà Unipol e da IFAB nella creazione di questo indice è fondamentale per guidare decisioni informate e mitigare gli impatti negativi degli eventi estremi sull'ambiente, la società e l'economia dell'Italia tutta.

A dramatic, dark sky filled with heavy, dark blue and grey clouds. Several bright yellow and white lightning bolts are visible, striking downwards and horizontally across the frame. The overall atmosphere is intense and stormy.

**2022/2023,
UN ANNO DI
METEO “FUORI
DALL’ORDINARIO”:
COME STA
L’ITALIA?**

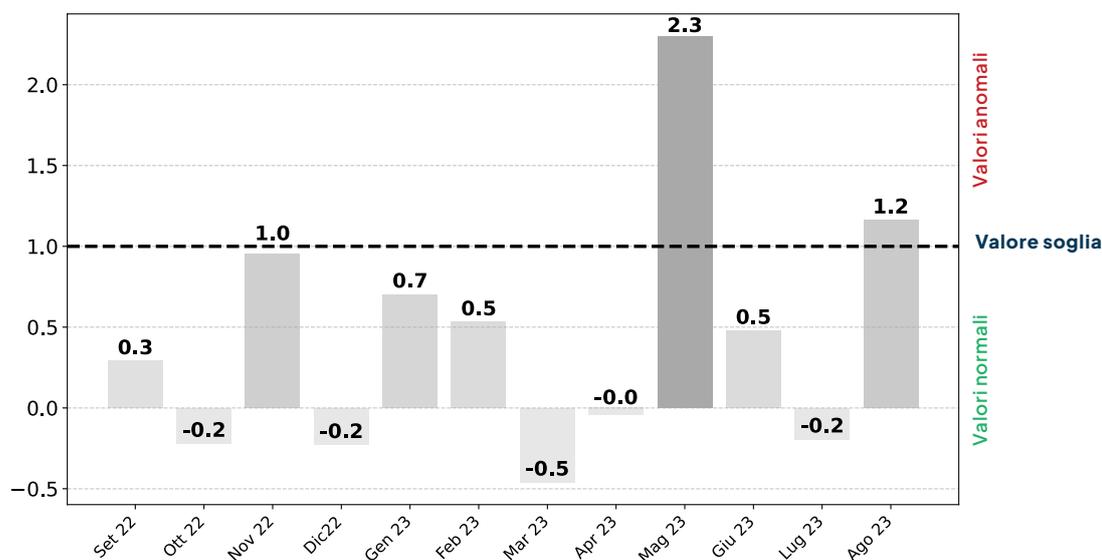
4

Attraverso la rielaborazione dei dati ERA5, presentiamo grafici che rappresentano la situazione italiana dell'ultimo anno (da settembre 2022 ad agosto 2023) focalizzandoci maggiormente nella descrizione delle sette variabili per gli eventi estremi. Ciascuna componente dell'indice (es. temperatura estrema massima) è in grado di fornirci una visione completa sull'andamento dell'evento climatico in Italia.

Sono stati creati due tipologie di grafici per descrivere ciascun indicatore:

- Il grafico, come quello mostrato in Figura 4, **rappresenta i valori mensili dell'indicatore** (es. precipitazioni, venti etc.) **nell'ultimo anno idrologico** (settembre 2022 – agosto 2023). Per ogni mese dell'ultimo anno idrologico, ogni barretta mostra il valore dell'indicatore misurato in Italia. Il dataset da cui sono estratti i dati rappresentati è liberamente consultabile ed estraibile al seguente link: climateindex.eu.
- La linea tratteggiata indica il valore soglia, cioè il valore di 1: **valori sopra la soglia sono considerati anomali, valori sotto la soglia sono considerati "normali". Un valore è anomalo se il valore dell'indicatore nell'ultimo anno si discosta eccezionalmente dai suoi valori storici.**
- Graficamente, più il valore è alto più aumenta l'intensità del colore mostrato di ciascuna barretta.

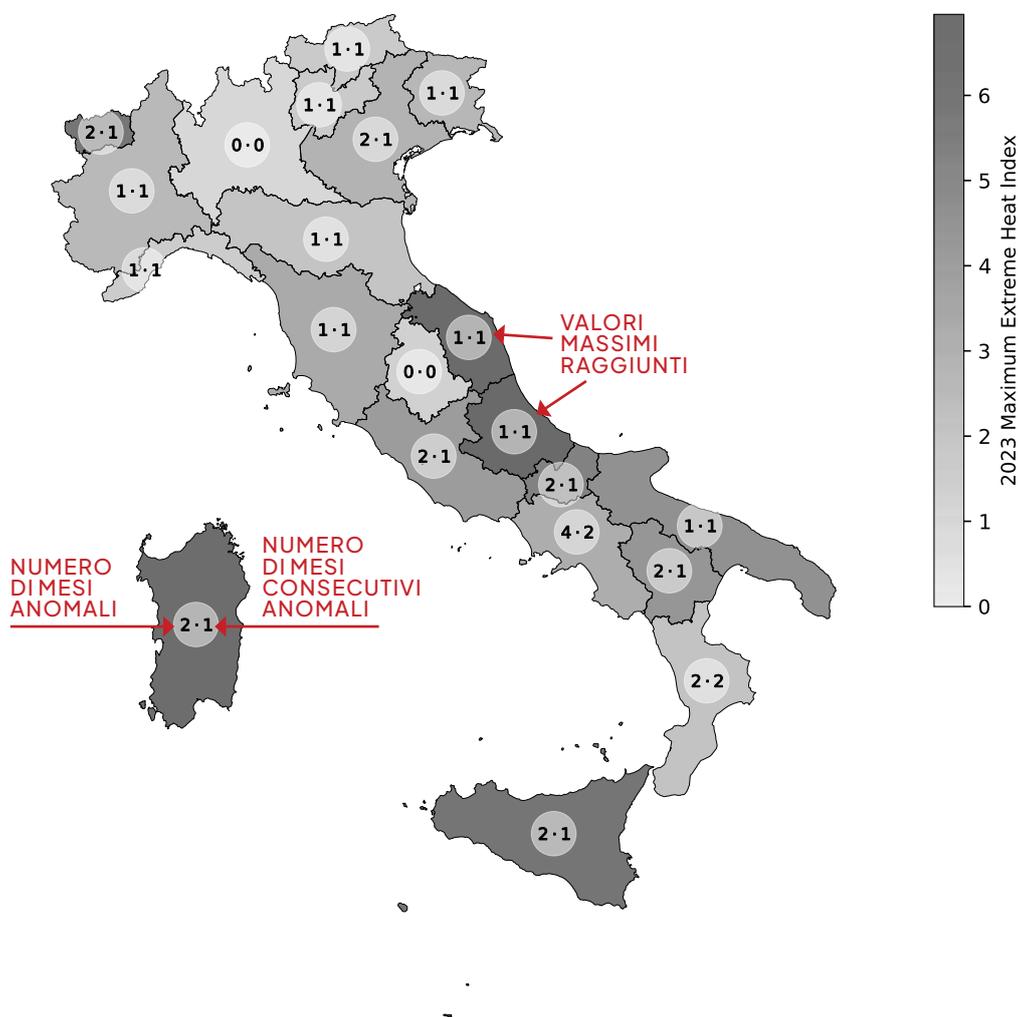
FIGURA 4. Esempio di grafico – valori mensili dell'indicatore nell'ultimo anno idrologico in Italia



Nel grafico in Figura 5 vengono mostrate contemporaneamente tre informazioni:

- **Se i valori dell'indicatore sono alti, le regioni saranno colorate più intensamente.** Questa rappresentazione indica dunque, attraverso i colori, la regione in cui si è registrato il **massimo valore** dell'indicatore. Nell'esempio: Marche e Abruzzo sono colorate più intensamente perché hanno registrato i valori più alti dell'indicatore.
- Il valore indicato a sinistra in ogni regione mostra **per quanti mesi totali l'indice è stato sopra la soglia (1)** nell'ultimo anno. In altre parole, il numeretto a sinistra ci indica **per quanti mesi ci sono stati eventi anomali in ogni regione rispetto al passato**. Nell'esempio: in Sardegna si sono registrati due mesi con anomalie in tutto l'anno.
- Il valore a destra in ogni regione mostra **per quanti mesi consecutivi l'indice è stato sopra la soglia**. Nell'esempio: in Sardegna non si sono susseguiti mesi affetti da anomalie meteorologiche.

FIGURA 5. Esempio di grafico – valori più alti dell'indicatore, numero di mesi totali in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



La logica nel ricreare i grafici e descrivere gli eventi estremi è stata applicata a ciascun indicatore.

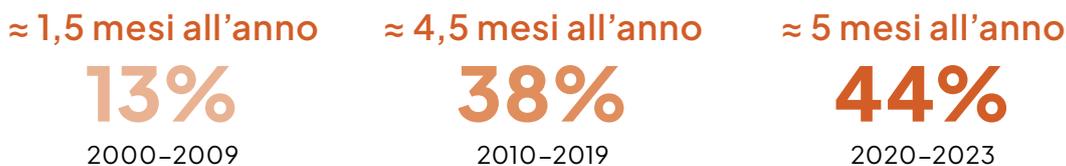
4.1 Temperature massime estreme



Il forte caldo è un fenomeno che affligge l'Italia ogni anno con maggiore frequenza. Le temperature massime raggiungono, non solo in estate, livelli allarmanti sia per intensità che per durata arrivando a chiamare prolungati periodi di caldo intenso "ondate di calore".

Rispetto agli anni precedenti, il numero di mesi colpiti da caldo estremo sta aumentando. In soli 3 anni, dal 2020 al 2023, la percentuale di mesi colpiti è già al 44% rispetto al 38% di mesi colpiti da caldo estremo tra il 2010 e il 2019.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti da caldo estremo

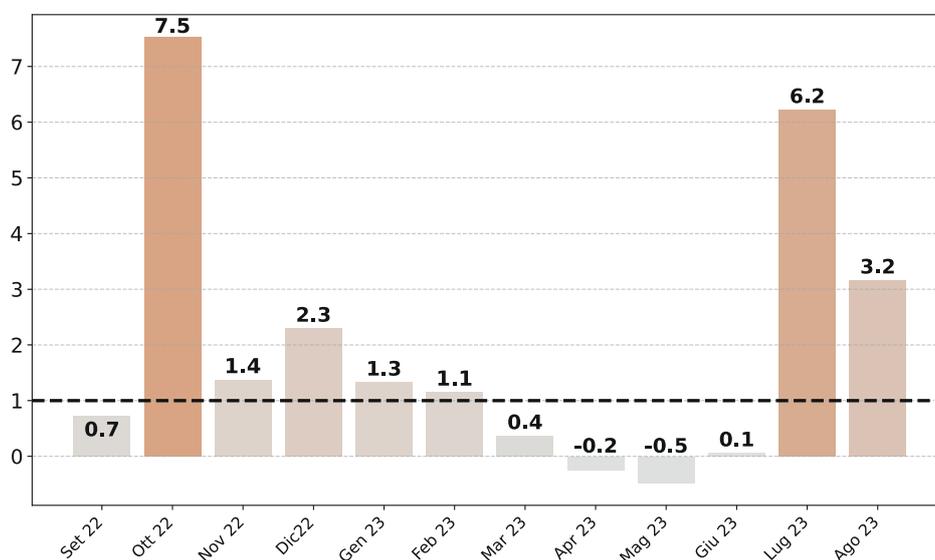


Nell'ultimo anno invece, per ben 7 mesi, si sono registrate temperature massime superiori alla media storica. L'anomalia maggiore si è registrata non in estate, bensì ad ottobre 2022. Ciò non significa che in ottobre abbia fatto più caldo rispetto a luglio e agosto ma che ottobre 2022 è stato un mese record per il caldo rispetto agli ottobri precedenti.

Nel grafico in Figura 6, rispetto alla linea tratteggiata che rispecchia valori "normali" di temperatura massima, l'altezza delle barre ci mostra il caldo "anomalo" rispetto agli stessi mesi negli anni precedenti. La linea tratteggiata è collocata sul valore 1 che rappresenta per l'indicatore il valore di soglia: se la barra è più alta siamo di fronte ad un caldo estremo, se è più bassa siamo in linea con gli andamenti passati.

Dopo il record di anomalia registrata ad ottobre 2022, seguono a ruota con importanti valori dell'indicatore luglio e agosto 2023.

FIGURA 6. Andamento e valore delle temperature massime estreme nell'ultimo anno in Italia

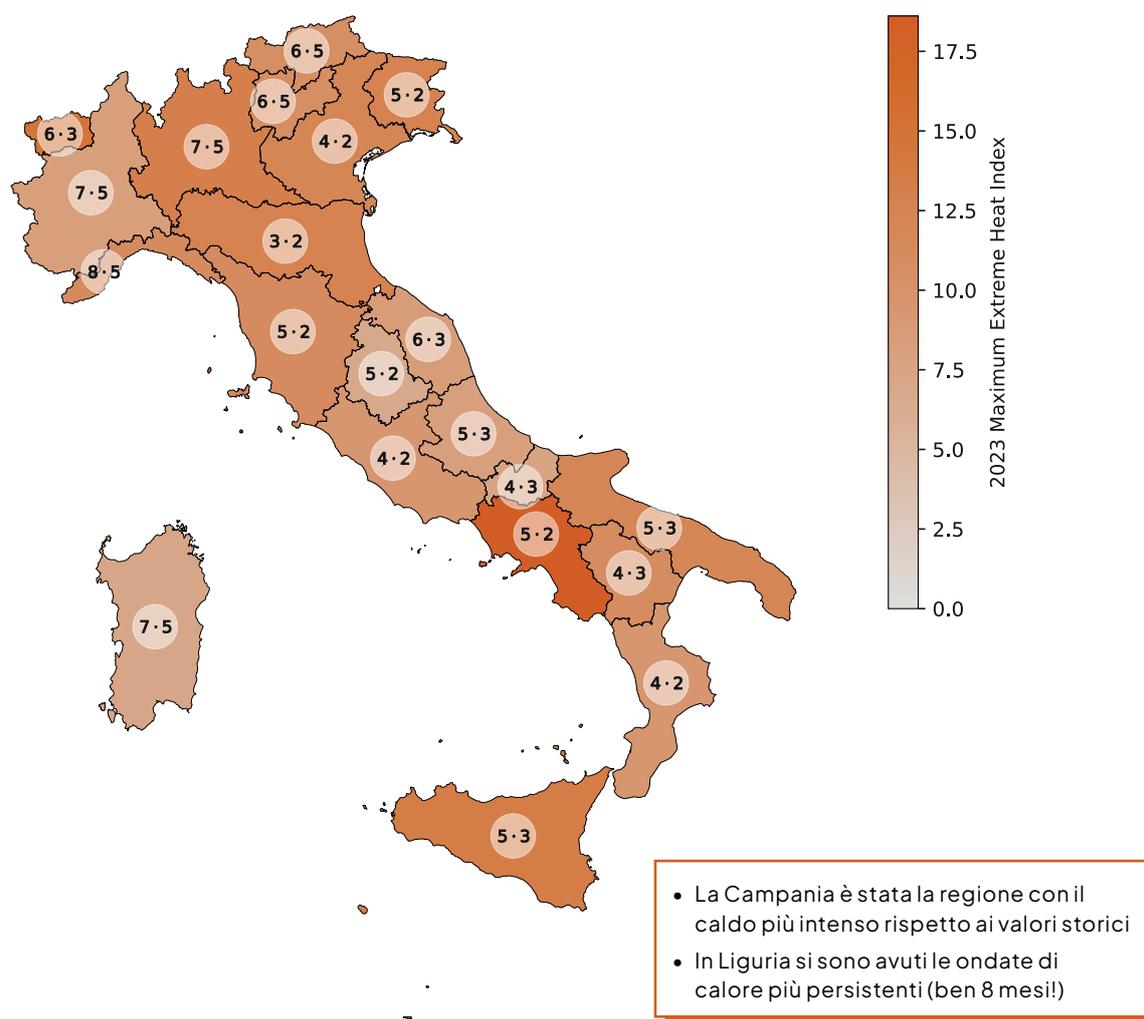


- In Italia, ottobre 2022 è stato il mese più anomalo per il caldo registrato, seguito da luglio e agosto 2023
- Abbiamo avuto 7 mesi (di cui 5 consecutivi) di caldo eccezionale rispetto al passato

Ma entriamo più nel dettaglio: ci sono delle differenze a livello dei territori regionali nelle ondate di calore? L'indice E3C1 ci aiuta anche in questo, permettendoci analisi degli eventi estremi verificatisi in ciascuna regione d'Italia.

Nell'anno idrologico considerato (settembre 2022–agosto 2023), la regione in cui è stata registrato il caldo più anomalo è stata la Campania, seguita da Valle d'Aosta, Sicilia, Puglia, Emilia-Romagna e Lombardia. Nel grafico vediamo queste regioni marcate con colori più intensi, rispecchiando i valori più alti assunti dall'indicatore. Il fenomeno delle ondate di caldo non è solo intenso: è anche persistente nella sua durata. Come si può leggere dai numeri riportati per ogni regione, in Liguria, le temperature massime hanno, per ben 8 mesi, superato i valori storici. In Sardegna, Piemonte e Lombardia questo è accaduto per 7 mesi. 5 sono stati i mesi consecutivi nella maggior parte delle regioni del Nord-Ovest in cui abbiamo avuto ondate di caldo anomalo.

FIGURA 7. Temperature massime estreme per regione (settembre 2022–agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

REPUBBLICA
30 OTTOBRE 2022

Meteo, a Milano l'ottobre più caldo dal 1897: fino a quando continueranno le temperature record

IL MATTINO
17 LUGLIO 2023

Caldo torrido a Napoli, linee elettriche in tilt: luci spente al Vomero e all'Arenella

IL RESTO DEL CARLINO
19 OTTOBRE 2022

Meteo, caldo anomalo 2022: zanzare e allergie. Tutti i danni dell'ottobrata

4.2 Temperature minime estreme

Abbiamo mostrato nel paragrafo precedente che le temperature massime sono sempre più allarmanti ma la situazione non è migliore se guardiamo alle temperature minime registrate sul territorio italiano. Infatti, il riscaldamento globale a cui assistiamo ha anche un'altra faccia: fa sempre meno freddo, soprattutto in inverno.

I dati meteorologici, sintetizzati dall'indicatore di E3CI riferito alle temperature minime, mostrano chiaramente che, guardando al territorio italiano nel suo complesso, l'anno tra settembre 2022 ed agosto 2023 non è stato più freddo rispetto alla norma. Anzi: stiamo assistendo a una vera e propria inversione di tendenza.

Se guardiamo i dati, il numero percentuale di mesi colpiti da ondate di gelo è in netta diminuzione tra il decennio 2000–2009 e il decennio 2010–2019. La percentuale legata ai mesi affetti da eventi estremi degli ultimi tre anni dunque sembra destinata a diminuire nei prossimi anni.

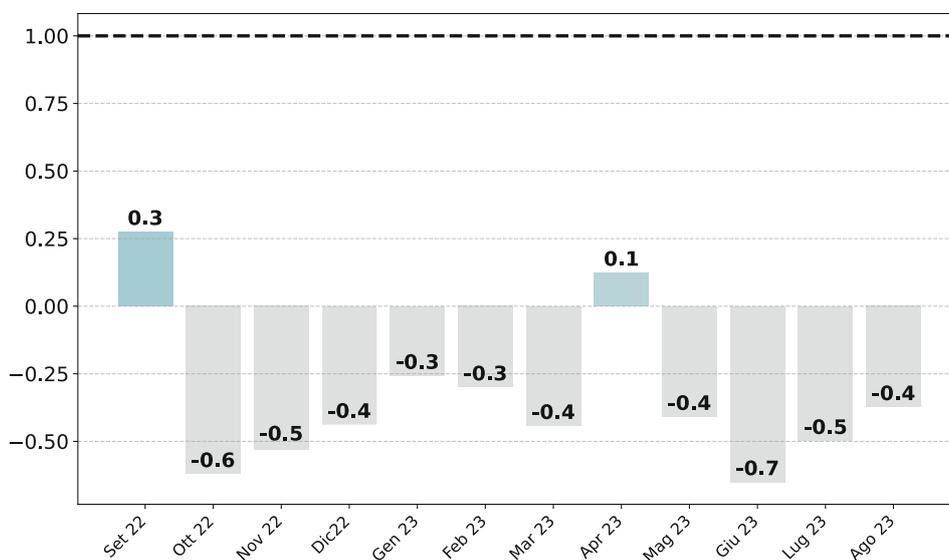
Percentuale (e numero) di mesi colpiti dal freddo



In nessun mese si sono osservate temperature minime di molto inferiori rispetto all'andamento storico. Ricordando che la linea tratteggiata in figura mostra la soglia sopra la quale la temperatura minima può essere considerata "estrema", possiamo notare che i valori dell'indicatore non raggiungono minimamente questo limite.

Notiamo, al contrario, un fenomeno opposto, ben più allarmante considerata la situazione climatica complessiva che stiamo vivendo. I valori dell'indicatore sono, per 10 mesi su 12, negativi, a significare che le temperature minime si sono alzate rispetto al passato. Solo a settembre 2022 e aprile 2023 abbiamo avuto leggermente più freddo rispetto al periodo di riferimento, rimanendo comunque ben lontani dal poterli considerare mesi anomali.

FIGURA 8. Andamento e valore dell'indicatore per le temperature minime estreme nel periodo settembre 2022–agosto 2023 in Italia



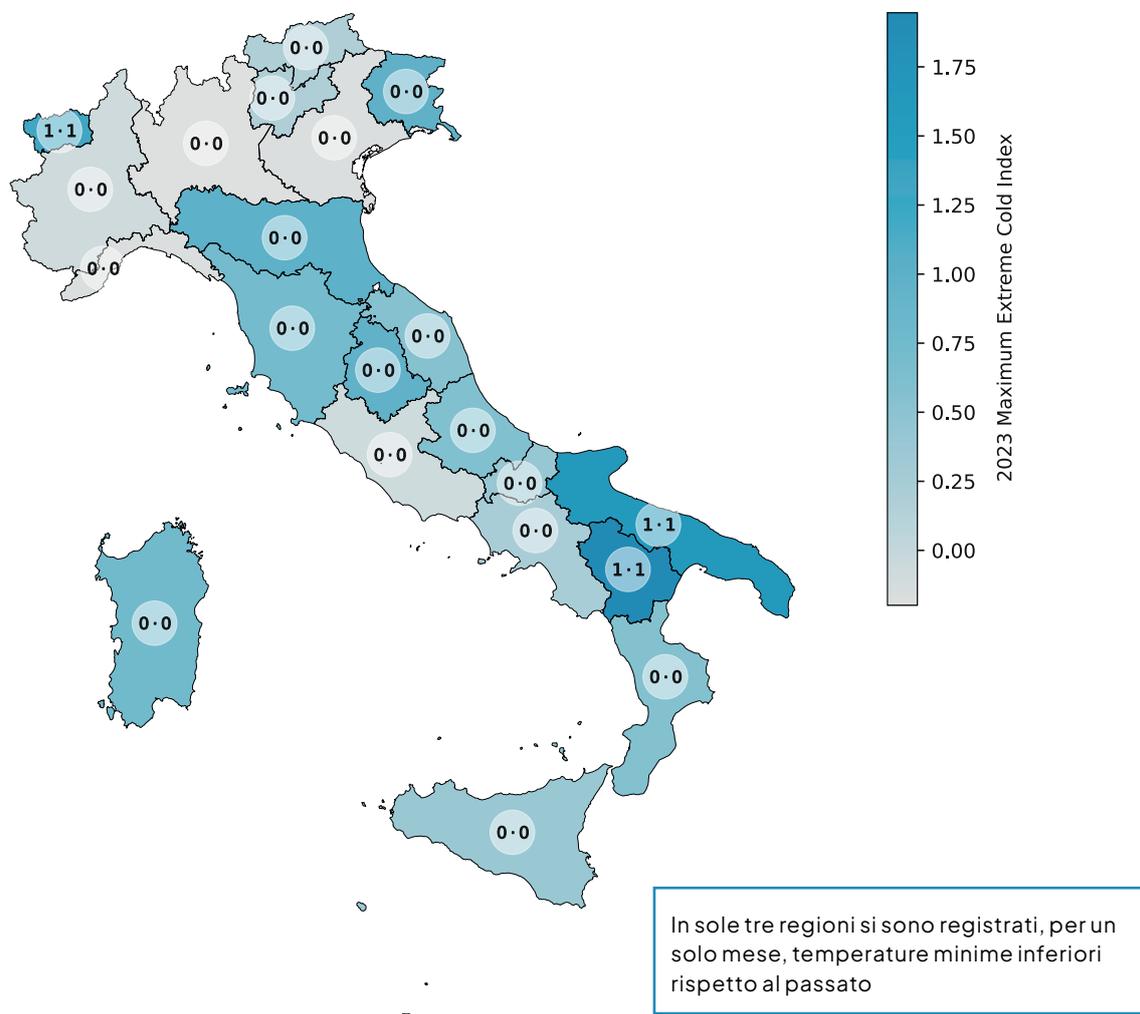
- Non sono stati mai registrati freddi anomali rispetto all'andamento storico
- Nell'ultimo anno, 10 mesi hanno avuto temperature minime più alte rispetto al passato

Addentrando ad analizzare la situazione delle varie regioni, possiamo notare che in sole tre regioni si sono avute temperature minime "estreme", ovvero più basse rispetto al periodo storico di riferimento. Queste sono Basilicata, Puglia e Valle D'Aosta che osserviamo marcate in azzurro più scuro nella Figura 9.

Come leggiamo però dai valori riportati nei cerchietti, in tutte e tre queste regioni, l'indicatore ha superato il valore soglia per un solo mese durante l'anno, ad indicare un fenomeno non solo poco intenso (l'indicatore per le minime non supera in nessuna regione il valore 2, mentre per le temperature massime eravamo arrivati fino a 18!) ma anche non particolarmente persistente.

È interessante notare che le regioni con il più basso valore dell'indicatore, segnate in grigio, sono concentrate nella zona dell'Italia settentrionale.

FIGURA 9. Temperature minime estreme per regione (settembre 2022–agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

IL FATTO QUOTIDIANO

27 FEBBRAIO 2023

Il caldo anomalo in inverno fa crescere frutta e piante, le gelate tardive in primavera le distruggono: i cambiamenti climatici (e il mercato che non si adegua) mettono in crisi l'agricoltura

IL MATTINO

17 LUGLIO 2023

Caldo torrido a Napoli, linee elettriche in tilt: luci spente al Vomero e all'Arenella

4.3 Venti estremi



L'Italia, con la sua varietà geografica, è suscettibile a una serie di condizioni meteorologiche estreme, compresi i venti forti. Come sono aumentate le ondate di caldo anche il fenomeno del vento estremo è in aumento, almeno questo è quanto ci mostrano i dati.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti dal vento

≈ 0 mesi all'anno

2%

2000-2009

≈ 1 mesi all'anno

10%

2010-2019

≈ 1,5 mesi all'anno

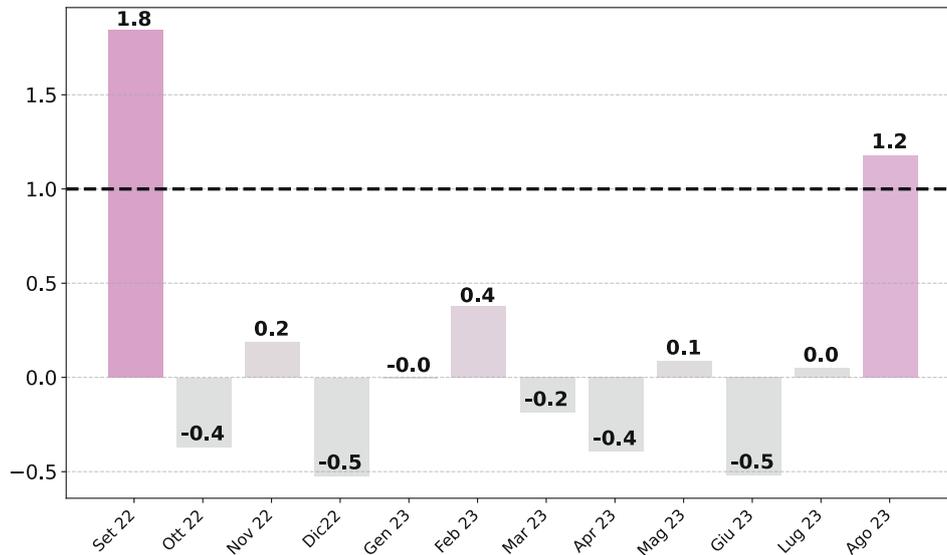
12%

2020-2023

Nell'ultimo anno, nei mesi di settembre 2022 e agosto 2023, si sono verificati venti estremi superiori alla media storica.

Nel grafico in Figura 10, l'altezza delle barre ci mostra chiaramente come settembre ed agosto siano stati gli unici due mesi a superare il valore soglia e ad assumere la connotazione di mesi anomali. Gli altri mesi fortunatamente non sono stati preoccupanti; i valori dell'indicatore sono stati in linea con gli andamenti passati.

FIGURA 10. Andamento e valore dei venti estremi nell'ultimo anno in Italia

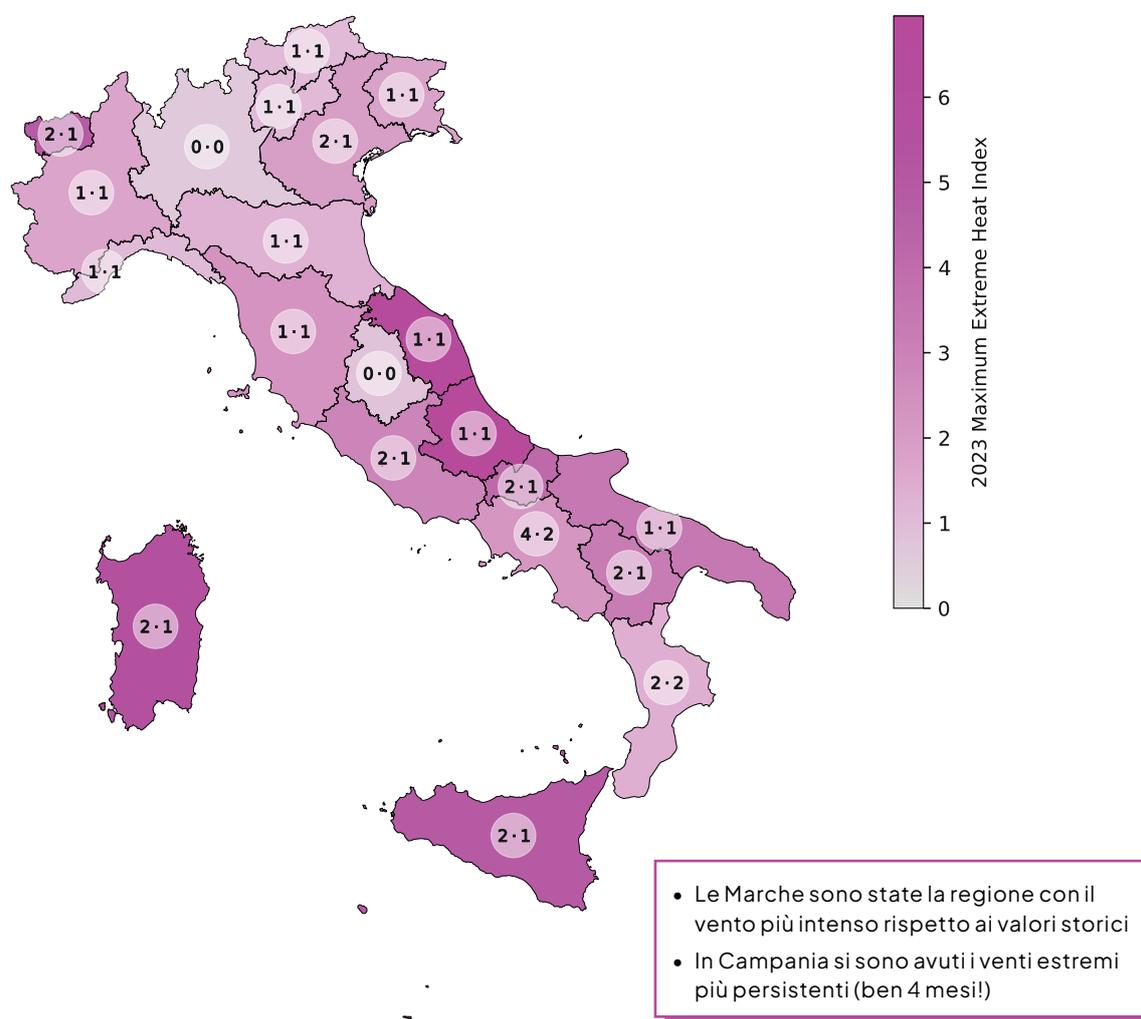


- In Italia, settembre 2022 è stato il mese più anomalo per vento estremo seguito dall'agosto 2023
- Abbiamo avuto 2 mesi di vento eccezionale rispetto al passato

Nell'anno idrologico considerato (settembre 2022 – agosto 2023) i venti più intensi si sono registrati nelle Marche, in Abruzzo e poi in Sardegna, Sicilia e Valle d'Aosta.

Colpisce il fatto che, in termini di persistenza, la Campania è stata la regione più soggetta ai venti estremi. Infatti, per ben 4 mesi (di cui 2 consecutivi), si sono registrati valori dell'indicatore ben superiori ai valori passati. Anche la Calabria per due mesi consecutivi è stata vittima dell'evento meteorologico avverso. In generale, tutte le regioni ad esclusione di Umbria e Lombardia sono state colpite da forti venti rispetto agli anni precedenti.

FIGURA 11. Venti estremi per regione (settembre 2022–agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

LA REPUBBLICA
17 SETTEMBRE 2022

Maltempo nelle Marche,
a Senigallia pioggia e vento forte.
L'appello dei sindaci:
"State a casa"

SKYTG24
26 AGOSTO 2023

Pioggia e vento a Milano,
nubifragio in Brianza: tetti
scoperchiati nell'hinterland

4.4 Precipitazioni estreme



Nell'ultimo anno l'Italia ha sperimentato una situazione di estrema criticità a causa di precipitazioni intense. Un esempio significativo si è verificato nel maggio 2023, quando in Emilia-Romagna è caduta la stessa quantità di pioggia che normalmente cade in un periodo di sei mesi.

A differenza degli altri indicatori però, rispetto agli anni precedenti, il numero di mesi colpiti da precipitazioni estreme sembra decrescere. Rispetto al 12% di mesi colpiti da precipitazioni estreme tra il 2010 e il 2019, negli ultimi 3 anni solo il 6% è stato colpito da eventi eccezionali.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti da precipitazioni

≈ 0 mesi all'anno

3%

2000-2009

≈ 1,5 mesi all'anno

12%

2010-2019

≈ 1 mese all'anno

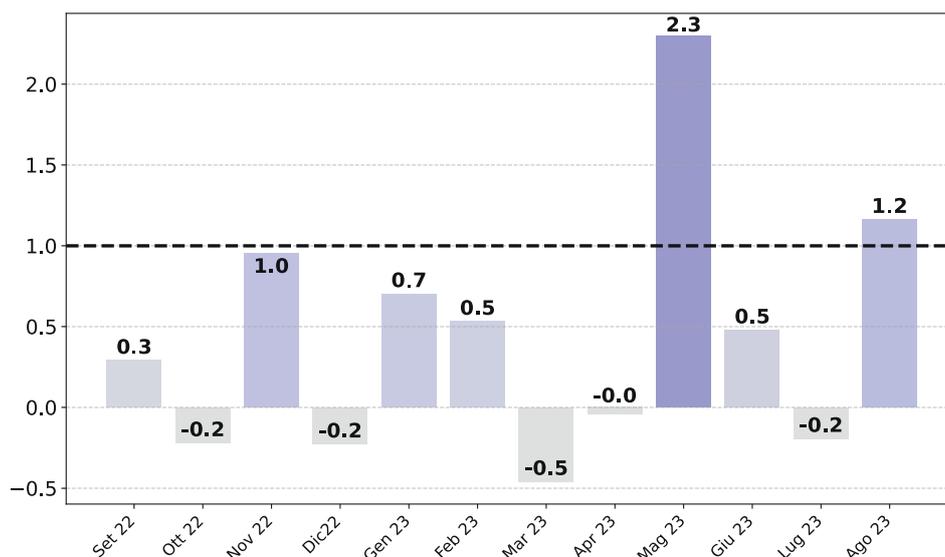
6%

2020-2023

Più in dettaglio, nell'ultimo anno idrologico, per 3 mesi le precipitazioni sono state superiori rispetto ai valori storici. Il mese di maggio 2023 è stato quello più colpito da piogge rispetto ai maggi precedenti; anche in agosto e novembre si sono registrati precipitazioni eccezionali rispetto al passato.

Il grafico in Figura 12 offre una prospettiva visiva su questo andamento. Dopo il record di anomalia registrato a maggio 2023, si osservano valori dell'indicatore piuttosto elevati nei mesi di agosto 2023 e novembre 2022.

FIGURA 12. Andamento e valore delle precipitazioni estreme nell'ultimo anno in Italia

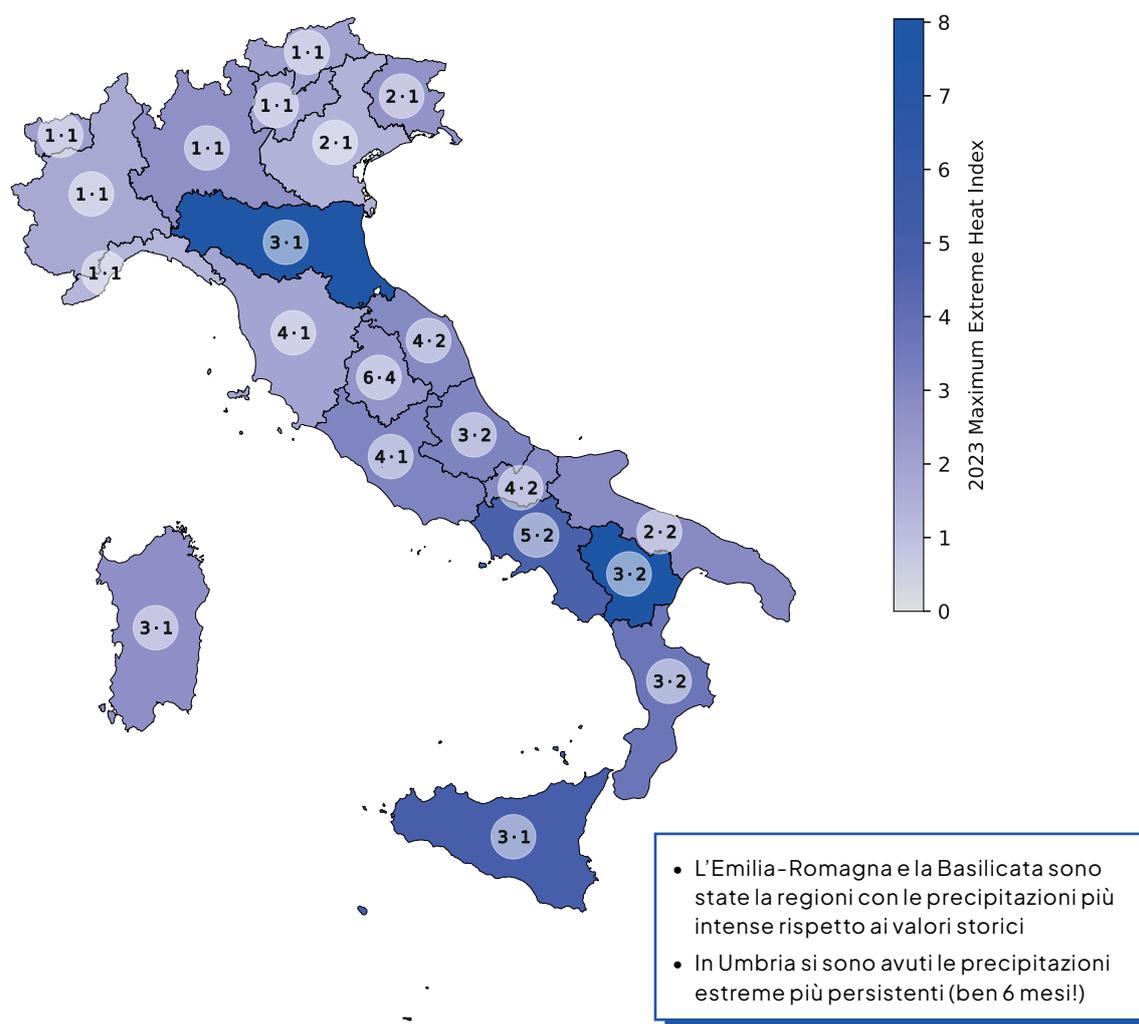


- In Italia, maggio 2023 è stato il mese più anomalo per precipitazioni estreme seguito dall'agosto 2023
- Abbiamo avuto 3 mesi di precipitazioni eccezionali rispetto al passato

La Figura 13 ci mostra che le regioni dell'Emilia-Romagna e della Basilicata sono state le regioni più colpite dalle precipitazioni seguite da Sicilia e Campania. Nel resto del territorio italiano non sono stati registrati valori dell'indicatori compromettenti rispetto agli storici.

In termini di persistenza, l'Umbria seguita dalla Campania e poi da Toscana, Lazio, Marche e Molise è stata la regione più impattata dalle piogge. Rispettivamente per 6, 5 e 4 mesi si sono misurati valori dell'indicatore ben superiori alla media dei valori storici. Eccezionalmente, in Umbria per 4 mesi consecutivi l'indicatore ha superato il valore soglia.

FIGURA 13. Precipitazioni estreme per regione (settembre 2022–agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

IL SOLE 24 ORE
15 GIUGNO 2023

Alluvione in Emilia-Romagna, danni per 8,9 miliardi

IL GAZZETTINO
19 MAGGIO 2023

Alluvione Emilia Romagna, frutteti inondata: è saltata la raccolta, la disperazione degli agricoltori: «Migliaia di alberi da ripiantare»

IL POST
26 MAGGIO 2023

A Conselice l'acqua stagnante è un rischio per la salute

4.5 Incendi



Gli incendi sono complicati da studiare dal punto di vista meteorologico, principalmente perché la maggior parte di essi, circa il 90%, è causato da attività umane. Ciononostante, i danni che questi fanno nel propagarsi sul territorio dipendono fortemente da numerose variabili atmosferiche e sono collegati ad altri fenomeni di carattere meteorologico (condizioni di umidità dell'aria e temperatura). Dunque, valutare l'intensità degli incendi come fenomeni atmosferici è un compito complesso. Tuttavia, i dati mostrano un aumento significativo nel numero di mesi con eventi estremi. Tra il 2020 e il 2023, il 19% dei mesi è stato colpito da incendi, rispetto al 7% nel decennio 2010–2019 e al 4% nel decennio 2000–2009.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti da incendi

≈ 0,5 mesi all'anno

4%

2000–2009

≈ 1 mese all'anno

7%

2010–2019

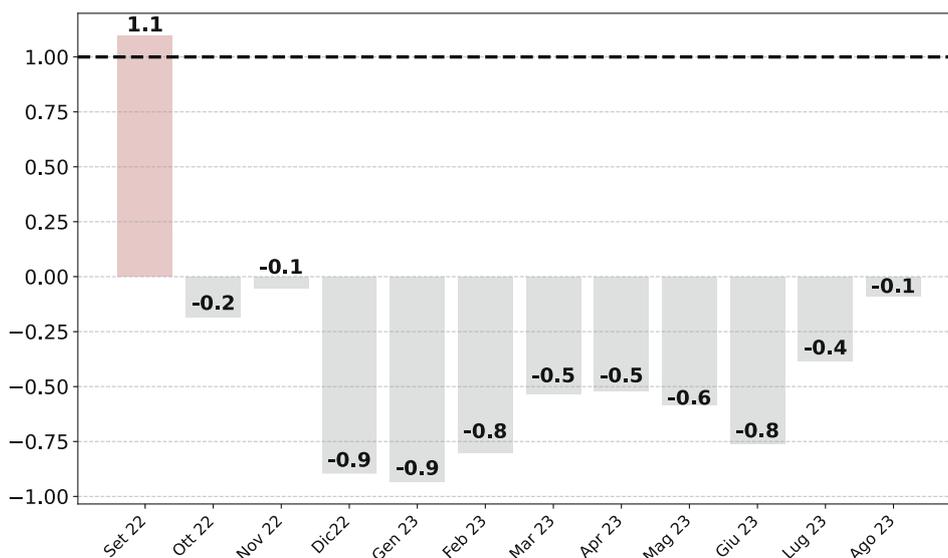
≈ 2 mesi all'anno

19%

2020–2023

Rispetto ai valori storici, nell'ultimo anno idrologico in esame, solo il mese di settembre 2022 ha riportato valori eccezionali dell'indicatore. Ciò non significa che a settembre ci siano stati più incendi rispetto agli altri mesi ma che settembre 2022 è stato un mese record per gli incendi rispetto ai settembri precedenti. Gli altri valori dell'indicatore sono fortunatamente in linea con gli andamenti degli anni passati. Il tutto è mostrato chiaramente nel grafico in Figura 14.

FIGURA 14. Andamento e valore degli incendi nell'ultimo anno in Italia

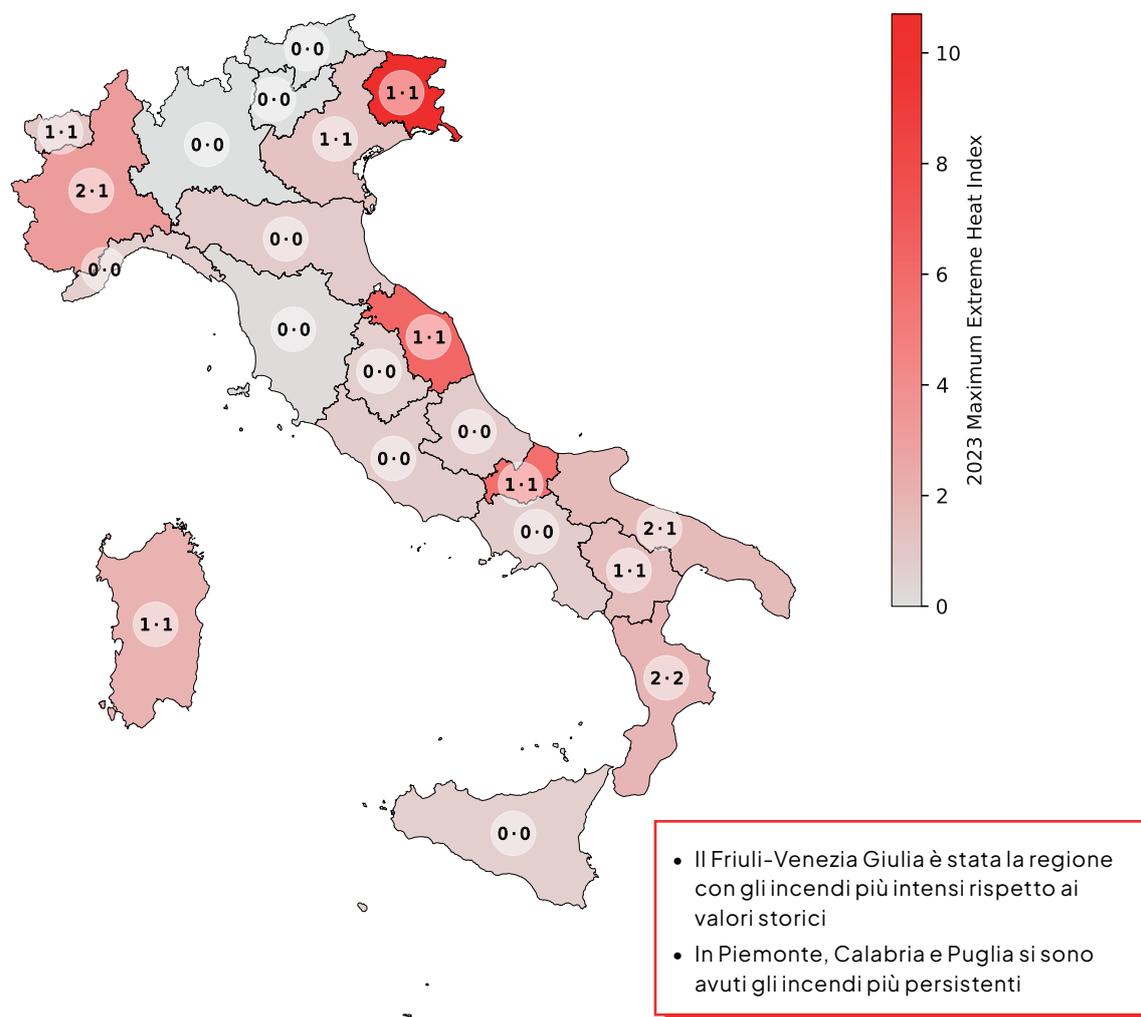


- In Italia, settembre 2022 è stato il mese più anomalo per incendi
- Abbiamo avuto un solo mese di incendi eccezionali rispetto al passato

Nel grafico in Figura 15 vediamo come le regioni marcate con colori più intensi siano rispettivamente il Friuli-Venezia Giulia, le Marche e il Molise. Ciò vuol dire che i massimi dell'indicatore (rispetto al passato) si sono registrati in queste regioni. In altre parole, queste regioni sono state più vittime di incendi rispetto al passato.

Nonostante l'entità del fenomeno sia stata più intensa nel Friuli, Marche e Molise, gli incendi sono stati più persistenti rispetto al passato in Piemonte, Calabria e Puglia. Infatti, per 2 mesi si sono registrati valori dell'indicatore oltre la soglia.

FIGURA 15. Incendi per regione (settembre 2022– agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

RAINEWS
25 AGOSTO 2023

Incendio sul Carso, treni fermi. Vigili del fuoco all'opera

FRIULI OGGI
18 AGOSTO 2022

Friuli, ci vorranno 50 anni prima i boschi tornino quelli di una volta

LA REPUBBLICA
28 LUGLIO 2023

L'Italia brucia e gli incendi sono diventati "estremi"

4.6 Grandine



La percentuale di mesi colpiti da grandinate è stata in diminuzione tra il decennio 2000–2009 e il decennio successivo. Se invece si considerano gli ultimi tre anni, la percentuale legata ai mesi affetti da eventi estremi è aumentata di molto raggiungendo quasi due mesi in media all'anno in cui si sono registrate grandinate anomale.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti da grandine

≈ 1 mese all'anno

10%

2000–2009

≈ 1 mese all'anno

7%

2010–2019

≈ 2 mesi all'anno

19%

2020–2023

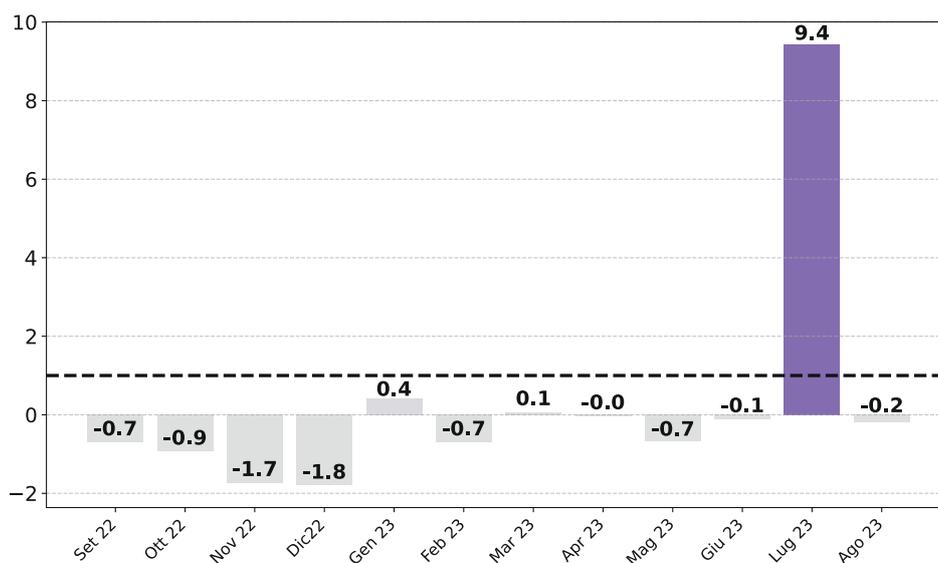
Guardando al territorio italiano nel suo complesso, nell'anno tra settembre 2022 ed agosto 2023 ci sono state meno grandinate rispetto al periodo di riferimento 1980–2010.

Ad esclusione del mese di luglio, in nessun altro mese si sono osservate grandinate eccessive rispetto all'andamento storico. I valori dell'indicatore sono, per 11 mesi su 12, negativi, a significare che le grandinate sono diminuite rispetto al passato.

Lo scorso luglio però, è stata una grande eccezione. Il valore raggiunto dall'indicatore è chiaramente anomalo, discostandosi moltissimo dai valori storici.

Ciò significa che, nonostante il numero di grandinate sia diminuito rispetto al passato, l'impatto di questi fenomeni (quando accadono) è dirompente.

FIGURA 16. Andamento e valore delle grandinate nel periodo settembre 2022–agosto 2023 in Italia



- A luglio si sono registrate grandinate eccezionali rispetto all'andamento storico
- Nell'ultimo anno, per 11 mesi ci sono state meno grandinate rispetto al passato

4.7 Siccità



La siccità è un fenomeno meteorologico che colpisce fortemente ogni anno tutto il Paese. Nonostante tra il decennio 2000–2009 e 2010–2019 avessimo assistito a una lieve decrescita dei mesi con siccità estrema, il dato riscontrato negli ultimi tre anni è preoccupante. Infatti, già il 22% di mesi è stato affetto da siccità, quintuplicando in media rispetto al decennio precedente.

Percentuale (e numero) di mesi colpiti da siccità

≈ 1 mese all'anno

9%

2000–2009

≈ 0,5 mesi all'anno

5%

2010–2019

≈ 2,5 mesi all'anno

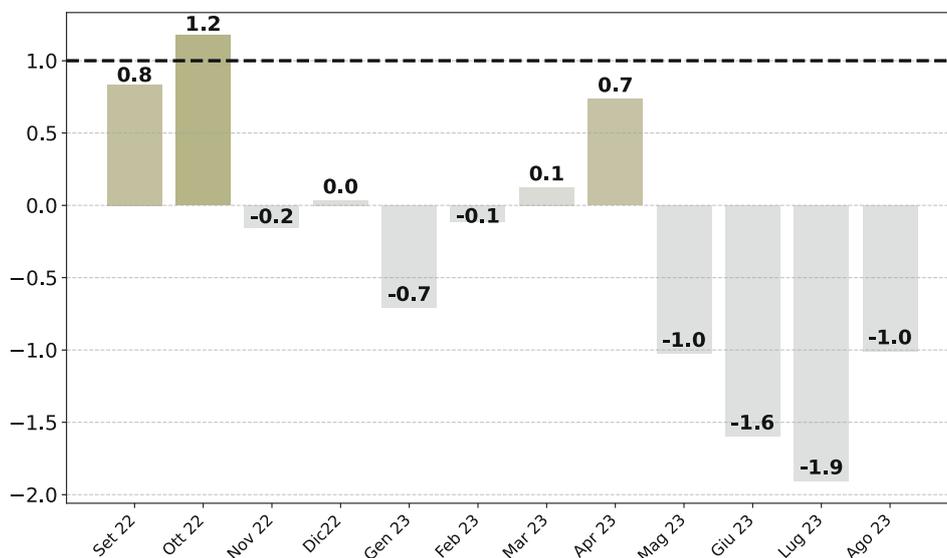
22%

2020–2023

Nell'ultimo anno invece l'anomalia maggiore si è registrata non in estate, bensì ad ottobre 2022, in linea con quanto avvenuto per le ondate di calore. Ciò significa che ottobre 2022 è stato un mese record per siccità rispetto agli ottobri precedenti.

Dopo il record di anomalia registrata ad Ottobre 2022, non sono stati registrati altri valori anomali.

FIGURA 18. Andamento e valore della siccità nell'ultimo anno in Italia

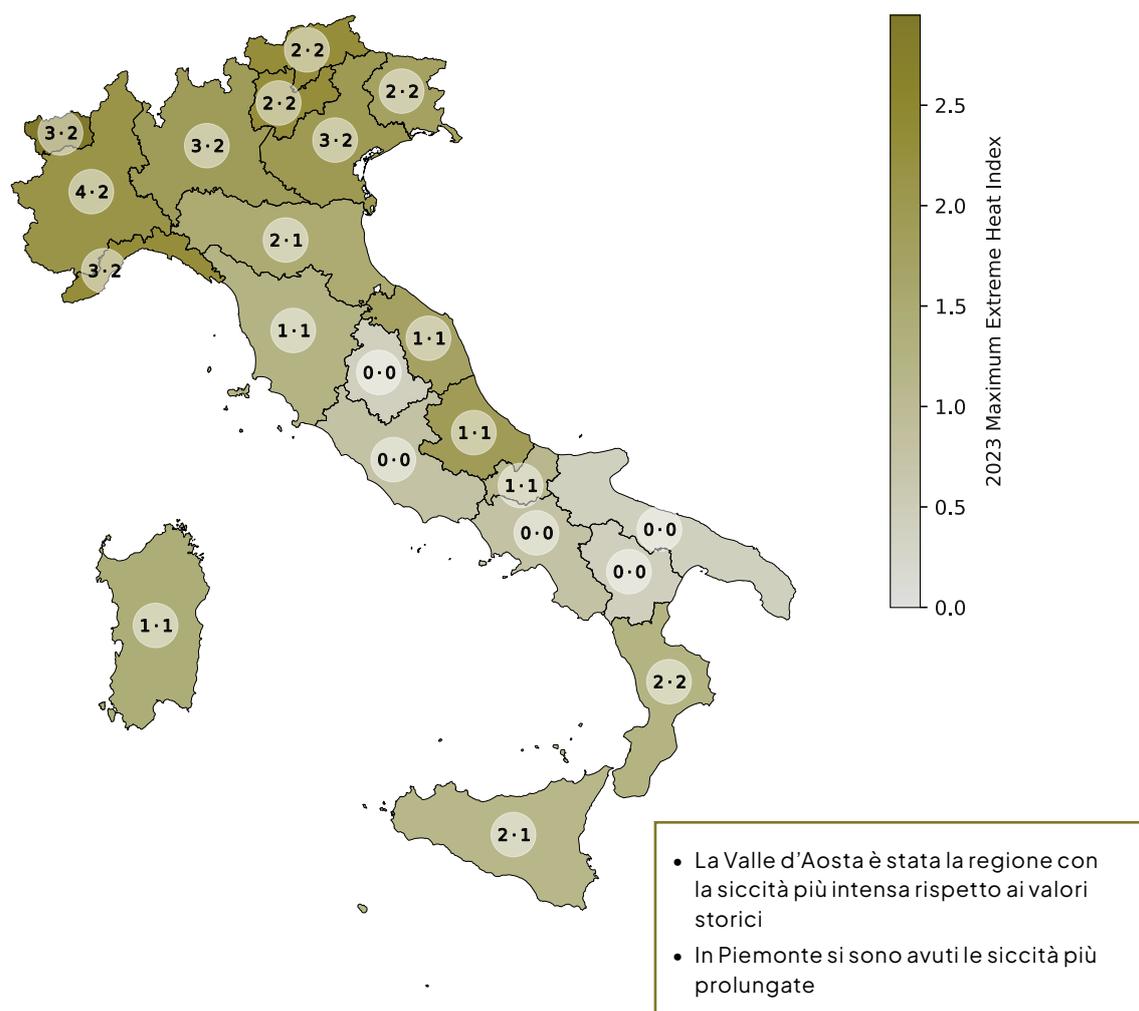


- In Italia, ottobre 2022 è stato il mese più anomalo per siccità
- Abbiamo avuto un solo mese di siccità eccezionale rispetto al passato

Ma entriamo più nel dettaglio: ci sono delle differenze a livello dei territori regionali nella siccità? L'indice E3CI ci aiuta anche in questo, permettendoci analisi degli eventi estremi verificatisi in ciascuna regione d'Italia.

Nell'anno idrologico considerato (settembre 2022 – agosto 2023), La Valle d'Aosta, seguita da Liguria, Trentino-Alto Adige e Abruzzo, è stata la regione più colpita mentre in Piemonte, Lombardia e Veneto rispettivamente per 4 e 3 volte si sono registrati fenomeni di siccità anomala rispetto al passato. Sempre in Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino, Veneto, Friuli, Liguria e Calabria per due mesi consecutivi si sono rilevati valori dell'indicatore sopra la soglia.

FIGURA 19. Siccità per regione (settembre 2022–agosto 2023) – massimi dell'indicatore, numero di mesi in cui si è superato il valore soglia, numero di mesi consecutivi in cui l'indicatore ha superato il valore soglia



NOTIZIE DALLA STAMPA

PRIMA BERGAMO
4 AGOSTO 2023

La Regione fa il punto sulla siccità in Lombardia: manca il 60% di acqua rispetto alla media

HUFFPOST
16 MARZO 2023

La siccità spegne le centrali, idroelettrico al minimo storico

IL FATTO QUOTIDIANO
AGOSTO 2023

Lago Maggiore prosciugato da siccità e caldo: rischio stop alla navigazione, persi due metri in due mesi



**APPLICAZIONI
PRATICHE
DELL'INDICE**

5

L'Index rappresenta uno strumento fondamentale per innovare le policy di gestione del rischio climatico e degli eventi meteorologici estremi: la sua natura flessibile, dinamica e personalizzabile ne consente innumerevoli applicazioni di business. A partire dalla possibilità di attingere a enormi database di informazioni sull'andamento dei fenomeni climatici e meteorologici nel corso dei decenni, l'Index arriva a produrre output di analisi e previsione personalizzabili sulle precise esigenze del suo utilizzatore – come ad esempio l'area geografica, affinabile fino a un raggio di 30km. E3CI è infatti **scalabile**, in quanto utilizzabile per regione, provincia e macro-scala, e può essere facilmente **integrato**, come coefficiente o variabile, nelle analisi e nelle ricerche aziendali, giornalistiche o istituzionali.

Così come non vi è settore che si possa dire non interessato e non impattato dalle emergenze climatiche e dagli eventi estremi, allo stesso modo sono moltissimi e variegati gli ambiti di applicazione dell'Indice E3CI.

Nella finanza può essere utilizzato per quantificare con maggiore precisione i rischi legati alle condizioni meteorologiche, può supportare nella trasparenza sulle valutazioni, nella concorrenza e fornire informazioni che possono costituire vantaggi strategici per gli investitori. In particolare, nel **settore assicurativo**, può assistere i modelli di analisi attualmente impiegati nell'elaborazione delle tariffe e può ispirare la progettazione e lo sviluppo di nuovi prodotti assicurativi.

Per l'**energia e le utilities**, il valore di E3CI consiste nel mitigare i rischi finanziari dovuti alle fluttuazioni dei prezzi dell'energia legate a condizioni climatiche eccezionali.

Per le **reti e le infrastrutture**, l'Index fornisce un'indicazione sui rischi climatici dei territori e contribuisce ad individuare le aree più strategiche per la pianificazione urbanistica, migliorando l'efficienza delle opere pubbliche e private e della loro manutenzione. Nel **settore agricolo**, E3CI può supportare la diffusione di una maggiore consapevolezza sugli scenari climatici e rendere più efficace la gestione di potenziali minacce atmosferiche attuali e future.

Per il **Real Estate**, l'Indice può dare un supporto ad una pianificazione sostenibile dello sviluppo urbano e dei relativi investimenti, consentendo in ultima analisi di proteggere le proprietà immobiliari dopo un'attenta valutazione dei rischi legati ai territori.

Anche per i **Media**, E3CI è uno strumento strategico per promuovere un approccio *data-driven* al cambiamento climatico, aumentando l'educazione e la consapevolezza nell'opinione pubblica sulle sfide legate al cambiamento climatico.



**PER SAPERNE
DI PIÙ**



Per quanto mostrato nel report, E3CI, l'Indice climatico per gli eventi estremi, centra perfettamente tutti questi punti e può essere strategico per supportare i contesti che necessitano informazioni e dati quantificare ed analizzare gli eventi estremi che accadono su scala nazionale e territoriale. La Fondazione IFAB è lieta di offrire supporto a chiunque desideri approfondire il tema ed includere l'Indice nelle proprie analisi.

Per ogni informazione sull'Indice ed iscriversi alla newsletter mensile di resoconto dei dati, è possibile visitare il sito www.climateindex.eu

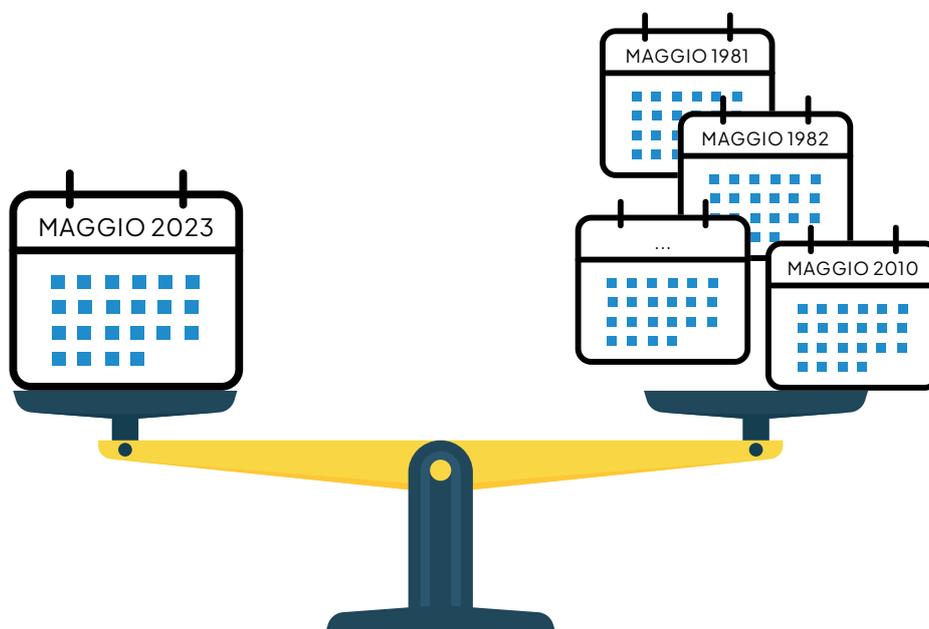
6.1 Approfondimento: la statistica dietro gli indici

Esploriamo in dettaglio la procedura per quantificare se, e in quale misura, il maggio 2023 in Emilia-Romagna è stato un mese estremo o meno per le precipitazioni che si sono registrate.

FASE 1

Obiettivo: Definire l'**intervallo temporale** di riferimento.

Sulla scorta di quanto proposto dall'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO), si assume che questo periodo abbia una durata di 30 anni in modo da poter considerare le dinamiche interannuali limitando, al contempo, l'insorgenza di trend interni statisticamente significativi. Nello specifico, il trentennio di riferimento è 1981-2010. Dunque, il mese di maggio 2023 viene confrontato con i mesi di maggio dal 1981 al 2010, per un totale di 30 mesi.

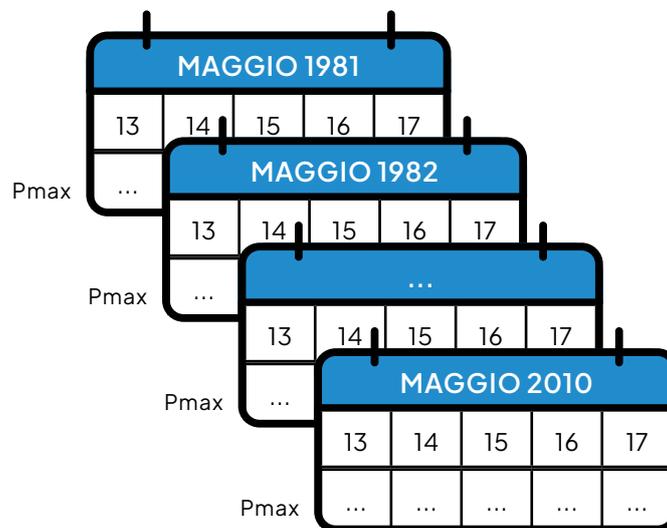


FASE 2

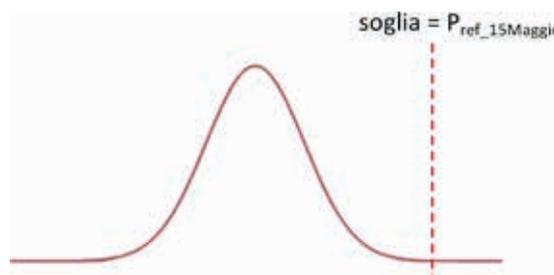
Obiettivo: Definire, per ogni giorno di maggio, un **valore di precipitazioni di riferimento** che possa fare da termine di paragone rispetto a quella registrata nelle giornate di maggio 2023.

In questa fase, occorre ripetere una procedura per tutti i giorni del mese: consideriamo pertanto un giorno come esempio, il 15 maggio, per poi rieseguire la procedura per gli altri giorni.

Per ogni 15 maggio del periodo storico di riferimento (15 maggio 1981, 15 maggio 1982, ..., 15 maggio 2010), si considera una finestra mobile di 5 giorni centrata sul giorno di interesse: 13-14-15-16-17 maggio. In tal modo, avremo un campione sui 30 anni di 150 valori di millimetri di pioggia caduta.



I 150 valori ottenuti avranno una distribuzione statistica gaussiana, una curva a campana (curva di Gauss) centrata attorno a un valore medio e dotata di una certa ampiezza, più stretta se i valori si concentrano molto attorno alla media, più larga se variano maggiormente. Di questa distribuzione, consideriamo una soglia come quel valore di precipitazioni che è superiore al 95% dei valori del campione (il cosiddetto 95° percentile): solamente una piccola coda, il 5% dei valori, supererà tale valore di precipitazioni. Possiamo quindi considerare questa come il valore di precipitazioni di riferimento storico per il giorno del 15 maggio.



Ripetendo questa procedura per ogni giorno del mese, otteniamo i millimetri di precipitazioni di riferimento per ogni giorno del mese.

Maggio (sintesi 1981-2010)						
1	2	3	4	5	6	7
P _{ref,1}	P _{ref,2}	P _{ref,3}	P _{ref,4}	P _{ref,5}	P _{ref,6}	P _{ref,7}
8	9	10	11	12	13	14
P _{ref,8}	P _{ref,9}	P _{ref,10}	P _{ref,11}	P _{ref,12}	P _{ref,13}	P _{ref,14}
15	16	17	18	19	20	21
P _{ref,15}	P _{ref,16}	P _{ref,17}	P _{ref,18}	P _{ref,19}	P _{ref,20}	P _{ref,21}
22	23	24	25	26	27	28
P _{ref,22}	P _{ref,23}	P _{ref,24}	P _{ref,25}	P _{ref,26}	P _{ref,27}	P _{ref,28}
29	30	31				
P _{ref,29}	P _{ref,30}	P _{ref,31}				

FASE 3

Obiettivo: Determinare quanti **giorni nel periodo storico** considerato hanno registrato un valore di precipitazione **superiore al valore di riferimento**.

L'operazione è piuttosto semplice. Si procede un mese di maggio per volta e si conta il numero di giorni di quel mese in cui è stato superato il valore di precipitazioni di riferimento del giorno. Per esempio, in figura mostriamo come nel maggio 1981 si sia superata per 3 volte il valore di precipitazione giornaliero di riferimento, mentre i restanti giorni hanno registrato precipitazioni inferiori alla soglia.

Maggio (sintesi 1981-2010)						
1	2	3	4	5	6	7
P _{ref,1}	P _{ref,2}	P _{ref,3}	P _{ref,4}	P _{ref,5}	P _{ref,6}	P _{ref,7}
8	9	10	11	12	13	14
P _{ref,8}	P _{ref,9}	P _{ref,10}	P _{ref,11}	P _{ref,12}	P _{ref,13}	P _{ref,14}
15	16	17	18	19	20	21
P _{ref,15}	P _{ref,16}	P _{ref,17}	P _{ref,18}	P _{ref,19}	P _{ref,20}	P _{ref,21}
22	23	24	25	26	27	28
P _{ref,22}	P _{ref,23}	P _{ref,24}	P _{ref,25}	P _{ref,26}	P _{ref,27}	P _{ref,28}
29	30	31				
P _{ref,29}	P _{ref,30}	P _{ref,31}				

Maggio 1981						
1	2	3	4	5	6	7
P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
8	9	10	11	12	13	14
P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
15	16	17	18	19	20	21
P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀	P ₂₁
22	23	24	25	26	27	28
P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	P ₂₅	P ₂₆	P ₂₇	P ₂₈
29	30	31				
P ₂₉	P ₃₀	P ₃₁				

Ripetendo questa operazione per i 30 mesi di maggio nell'intervallo storico, possiamo calcolare il valore medio (μ) e la deviazione standard (σ) del numero di giorni che hanno superato le soglie di riferimento.

FASE 4

Obiettivo: Determinare quanti **giorni nel mese di interesse** hanno registrato **precipitazioni in quantità superiori al valore di riferimento**. Lo stesso confronto con il valore delle precipitazioni di riferimento per il periodo 1981–2010 viene eseguito sul mese di maggio 2023, permettendoci di calcolare il numero di giorni in cui si è ecceduta la soglia critica. Nell'esempio riportato, abbiamo ben 9 giorni nel 2023 che superano le precipitazioni soglia! Ma quanto è grave questo 9 rispetto alla distribuzione di precipitazioni nel passato? In definitiva, quanto è stata estrema la pioggia che è caduta a maggio? È a questa domanda che risponde la quinta e ultima fase.

Maggio (sintesi 1981-2010)						
1	2	3	4	5	6	7
P _{ref,1}	P _{ref,2}	P _{ref,3}	P _{ref,4}	P _{ref,5}	P _{ref,6}	P _{ref,7}
8	9	10	11	12	13	14
P _{ref,8}	P _{ref,9}	P _{ref,10}	P _{ref,11}	P _{ref,12}	P _{ref,13}	P _{ref,14}
15	16	17	18	19	20	21
P _{ref,15}	P _{ref,16}	P _{ref,17}	P _{ref,18}	P _{ref,19}	P _{ref,20}	P _{ref,21}
22	23	24	25	26	27	28
P _{ref,22}	P _{ref,23}	P _{ref,24}	P _{ref,25}	P _{ref,26}	P _{ref,27}	P _{ref,28}
29	30	31				
P _{ref,29}	P _{ref,30}	P _{ref,31}				

Maggio 2023						
1	2	3	4	5	6	7
P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
8	9	10	11	12	13	14
P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
15	16	17	18	19	20	21
P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀	P ₂₁
22	23	24	25	26	27	28
P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	P ₂₅	P ₂₆	P ₂₇	P ₂₈
29	30	31				
P ₂₉	P ₃₀	P ₃₁				

FASE 5

Obiettivo: Quantificare l'**estremità delle precipitazioni nel mese di interesse** rispetto all'andamento storico registrato.

Siamo giunti al termine della nostra operazione e siamo dunque pronti a calcolare il valore dell'indicatore per le precipitazioni, ovvero il nostro Extreme Precipitation Index. Facciamo due operazioni molto semplici. Per prima cosa, al numero di giorni "rossi" del maggio 2023 sottraiamo la media dei giorni "rossi" nel periodo storico 1981–2010 (la μ calcolata nella fase 3). Infine, dividiamo il risultato per la deviazione standard dei giorni "rossi" storici (la σ calcolata nella fase 3). In formule:

$$\text{Extreme Precipitation Index} = \frac{\text{Numero giorni "rossi"} - \mu}{\sigma}$$



iFAB

INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

in partnership con

Leitha 

 **cmcc**
Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici