

# Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2019

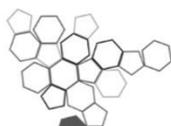
ANNO XV





**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

# Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2019

---

ANNO XV

---

## **Informazioni legali**

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

**ISPRA** – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Stato dell'Ambiente 94/2020

ISBN 978-88-448-0998-0

Riproduzione autorizzata citando la fonte

## **Elaborazione grafica**

ISPRA

*Grafica di copertina:* Alessia Marinelli

*Foto di copertina:* Walter Perconti

## **Coordinamento pubblicazione on line:**

Daria Mazzella

**ISPRA** – Area Comunicazione

Luglio 2020

---

## **Autori**

Guido Fioravanti, Piero Frascchetti, Francesca Lena, Walter Perconti, Emanuela Piervitali (ISPRA);  
Valentina Pavan (ARPAE).

## **Contributi e ringraziamenti**

La pubblicazione rientra tra le attività del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), nell'adempimento dei compiti che le assegna la legge istitutiva in materia di diffusione di dati e informazioni sulle condizioni oggettive e tendenziali dell'ambiente. Essa si basa in gran parte su statistiche e indicatori climatici elaborati attraverso il sistema SCIA, realizzato dall'ISPRA e alimentato grazie alla collaborazione e alle serie di dati, aggiornate al 2019, dei seguenti organismi (tra parentesi, i nominativi dei referenti per il sistema SCIA):

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;  
ARPA: Piemonte (Barbara Cagnazzi, Chiara De Luigi), Valle d'Aosta (Tiziana Magri), Lombardia (Orietta Cazzuli, Erica Brambilla), Friuli Venezia Giulia (Andrea Cicogna), Veneto (Francesco Rech), Liguria (Elisabetta Trovatore, Veronica Bonati, Francesca Giannoni), Emilia-Romagna (Valentina Pavan), Sardegna (Alessandro Delitala, Michele Fiori);  
Regione Campania, ARPA (Giuseppe Onorati, Antonio D'Ambrosio) e Centro Funzionale di Protezione Civile;  
Regione Sicilia, Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (Luigi Neri, Giuseppe Puleo);  
Regione Sicilia, Autorità di Bacino della Regione Siciliana (Luigi Pasotti);  
ARPA Calabria e Centro Funzionale Multirischi della Regione Calabria (Loredana Marsico);  
Regione Marche, Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche – ASSAM (Daniele Sparvoli);  
Regione Basilicata, Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura - ALSIA (Emanuele Scalcione);  
Regione Lazio, Servizio Integrato Agrometeorologico - ARSIAL (Ruggero Mizzoni);  
Regione Marche, Centro Funzionale (Maurizio Ferretti, Marco Lazzeri).

Si ringraziano inoltre, per dati e informazioni riportati nel capitolo 2, dati accessibili online e dati non inclusi nel sistema SCIA:

Dipartimento di Protezione Civile Nazionale;  
Autorità di Bacino della Regione Siciliana;  
Centro Funzionale della Regione Marche;  
Centro Funzionale - Dipartimento di Protezione Civile della Regione Molise;  
Consorzio LaMMA e Servizio Idrologico del Centro Funzionale della Regione Toscana;  
Servizio Idrografico Regione Umbria;  
Centro Funzionale Multirischi di Protezione Civile – Giunta Regionale della Campania;  
Centro Funzionale Regionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta;  
ARPA Sardegna, Protezione Civile Regione Sardegna;  
ARPA Campania e Centro Funzionale Multirischi di Protezione Civile – Regione Campania;  
Centro Funzionale Decentrato Regione Basilicata;  
ARPA Calabria e Centro Funzionale Multirischi della Regione Calabria;  
ARPAE-SIMC Emilia-Romagna;  
ARPA Liguria e Centro Funzionale della Regione Liguria ARPAL;  
ARPA Piemonte – Dipartimento Servizi Previsionali;  
ARPA Lombardia – Servizio Meteorologico Regionale;  
Provincia Autonoma di Trento  
Provincia Autonoma di Bolzano;  
Regione Abruzzo – Servizio Idrografico e Mareografico;  
ARPA Veneto Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio;  
ARPA Friuli Venezia Giulia - OSMER Osservatorio Meteorologico Regionale.

Si ringrazia il dott. Franco Desiato per la disponibilità e gli utili consigli.

---

## INDICE

<b>SINTESI .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>2. IL CLIMA NEL 2019.....</b>	<b>9</b>
2.1 Il clima nel 2019 a grande scala.....	9
2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia .....	15
<b>3. TEMPERATURA.....</b>	<b>26</b>
<b>4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE.....</b>	<b>45</b>
<b>5. PRECIPITAZIONE .....</b>	<b>48</b>
<b>6. UMIDITÀ RELATIVA.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>

---

## SINTESI

Il XV Rapporto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente "Gli indicatori del clima in Italia" illustra l'andamento del clima nel corso del 2019 e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia.

Il rapporto si basa in gran parte su dati e indicatori climatici elaborati attraverso dal Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it)), realizzato dall'ISPRA in collaborazione con gli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale. I dati e le informazioni sul clima in Italia vengono trasmessi all'Organizzazione Meteorologica Mondiale e contribuiscono a comporre il quadro conoscitivo sulla evoluzione del clima a scala globale. Le informazioni e i prodotti climatici aggiornati al 2019 derivano da una grande mole di dati rilevati da stazioni densamente distribuite sul territorio nazionale e messi a disposizione da enti nazionali e regionali responsabili del monitoraggio idro-meteo-climatico. Le stime delle variazioni e delle tendenze climatiche nel lungo periodo sono invece frutto dell'elaborazione di una selezione di serie temporali che rispondono ai necessari requisiti di durata, completezza e qualità controllata dei dati.

Anche il 2019 è stato un anno nettamente più caldo della media, con un picco di anomalia termica nel mese di giugno; tra il 26 e il 29 giugno le temperature massime hanno segnato nuovi record assoluti in diverse località del nord-ovest e del settore alpino. Nel corso dell'anno non sono mancati eventi estremi rilevanti, fra i quali i forti temporali che il 21 ottobre hanno investito la Liguria e il Piemonte (fra le province di Genova e Alessandria), con precipitazioni di intensità eccezionale sugli intervalli di 12 e 24 ore, e la prolungata fase di maltempo del mese di novembre, che ha portato persistenti e abbondanti piogge su tutto il territorio nazionale, con totali medi arealitra 2 e 3 volte superiori alle attese; nel corso del mese venti di tempesta hanno causato forti mareggiate, si sono verificate frane e smottamenti, piogge alluvionali a Matera e ripetuti episodi di acqua alta a Venezia con livelli di marea fino a 187 cm, evento eccezionale che ha provocato ingenti danni al patrimonio artistico della città.

### *Temperatura*

A scala globale il 2019 è stato il secondo anno più caldo della serie storica dopo il 2016. In Italia, con un'anomalia media di  $+1.56^{\circ}\text{C}$  rispetto al valore climatologico di riferimento 1961-1990, il 2019 è stato il terzo anno più caldo dal 1961, dopo il 2018 e il 2015. Ad eccezione di gennaio e maggio, tutti i mesi dell'anno sono stati nettamente più caldi della norma, con punte di anomalia positiva nel mese di giugno:  $+4.25^{\circ}\text{C}$  al Nord,  $+4.0^{\circ}\text{C}$  al Centro,  $+3.27^{\circ}\text{C}$  al Sud e Isole. Il 2019 è stato il ventitreesimo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma; otto dei dieci anni più caldi della serie storica sono stati registrati dal 2011 in poi, con anomalie comprese tra  $+1.26$  e  $+1.71^{\circ}\text{C}$ . L'anomalia della temperatura massima è stata più elevata di quella della temperatura minima; il 2019 si colloca, insieme al 2017, al secondo posto della serie di temperatura massima dopo il 2015 e al quarto posto della serie di temperatura minima. Su base stagionale, l'autunno ( $+1.77^{\circ}\text{C}$ ) e l'estate ( $+2.88^{\circ}\text{C}$ ) si collocano al terzo posto tra le più calde delle rispettive serie storiche; l'inverno e la primavera, invece, hanno registrato anomalie positive di temperatura più contenute. Tale andamento è analogo a quello della temperatura superficiale dei mari italiani. Il 2019, che si colloca al settimo posto dell'intera serie storica ( $+0.83^{\circ}\text{C}$ ), ha registrato un'anomalia positiva in tutti i mesi dell'anno ad eccezione di gennaio e maggio; le anomalie più marcate sono state registrate in estate e in autunno, con un picco nel mese di luglio ( $+1.9^{\circ}\text{C}$ ).

La stima aggiornata del rateo di variazione della temperatura media dal 1981 al 2019 è di  $+0.38 \pm 0.05^{\circ}\text{C} / 10$  anni. Il rateo di variazione della temperatura massima ( $+0.42 \pm 0.06^{\circ}\text{C} / 10$  anni) è maggiore di quello della temperatura minima ( $+0.34 \pm 0.04^{\circ}\text{C} / 10$  anni). Su base stagionale i trend di aumento della temperatura più forti si registrano in estate e in primavera (rispettivamente  $+0.52 \pm 0.10^{\circ}\text{C} / 10$  anni e  $+0.44 \pm 0.10^{\circ}\text{C} / 10$  anni).

Per quanto riguarda gli indici di estremi di temperatura, il 2019 è stato il ventiquattresimo anno consecutivo con indice dei "periodi caldi" (WSDI) superiori alla norma e si colloca al sesto posto, insieme al 2017, tra gli anni con indice WSDI più elevato.

Sia per il numero medio di notti tropicali che per quello dei giorni estivi, il 2019 è stato il ventitreesimo anno consecutivo con anomalie positive rispetto alla media climatologica. Per il numero medio di notti tropicali, il 2019 si colloca al secondo posto della serie storica dal 1961, dopo il 2003. Tra gli altri indici, si conferma che le notti e i giorni freddi mostrano una chiara tendenza a diminuire

---

mentre i giorni e le notti calde mostrano una chiara tendenza ad aumentare; il 2019 ha fatto registrare il quarto valore più alto di notti calde (TN90p), il quinto valore più basso di notti fredde (TN10p), l'ottavo valore più basso di giorni freddi (TX10p) e il quarto valore più alto di giorni caldi (TX90p). Negli ultimi 35 anni le notti e i giorni freddi sono stati quasi sempre inferiori alla media climatologica e le notti e i giorni caldi sono stati quasi sempre superiori alla media climatologica.

### ***Precipitazione***

Con un'anomalia di precipitazione cumulata media in Italia di +12% circa, il 2019 si colloca all'undicesimo posto tra gli anni più piovosi della serie dal 1961. Le precipitazioni sono state superiori alla norma soprattutto al Nord, dove l'anomalia annuale del 2019 (+21%) risulta essere la quinta più elevata di tutta la serie.

Nel corso dell'anno mesi molto piovosi si sono alternati ad altri più secchi. Maggio, luglio e soprattutto novembre sono stati caratterizzati da piogge abbondanti, estese a tutto il territorio nazionale, mentre a marzo e giugno, le piogge sono state scarse in tutte le regioni. Al Nord il mese relativamente più piovoso è stato novembre, con un picco di anomalia positiva di +200%, seguito da dicembre (+77%) e maggio (+75%); al Centro e al Sud i mesi relativamente più piovosi sono stati maggio (rispettivamente +142% e +122%), novembre e luglio. I mesi più secchi rispetto alla norma sono stati giugno (soprattutto al Centro, anomalia di -86%) seguito da marzo (soprattutto al Centro e al Nord, anomalia rispettivamente -76% e -72%), febbraio, gennaio limitatamente al Nord ed al Centro, ed agosto. Su base annuale le anomalie positive di precipitazione sono state particolarmente elevate (fino a +130% circa) sull'arco alpino centro-occidentale e sulle Prealpi orientali, sulla Liguria e sulla parte centro-settentrionale dell'Appennino tosco-emiliano. Le precipitazioni sono state invece inferiori alla norma (fino a -40% circa) su Sardegna orientale e alcune aree del Sud (tra cui Campania, aree di confine tra Basilicata e Calabria) e leggermente inferiori alla norma su alcune aree del Centro e del Sud (tra cui aree occidentali di Marche, Umbria ed Abruzzo, gran parte del Molise e Puglia settentrionale) e della Sicilia.

Riguardo ai valori medi stagionali, l'autunno (anomalia media +47%) e la primavera (+19%) sono state stagioni più piovose della norma e si collocano rispettivamente al sesto e al settimo posto tra le più piovose dell'intera serie dal 1961. Stagioni mediamente più secche della norma sono state invece l'inverno (-37%), che si colloca al settimo posto tra le meno piovose della serie, e l'estate.

Dall'analisi statistica dei trend della precipitazione cumulata annuale e stagionale nel periodo 1961-2019 non emergono tendenze statisticamente significative.

Anche nel 2019 non sono mancati eventi di precipitazione intensa, di breve, media e lunga durata.

I valori più elevati di precipitazione giornaliera sono stati registrati il 21 ottobre in Liguria e Piemonte, nelle province di Genova e Alessandria, dove sono state registrate precipitazioni cumulate nelle 24 ore comprese fra 400 e 500 mm, con un massimo di 502 mm a Campo Ligure (GE). Il 25 ottobre in Sicilia sono stati registrati 249 mm di precipitazione a Ispica (RG, rete SIAS). Altre aree che hanno registrato precipitazioni giornaliere intense sono la parte settentrionale del Veneto e buona parte del Friuli Venezia Giulia, dove sono stati superati localmente i 200 mm di precipitazione.

Riguardo agli indici climatici rappresentativi delle condizioni di siccità, i valori più elevati del numero di giorni asciutti nel 2019 si registrano a Catania (318 giorni); valori elevati si registrano anche in Pianura Padana, sulla Liguria di Levante, sulla costa toscana e del Lazio settentrionale, sulle coste adriatica, ionica e su gran parte di Sicilia e Sardegna.

Un altro indice di siccità è il numero massimo di giorni consecutivi nell'anno con precipitazione giornaliera inferiore o uguale a 1 mm. I valori più alti si registrano nella parte meridionale della Sardegna e della Sicilia (fino a 97 giorni secchi consecutivi). I valori più bassi si registrano sulla dorsale appenninica e su Alpi e Prealpi (fino a 15 giorni).

Per quanto riguarda le tendenze nel medio e lungo periodo degli indici rappresentativi della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione non emergono segnali evidenti di variazioni significative, sulla base delle stazioni disponibili. Si può tuttavia segnalare che il 2019 ha registrato anomalie positive di tutti gli indici al Nord e al Centro, a conferma di un anno caratterizzato da diversi eventi di precipitazione intensa.

---

## 1. INTRODUZIONE

Con questa XV edizione prosegue la pubblicazione regolare del rapporto annuale sul clima in Italia, promossa e avviata dal sistema delle agenzie ambientali nel 2006. In esso sono raccolti e presentati i principali elementi che hanno caratterizzato il clima nell'ultimo anno, confrontandoli anche, laddove possibile, con i valori climatologici normali e con il loro andamento negli ultimi decenni. Per favorire l'elaborazione, la rappresentazione e la diffusione di indicatori sul clima in Italia, l'ISPRA ha realizzato e gestisce da tempo il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA) [1, 2, 3, 4]; il sistema SCIA viene attualmente alimentato con i dati e grazie alla collaborazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, di numerose Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e di diversi enti delle Regioni e delle Province Autonome. Mediante l'elaborazione delle serie temporali di dati misurati da diverse reti di osservazione, il sistema SCIA rende disponibili i valori giornalieri, decadal, mensili e annuali e i valori climatologici normali di diverse variabili meteoclimatiche.

Gli indici e indicatori climatici sono calcolati, aggiornati annualmente e sottoposti a controlli di validità con metodologie omogenee e condivise con gli organismi titolari dei dati. Le informazioni prodotte da SCIA sono accessibili attraverso un sito web dedicato, all'indirizzo: [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it). I criteri generali adottati per il calcolo e la rappresentazione degli indicatori climatici sono dettati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) [5], mentre per una descrizione dei controlli di validità dei dati di ingresso e degli indicatori calcolati attraverso il sistema SCIA, si rimanda a documenti specifici [6, 7].

Alcuni prodotti climatici spazializzati presentati nel rapporto sono arricchiti da dati delle reti che fanno capo ai Centri Funzionali regionali, grazie alla collaborazione tra il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, in materia di monitoraggio del clima, prevenzione del rischio climatico e adattamento ai cambiamenti climatici.

Le statistiche e gli indici climatici dell'anno 2019 sono derivati complessivamente dalle osservazioni di circa 1000 stazioni distribuite sull'intero territorio nazionale.

Le stime aggiornate delle variazioni e delle tendenze climatiche nel lungo periodo, attraverso indicatori rappresentativi dell'andamento dei valori medi e degli estremi delle variabili climatiche, si basano invece sui dati di un numero ridotto di stazioni, che rispondono ai necessari requisiti di durata, completezza e qualità delle serie temporali. Per le stime delle variazioni di temperatura (sia degli indicatori dei valori medi che degli estremi) sono stati applicati alle serie temporali metodi aggiornati di omogeneizzazione [8, 9]. Nel rapporto vengono utilizzati prevalentemente i valori climatologici normali [10] riferiti all'ultimo trentennio "principale" (1961-1990); questa scelta deriva sia dall'indicazione dell'OMM relativa alla stima delle variazioni climatiche nel medio e lungo periodo, sia dalla maggiore disponibilità di dati rispetto ai trentenni di riferimento più recenti.

Il rapporto è articolato in 6 capitoli. Il capitolo 2 descrive sinteticamente gli aspetti salienti del clima nel 2019, dapprima a scala globale e poi a scala sinottica, con particolare riguardo agli elementi che hanno influenzato l'andamento delle temperature e delle precipitazioni in Italia nel corso dell'anno. Nella seconda parte del capitolo vengono riportate le principali caratteristiche delle condizioni meteorologiche in Italia nel corso dell'anno e in particolare gli eventi maggiormente rilevanti, per i quali viene fornita una breve descrizione dei fenomeni e degli eventuali impatti locali. I capitoli successivi sono dedicati ciascuno ad una variabile climatica. La prima parte di ogni capitolo illustra sinteticamente gli indicatori relativi all'anno 2019, anche in termini di scostamenti dai valori climatologici normali; la seconda, per quanto possibile in base al popolamento delle serie storiche, riporta e aggiorna con i valori del 2019 gli indicatori attraverso i quali è possibile stimare la variabilità e le tendenze del clima nel lungo periodo. Per una descrizione dei criteri di selezione delle serie temporali e dei metodi e modelli statistici applicati per la stima della variabilità climatica si rimanda ai riferimenti bibliografici e in particolare ai rapporti ISPRA - Serie "Stato dell'Ambiente" [11, 12, 13].

---

## 2. IL CLIMA NEL 2019

### 2.1 Il clima nel 2019 a grande scala

Il 2019 a livello globale è stato il secondo anno più caldo sia della serie di temperature sulla terraferma che di quella sugli oceani, con i mesi di giugno e luglio che risultano i più caldi e tutti gli altri mesi tra i cinque più caldi dall'inizio delle osservazioni. Nei primi mesi dell'anno era presente sul Pacifico tropicale un'anomalia positiva delle temperature superficiali del mare di tipo El Niño, di ampiezza da debole a moderata, che si è poi dissolta nella seconda parte dell'anno, quando tale oscillazione è entrata in fase neutra. Questo ha reso inizialmente gli oceani meno efficienti della norma nell'assorbire il calore sviluppato in atmosfera. In generale, la serie delle temperature medie globali presenta un trend in aumento molto marcato, mediamente più intenso sui continenti dell'Emisfero nord, e meno intenso sugli oceani dell'Emisfero australe. Nel 2019 l'anomalia della temperatura media globale sulla terraferma (**figura 2.1**) è stata di  $+1.28^{\circ}\text{C}$  rispetto al periodo 1961-1990 e gli undici anni più caldi della serie sono stati registrati dal 2005 in poi.

Il 2019 rappresenta il quarantatreesimo anno consecutivo in cui l'anomalia globale (terraferma e oceani) ha assunto un valore positivo e gli ultimi cinque anni sono stati i più caldi dall'inizio delle osservazioni, indipendentemente dalle anomalie termiche regionali osservate.

Nella **figura 2.2** è riportata una sintesi dei principali eventi che hanno caratterizzato il clima a scala globale nel corso del 2019. Le regioni più calde, dove sono stati registrati valori record di temperatura mensile o annuale, sono state quelle dell'Asia nord-orientale, dell'Alaska e zone limitrofe e dell'Europa centro-orientale. Il Brasile meridionale, l'Africa sud-occidentale, il Madagascar, Hong Kong, l'Oceania e l'Australia hanno presentato anomalie termiche meno intense, che rappresentano comunque valori massimi record rispetto alle osservazioni disponibili. Le aree centrali del Nord America, il Pakistan e alcune isole dell'Indocina e l'Oceania sono state invece interessate da anomalie termiche negative. Sugli oceani, le anomalie positive più intense sono state osservate nel Pacifico settentrionale e a est della costa del Giappone, mentre quelle negative più rilevanti sono state registrate nella parte orientale del Pacifico meridionale, nelle aree settentrionali dell'Atlantico centrale e in varie aree dell'Oceano Antartico.

In Europa, il 2019 è stato il secondo anno più caldo dopo il 2018. In Francia è stato il terzo anno più caldo dall'inizio delle misurazioni (1900) e così pure in Austria (1767). Nel corso dell'anno, si sono verificate anomalie termiche di grande intensità e sono stati registrati valori record di temperatura massima in molte nazioni europee.

Nel 2019, l'estensione massima della calotta Artica ha registrato il secondo valore più ridotto della serie e la sua estensione minima ha assunto il secondo valore più basso. Nella regione antartica, l'estensione minima dei ghiacci marini è stata la seconda più bassa della serie.

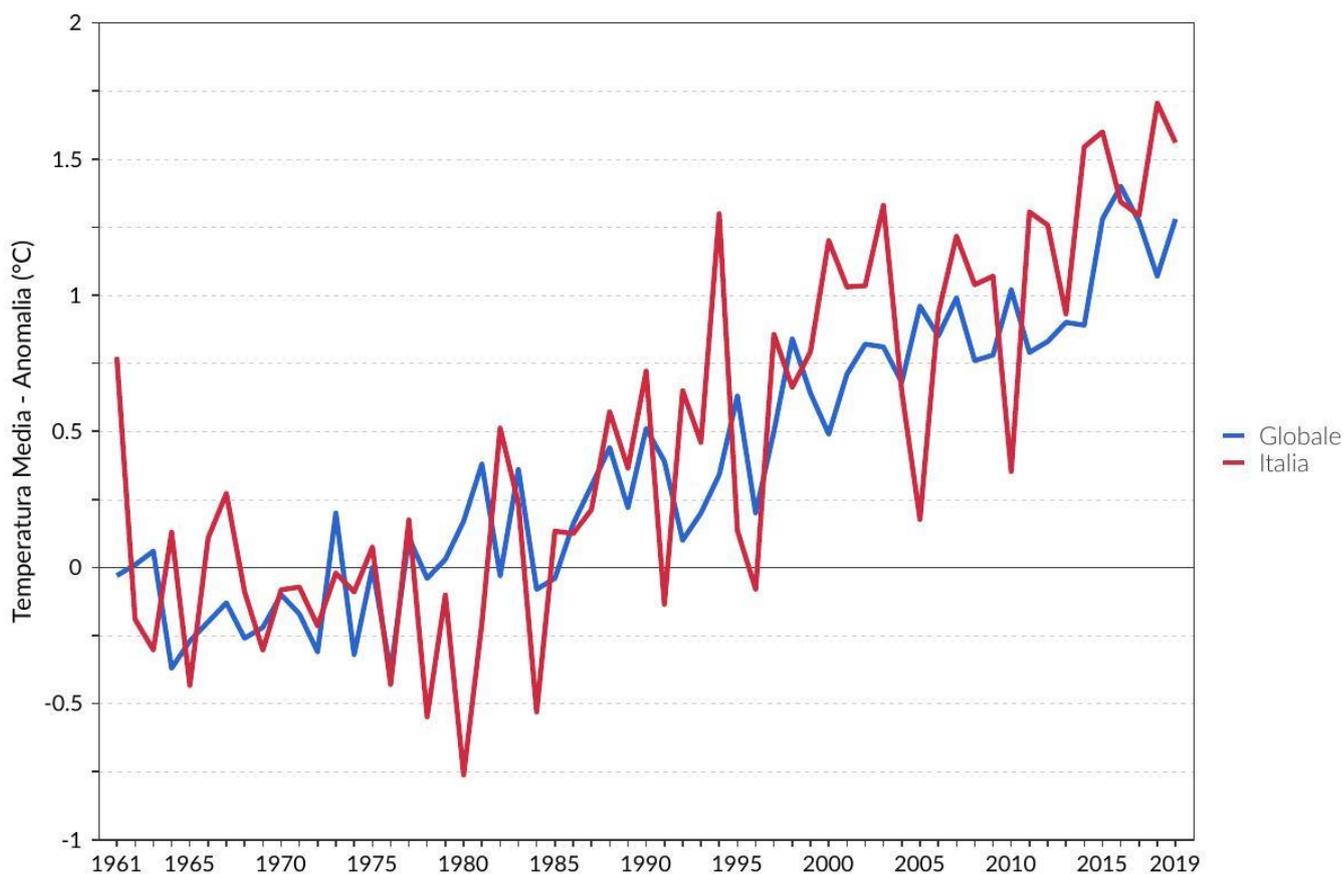
Come negli ultimi due anni, la stagione degli uragani atlantici ha presentato un'attività nettamente superiore alla media. L'uragano più intenso è stato Dorian, con venti massimi intorno a 290 km/h. Tra fine agosto e settembre questo uragano ha attraversato tutto l'Atlantico equatoriale per poi approdare sulle Bahamas dove è stato classificato come il più intenso tra tutti quelli che hanno colpito queste isole dall'inizio delle osservazioni.

La mappa dell'anomalia media annuale del geopotenziale a 500 hPa (Z500, **figura 2.3**) per l'area euro-atlantica mostra, per il 2019, la presenza di intense anomalie positive di Z500 sulla Groenlandia, sull'Europa centro orientale sulla Penisola Iberica, mentre l'Atlantico settentrionale centrale, le regioni che si affacciano sul Mare di Barents e la parte sud-orientale del Mediterraneo sono state interessate da anomalie negative. Le anomalie positive dell'Europa centro-orientale sono coerenti con le eccezionali anomalie termiche precedentemente menzionate. È interessante notare la persistenza del dipolo sull'Oceano Atlantico settentrionale già osservato nell'anno precedente, che nel 2019, in associazione con l'anomalia fortemente positiva sulla Groenlandia e nelle aree tropicali dell'Oceano Atlantico settentrionale, ha portato ad un netto indebolimento e spostamento a sud del jet atlantico. Queste anomalie di circolazione di larga scala si sono tradotte in un valore medio annuale negativo dell'indice di Oscillazione Nord Atlantica pari a  $-0.39$ .

In Italia, il 2019 è stato il terzo anno più caldo dall'inizio delle osservazioni (**figura 2.1**), dopo il 2018 e il 2015, con un'anomalia media rispetto al trentennio 1961-1990 di  $+1.56^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media dei mari italiani, con un'anomalia media annuale di  $+0.83^{\circ}\text{C}$  rispetto al periodo 1961-1990 colloca il 2019 al settimo posto della serie. La configurazione delle anomalie di larga scala ha inoltre posto

l'Italia mediamente all'uscita del jet atlantico, convogliando sulle nostre regioni precipitazioni superiori alla media, soprattutto sulle regioni centro-settentrionali. Come gli anni precedenti, tuttavia, anche il 2019 è stato caratterizzato da piovosità mensili altalenanti: mesi molto piovosi si sono alternati ad altri molto secchi. Maggio, luglio e novembre sono stati caratterizzati da piogge abbondanti se non addirittura estreme, estese a tutto il territorio nazionale, mentre marzo e giugno sono stati scarsi di pioggia in tutte le regioni.

Le precipitazioni particolarmente abbondanti di maggio e novembre hanno permesso una netta ricarica delle risorse idrologiche, bilanciando la scarsità di precipitazioni dell'inverno e della prima parte dell'autunno, soprattutto al nord.



**Figura 2.1:** Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.

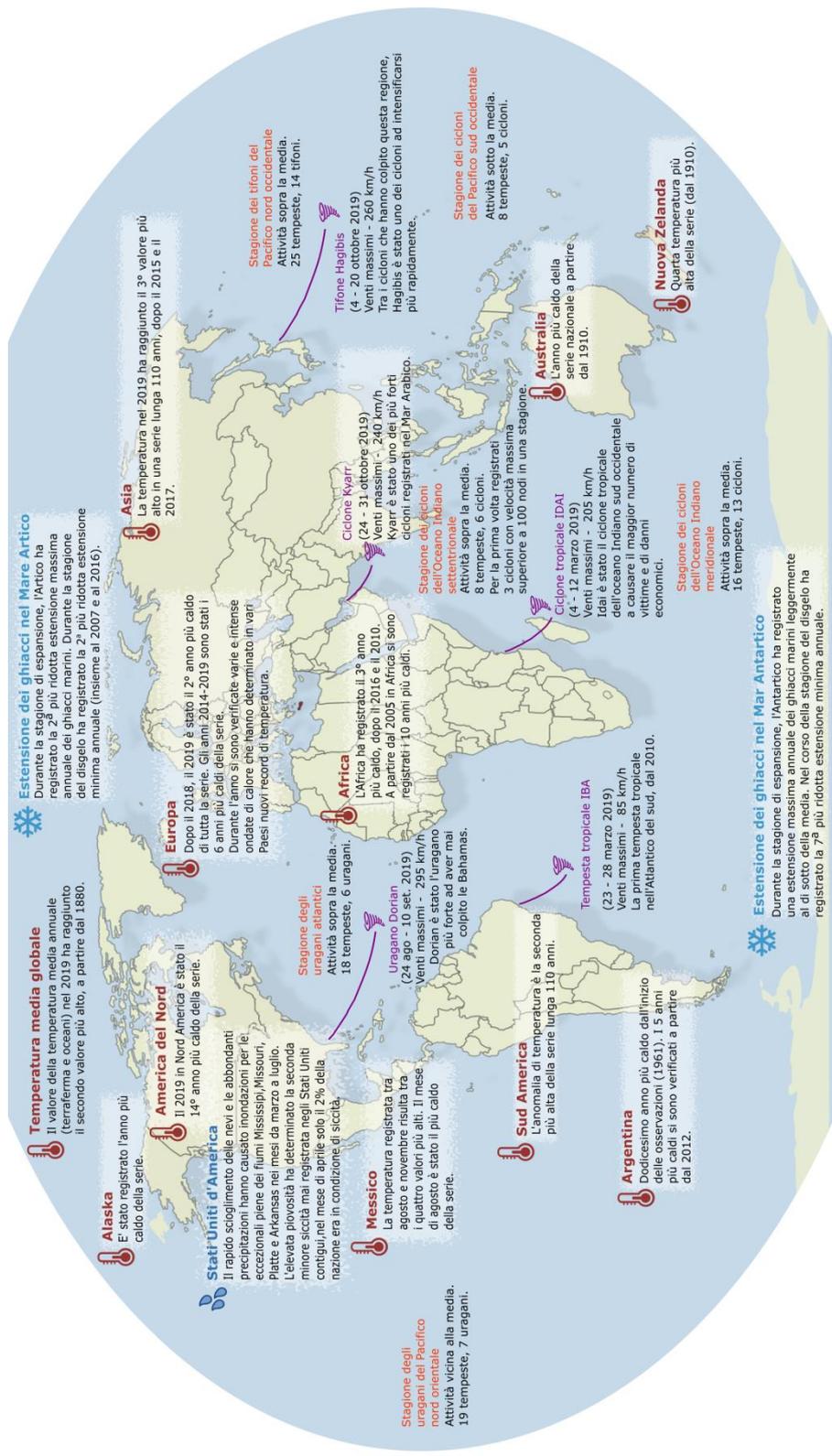
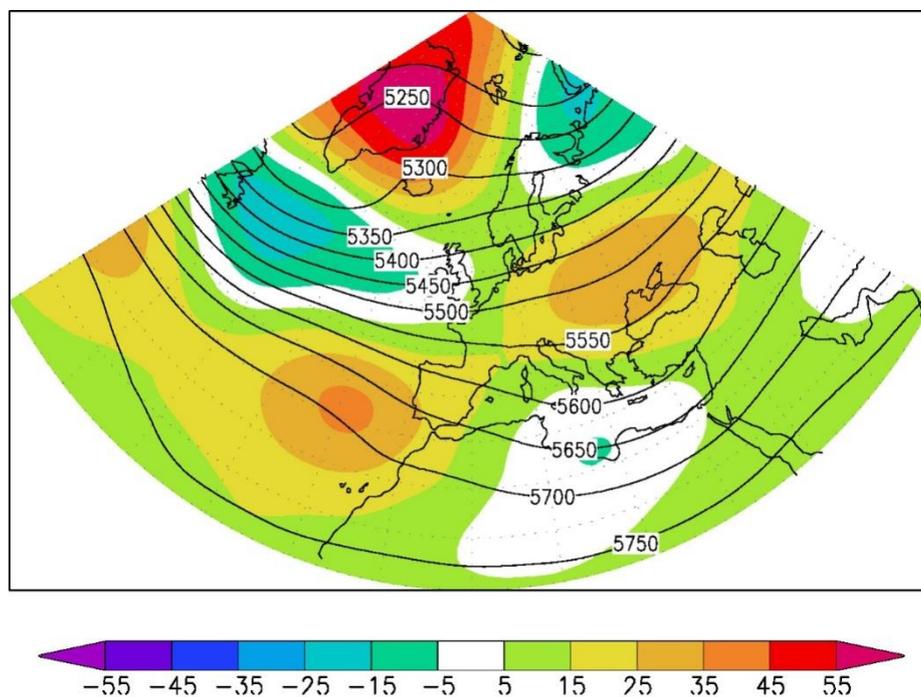
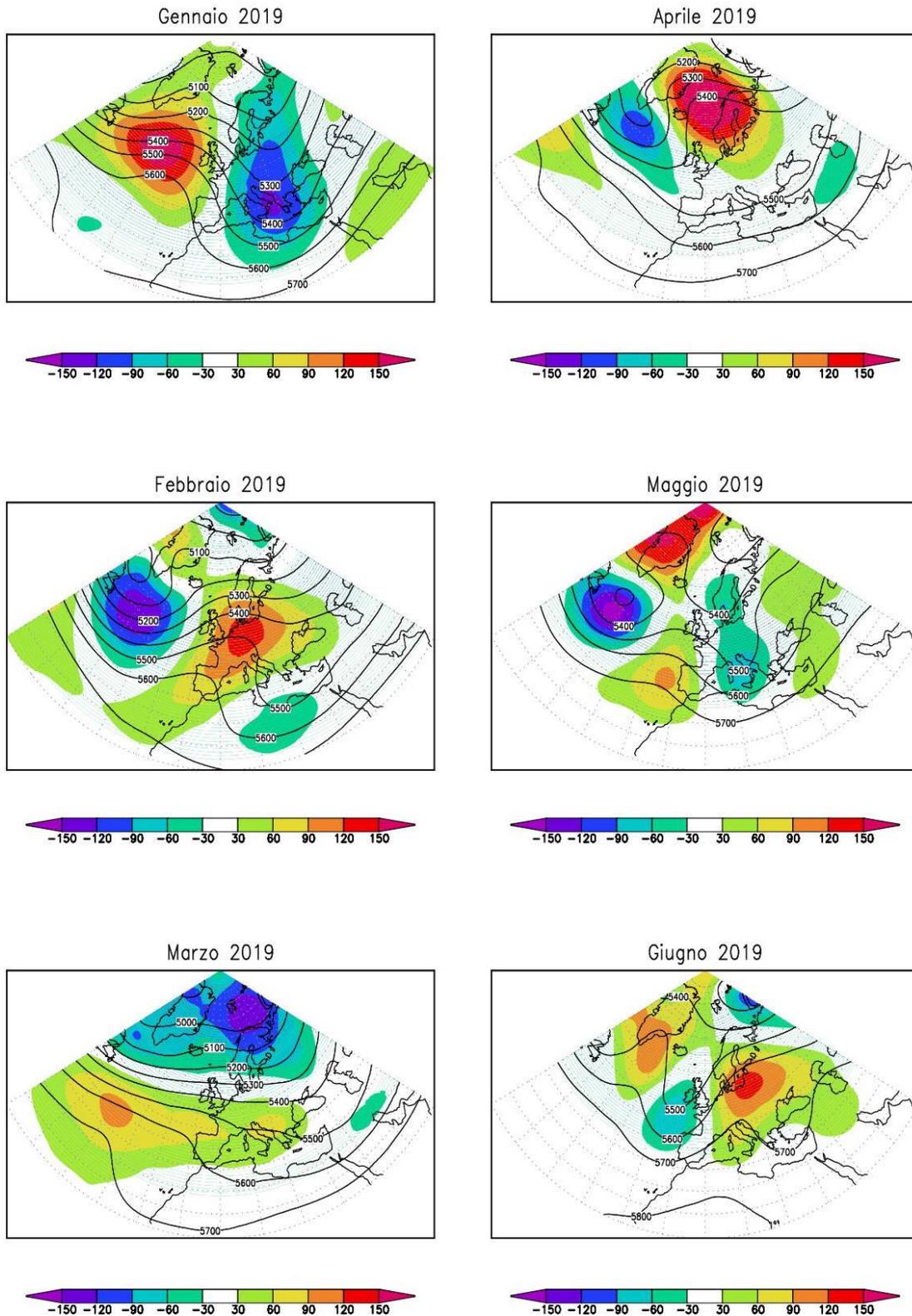


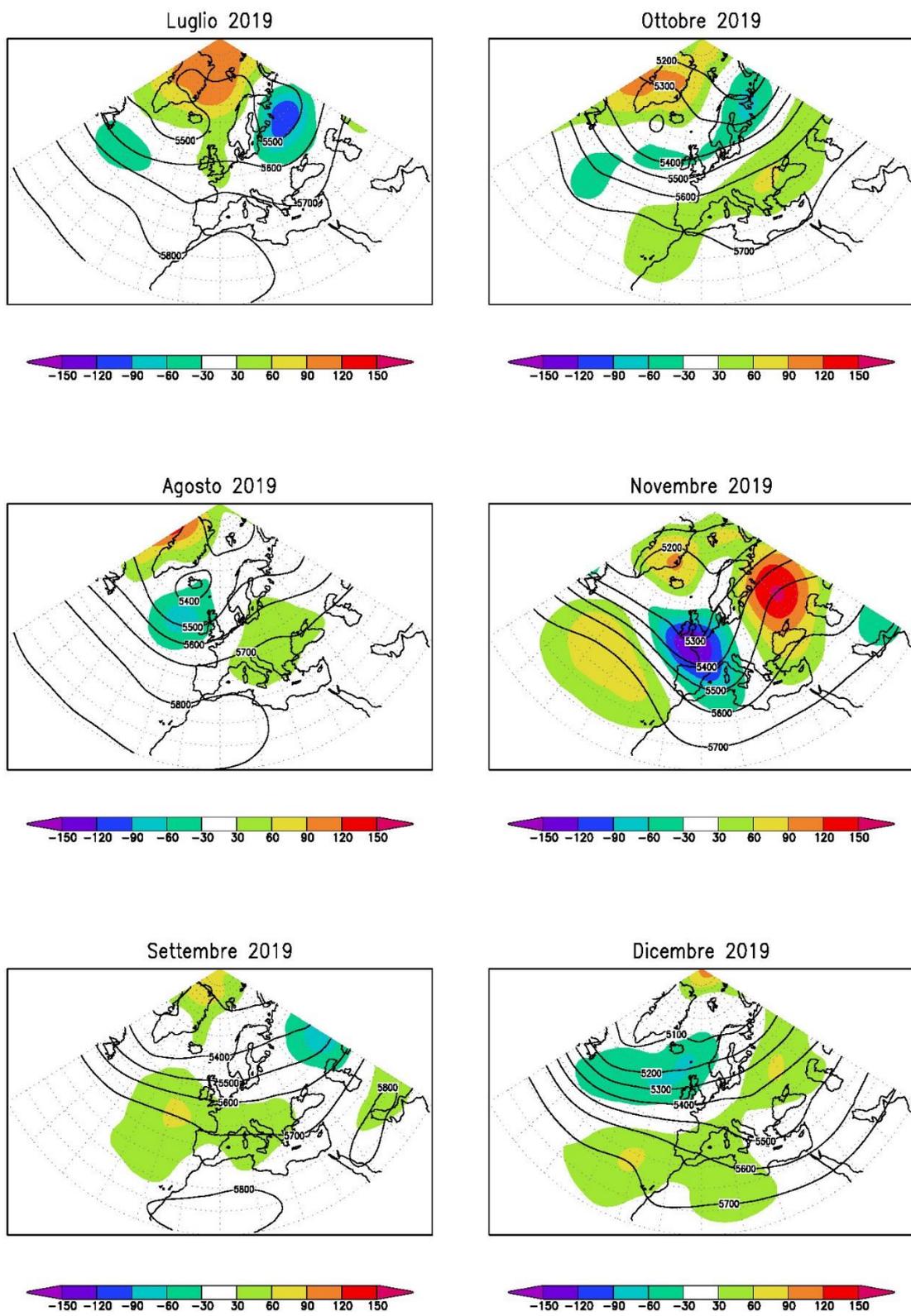
Figura 2.2: Sintesi delle principali anomalie climatiche globali verificatesi nel corso del 2019. Fonte: NOAA. Elaborazione: ISPRA.



**Figura 2.3:** *Mapa del geopotenziale medio annuale 2019 a 500hPa. L'intervallo tra le isolinee è 50 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2019 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: ERA5, Copernicus.*



**Figura 2.4a:** Mappe del geopotenziale medio mensili (da gennaio a giugno 2019) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2019 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: ERA5, Copernicus.



**Figura 2.4b:** Mappe del geopotenziale medio mensile (da luglio a dicembre 2019) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2019 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: ERA5, Copernicus.

---

## 2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia

### *Inverno*

L'anomalia media di geopotenziale a 500 hPa (Z500) per il mese di gennaio 2019 (**figura 2.4a**) presenta un intenso dipolo con una saccatura centrata tra l'Italia meridionale e il Mar Ionio, che ha favorito la prevalenza di venti freddi da nord sulla nostra penisola e anomalie termiche negative sulle Isole e sulle regioni centro-meridionali. Le precipitazioni sono state nella media sull'Italia centro-meridionale, ma scarse al Nord, accentuando le condizioni di siccità già osservate al termine dell'anno precedente.

In Sicilia il 5 gennaio sono state registrate gelate di grande rilievo, particolarmente intense nelle aree centro-meridionali, dove le temperature minime sono scese diffusamente sotto i  $-3^{\circ}\text{C}$ , in alcuni casi prossime ai valori estremi delle serie storiche; la stazione di Piazza Armerina (EN, 753 m slm), sito particolarmente sensibile alle gelate radiative, è arrivata a registrare una minima di  $-7.3^{\circ}\text{C}$ .

In Basilicata il 29 gennaio le abbondanti piogge hanno causato un eccezionale evento franoso nel Comune di Pomarico (MT).

Nel mese di febbraio sono invece prevalse anomalie di larga scala quasi opposte a quelle del mese precedente, che hanno portato condizioni di tempo stabile, con temperature molto superiori alla media nelle regioni centro-settentrionali e nella media nelle regioni meridionali; le precipitazioni sono state mediamente inferiori alla norma. In Piemonte, questo mese è stato il terzo più caldo dall'inizio delle osservazioni e il 27 è stato il giorno di febbraio più caldo mai osservato; record termici sono stati rilevati in 55 termometri della rete di monitoraggio, in prevalenza nei giorni 22 e 27 febbraio. Temperature particolarmente elevate sono state rilevate anche in Sicilia, dove nella prima decade di febbraio la presenza di correnti meridionali ha determinato temperature massime molto elevate sul settore tirrenico a causa del vento di caduta, registrando  $25.6^{\circ}\text{C}$  presso la stazione di Cefalù (PA).

Dal 31 gennaio al 1° febbraio piogge intense e persistenti hanno colpito la Campania, con massimi sulla costiera amalfitana, causando colate detritiche e distruggendo coltivazioni. Il 1° febbraio al Nord estese nevicate hanno toccato anche le quote più basse, con accumuli consistenti nei fondivalle alpini e in Pianura Padana. Tra l'1 e il 2 febbraio sul crinale appenninico tosco-emiliano sono state rilevate precipitazioni intense, che nelle vallate centro-occidentali dell'Emilia-Romagna hanno preso localmente la forma di pioggia congelantesi e sull'Appennino centro-orientale sono state associate a venti forti con raffiche. In Toscana, sull'Appennino settentrionale e sulle Alpi Apuane il 1° febbraio le precipitazioni giornaliere hanno raggiunto punte massime oltre i 250 mm, mentre in Emilia-Romagna, sulla maggior parte dei bacini appenninici centro-occidentali, sono caduti 100 mm in 48 ore, con punte superiori ai 200 mm nello stesso periodo. Le precipitazioni, insieme al parziale scioglimento del manto nevoso, hanno causato piene su tutti i corsi d'acqua appenninici; sul fiume Reno la piena ha segnato un nuovo massimo nella sezione di Bonconvento, raggiungendo 12.84 metri e ha causato l'allagamento di un'area di circa 27 km<sup>2</sup> nei Comuni di Castelmaggiore, Argelato e S. Giorgio di Piano.

In Umbria tra l'1 e il 4 febbraio sono state registrate precipitazioni cumulate massime puntuali pari a 116.3 mm e medie areali comprese tra i 50 mm e i 70 mm; le piogge hanno causato locali allagamenti lungo il corso del Medio Tevere in località Casalina (Deruta, PG), ingenti accumuli di materiale legnoso a ridosso delle pile dei ponti sul fiume, in Provincia di Perugia da Umbertide a Torgiano e danneggiamenti alle opere idrauliche.

Nei giorni successivi le piogge hanno colpito la Sicilia dove il 5 febbraio la stazione di San Nicola (Cassaro, SR) ha registrato un massimo di precipitazione giornaliera di 120 mm, che ha prodotto l'esondazione del fiume Anapo in un tratto a valle. Tra il 23 e il 24 febbraio il flusso di Grecale e Levante, associato ad una circolazione depressionaria sullo Ionio, ha portato vento forte con intense raffiche e mareggiate che hanno causato estesi danni in Campania e in Sicilia, anche nell'entroterra, nell'estremo settore sud-orientale: l'anemometro di Pachino (SR) ha registrato una raffica massima a 10 m dal suolo di 31.6 m/s (114 km/h), il valore più alto dall'installazione avvenuta nel 2002, mentre nell'entroterra del siracusano l'anemometro di Palazzolo Acreide (SR) ha registrato una raffica massima a 10 m dal suolo di 35.2 m/s (126 km/h).

---

## *Primavera*

Nel mese di marzo la circolazione nel settore euro-atlantico si è zonalizzata e l'asse del jet si è spostato a nord, come si rileva dalla mappa di anomalia di geopotenziale a 500 hPa (figura 2.4a) e dal valore positivo particolarmente intenso dell'indice della Oscillazione Artica pari a 2.1. I flussi meridionali sulla nostra penisola si sono indeboliti e si è assistito ad un sensibile rialzo termico in tutte le regioni con anomalie mensili dell'ordine di +2°C. Le precipitazioni sono state particolarmente scarse nelle regioni centro-settentrionali, ed ovunque inferiori alle attese.

In Piemonte la siccità, le temperature elevate ed il vento hanno contribuito alla diffusione di incendi boschivi osservati alla fine del mese in Val Sesia, con migliaia di ettari di vegetazione bruciati. Anche nell'Appennino emiliano-romagnolo gli incendi boschivi sono stati molto frequenti al punto che il 12 marzo la Protezione Civile regionale ha emesso un'allerta su tutta la regione.

In Sicilia le temperature hanno toccato i valori massimi durante la prima decade di marzo, superando i 25°C sul settore tirrenico, per poi crollare nella seconda decade a valori da pieno inverno, con la quota neve scesa localmente sotto i 700 m.

Ad aprile si è assistito ad un abbassamento del flusso zonale medio che ha favorito il ritorno delle piogge sul territorio italiano ponendo fine all'intensa siccità che nei mesi precedenti aveva colpito gran parte delle regioni settentrionali; le temperature sono state in media superiori alla norma su tutta la penisola.

Un evento pluviometrico di rilievo è stato registrato il 4 aprile, quando a Trento sono caduti 104.0 mm in 24 ore e in Veneto a S.Andrea (Gosaldo, BL, 1250 m slm) 137.8 mm in 24 ore, valori che in queste località rappresentano i nuovi record di precipitazione giornaliera di aprile.

Il 21 aprile intensi flussi di Levante e Scirocco associati ad una depressione centrata sull'estremo Mediterraneo occidentale hanno colpito la Sicilia: gli anemometri di Novara di Sicilia (ME) e Salemi (TP) hanno rilevato valori di raffica rispettivamente fino a 42.8 m/s (154.1 km/h) e 35 m/s (126 km/h), nuovi record dall'inizio delle osservazioni (2002). I venti hanno causato in queste aree danni e cadute di alberi.

Tra il 25 e 26 aprile sono state registrate precipitazioni intense sul Piemonte settentrionale, con massime intensità a Sambughetto (VB,); in questa stazione e a Druogno (VB,) sono stati registrati valori record di precipitazione giornaliera per aprile (rispettivamente 218.6 e 147.8 mm). In Sicilia invece, il 25 aprile, in una fase di alta pressione accompagnata dalla risalita di masse d'aria calda di origine africana, il termometro della stazione di Santa Croce Camerina (RG) ha registrato 32.2°C.

Il giorno 28 aprile le precipitazioni si sono abbattute sul Veneto dove ad Auronzo (BL, 849 m slm) sono caduti 68.2 mm in 24 ore, nuovo record pluviometrico primaverile per questa stazione.

Nel mese di maggio il flusso di larga scala è stato caratterizzato da una saccatura centrata sulla nostra penisola. In questo mese hanno dominato flussi freddi e umidi, che hanno impedito il progressivo innalzamento delle temperature tipiche della stagione. Le anomalie termiche sono state ovunque negative, raggiungendo particolare intensità nelle regioni meridionali, e le precipitazioni sono state ovunque superiori alle attese, con scarti anche superiori al 100%.

In Veneto i mesi di aprile e maggio hanno presentato caratteristiche climatiche simili e sono risultati i più freddi e piovosi degli ultimi 30 anni. Il mese di maggio è stato il quinto più freddo in Piemonte dal 1958, nonché il più piovoso e il quarto più freddo dal 1961 in Emilia-Romagna, dove le piogge hanno causato fenomeni franosi e piene nei bacini centro-orientali. In particolare, le piene di Secchia, Samoggia, Sillaro, Lamone, Montone, Ronco e Savio hanno superato i massimi livelli storici.

Anche in Calabria maggio è stato particolarmente freddo, con anomalie termiche che hanno raggiunto valori minimi fino a -5°C rispetto alla media climatica.

Tra il 4 e il 6 maggio la nostra penisola è stata investita dal transito di una perturbazione di origine artica che ha portato ovunque un netto calo delle temperature. In quei giorni in Piemonte sono stati rilevati record di temperatura minima mensile in 103 termometri della rete di monitoraggio; l'Emilia-Romagna è stata colpita da venti di burrasca sulla costa e in pianura, con precipitazioni elevate, che hanno determinato piene moderate dei fiumi collinari, dal reggiano al bolognese, e nevicate abbondanti in Appennino anche a quote collinari (200 m slm), evento che non si riscontrava dal 6-7 maggio 1957.

Negli stessi giorni intensi temporali hanno colpito anche le Marche dove a Fermo si è verificata una copiosa grandinata e nella provincia di Ancona, a Filottrano, Osimo, Ancona, Offagna e Jesi, si sono registrate grandinate, allagamenti e colate di fango, che hanno causato diverse criticità sul territorio, inclusi problemi alla rete ferroviaria e disagi alla viabilità. Anche in Sicilia i termometri hanno

---

registrato temperature prossime ai minimi storici; una parentesi più calda ha fatto registrare l'11 maggio massime superiori ai 30°C sulla costa tirrenica per effetto dei venti di caduta, poi le temperature sono tornate per il resto del mese a valori tipici da tardo inverno.

Tra il 12 e il 14 maggio temporali persistenti con intensi rovesci (massima cumulata sull'evento pari a 250 mm a Pintura di Bolognola -MC) e forti venti hanno colpito le Marche provocando disagi e dissesti diffusi nella parte centro-settentrionale della regione e l'innalzamento dei livelli di molti corsi d'acqua.

Tra il 25 e il 30 maggio le piogge intense sono tornate in varie regioni e nelle Marche hanno causato una colata detritica a San Liberato (San Ginesio, MC), allagamenti in molte località (San Severino, Tolentino, Fiastra, Castelraimondo, Pioraco, Comunanza, superstrada Ascoli-Mare e strada Via Salaria) e la caduta di molti alberi sia nell'ascolano che nel fermano.

Il 27 maggio sono state registrate precipitazioni a carattere di rovescio o temporale accompagnate da frequente attività elettrica e forti raffiche di vento soprattutto nella zona del Lago Trasimeno. Le piogge hanno causato molti allagamenti, frane e l'innalzamento dei livelli dei fiumi; in particolare la piena del torrente Caina in località Solomeo (Corciano, PG) ha causato la morte di una persona.

In Veneto il 28 maggio a Portogruaro Lison (VE), sono caduti 117.4 mm in 24 ore, nuovo record pluviometrico primaverile per questa stazione di monitoraggio.

### *Estate*

Ad inizio giugno si è assistito ad un cambio repentino di circolazione e ad un conseguente brusco innalzamento termico. In una settimana le temperature sono passate da valori nettamente inferiori a valori superiori alle medie climatologiche, per poi aumentare ulteriormente nel corso del mese. Le anomalie mensili sono state positive e di grande intensità in tutte le regioni, raggiungendo valori medi areali prossimi ai +4°C. In Provincia di Trento, in Friuli Venezia Giulia e in Emilia-Romagna il mese di giugno 2019 è stato il secondo giugno più caldo della serie dopo il 2003; in Piemonte il terzo più caldo dal 1958 e in Sicilia è risultato tra i più caldi mai registrati. I valori di temperatura hanno raggiunto il picco massimo tra il 26 e il 29 giugno, quando intensi flussi di aria africana nella media atmosfera, con picchi di anomalia termica intorno a +10°C, hanno causato una breve ma intensa ondata di calore, con temperature record in molte località d'Europa. L'Italia, trovandosi al margine orientale dell'anticiclone, ha registrato valori di temperatura elevati, ma comunque estremi, che hanno fatto crollare i precedenti record di giugno in maniera diffusa. La presenza di una massa d'aria calda posizionata principalmente in quota è confermata dal fatto che nel corso del radiosondaggio di mezzanotte del 28 giugno effettuato a S. Pietro Capofiume (BO) è stata misurata una temperatura di 22.6°C a 1500 m di quota, in libera atmosfera, di un grado superiore al precedente record di giugno, e che le anomalie termiche più intense sono state rilevate in montagna sulle Alpi e sugli Appennini. La temperatura ad Aosta per la prima volta ha superato i 40°C (40.1°C all'aeroporto il 27 giugno); in Piemonte tra il 27 e il 28 giugno molti termometri hanno registrato valori record di temperatura massima per il mese di giugno e in 18 di essi il giorno 28 è stato registrato il record assoluto, con il picco di 40.4°C a Torino Vallere. Il 27 giugno 2019, inoltre, è stato il giorno più caldo sul Piemonte dal 1958. Infine, il giorno 29, è stato registrato il nuovo record di temperatura massima assoluta presso la stazione di Capanna Margherita (VC, 4554 m slm): 10.1°C.

In Lombardia tra le giornate del 27 e del 28 giugno si sono registrate temperature nettamente superiori alla media del periodo, con massime che hanno raggiunto i 39°-40°C (40.0°C a Voghera, 39.1°C a Cremona, 38.9°C ad Arconate e Brescia). A Milano la temperatura massima di 36.9°C del giorno 28 rappresenta il valore più elevato per il mese di giugno dal 1961. Nella provincia di Trento il 27 è risultata la giornata più calda mai osservata nel mese di giugno in molte località; in provincia di Bolzano tra il 26 e il 28 giugno sono state registrate temperature intorno ai 40°C (39.9°C a San Martino in Passiria, dove le condizioni termiche sono state aggravate da venti di foehn da nord).

Anche in Veneto sono stati superati i record assoluti di temperatura sia in pianura che in montagna, con picchi che hanno sfiorato i 40°C nei settori più caldi della pianura centrale, 35-36°C attorno ai 1000 m e 24-25°C tra il passo Pordoi ed il Falzarego.

In Emilia-Romagna, il 27 giugno la temperatura massima ha superato i precedenti record del mese di alcuni gradi: nella pianura centrale (Castelfranco Emilia, MO) e nell'Appennino piacentino (Bobbio, PC), sono stati raggiunti o superati di poco i 40°C, temperature che equivalgono ad una anomalia rispetto alla media del periodo di circa +12°C in pianura, e fino a +16°C in montagna. In Toscana in questi giorni si sono toccati i 39°C a Firenze.

---

In Sicilia la differenza tra le medie mensili di giugno e di maggio 2019 si è avvicinata a 10°C, circostanza mai riscontrata prima nelle serie storiche e in Calabria le anomalie termiche hanno raggiunto picchi tra +3 e +5°C rispetto al clima di riferimento.

Il rialzo delle temperature e gli alti valori di umidità nei bassi strati dell'atmosfera hanno favorito nel corso del mese di giugno il verificarsi di intensi eventi convettivi, di cui il primo si è verificato in Lombardia, nelle provincie di Lecco e Sondrio, dove tra il 9 e il 12 giugno si sono abbattuti forti temporali: l'11 giugno la precipitazione ha raggiunto intensità massime di 116.0 mm in 4 ore a Darfo Boario Terme (BS), di 84.0 mm in 4 ore a Costa Volpino (BS), e 69.0 mm a Premana (LC). Il giorno seguente si sono aggiunte precipitazioni pari a 173.0 mm a Premana (LC), 151.0 mm a Campodolcino (SO), 123.0 mm a Gera Lario (CO) e 109.0 mm ad Introbio (LC). Il 22 giugno si è verificata una grandinata molto intensa a Bologna, Modena e Reggio con chicchi di grandi dimensioni su ampie aree, che insieme al forte vento, ha causato feriti e danni a tetti, finestre e automobili.

In Sicilia temperature nettamente superiori alle medie hanno contraddistinto anche la prima decade del mese di luglio, al culmine della quale, il giorno 10, gli intensi venti di Libeccio hanno fatto registrare le massime temperature dell'estate con 44.4°C rilevate ad Oasi Simeto (CT).

Nel mese di luglio le anomalie di geopotenziale (**figura 2.4b**) evidenziano la presenza di una anomalia di vento zonale sull'Atlantico settentrionale che ha portato su Europa e Mediterraneo precipitazioni frequenti. I totali mensili sono stati ovunque superiori ai valori di riferimento, in particolare nelle regioni centro-meridionali, e le temperature sono rimaste superiori alla media, anche se con scarti più contenuti rispetto al mese precedente. Il 2 luglio un intenso temporale ha colpito il Veneto e presso la stazione di Lusiana (VI, 770 m slm) è stata registrata una precipitazione cumulata giornaliera di 123.8 mm, nuovo record estivo per questa stazione.

Il 6 luglio l'afflusso di aria fredda instabile in quota ha determinato lo sviluppo di un intenso temporale nelle aree orientali del Piemonte: i picchi pluviometrici più elevati si sono registrati a Vercelli con 36.6 mm in 1 ora e a Mottarone Baita CAI (VB) con 65.2 mm in 3 ore; in occasione di questo evento si sono anche verificate forti grandinate, con chicchi di dimensioni di 8-10 cm nel vercellese e raffiche di vento fino a 82 km/h nella città di Vercelli.

Tra il 9 e il 10 luglio il transito di un'onda depressionaria associata a flussi di aria più fresca ed instabile ha favorito lo sviluppo di temporali sull'Italia settentrionale e varie trombe marine lungo le coste. In Piemonte i valori di intensità di precipitazione più alti sono stati registrati a Lanzo (TO) e sono stati pari a 82.4 mm in 1 ora e 87.8 mm in 3 ore: valori che in Piemonte rappresentano i massimi assoluti per il mese di luglio per gli intervalli orari di 1 e 3 ore. In Emilia-Romagna i temporali hanno colpito principalmente la pianura ferrarese (Argenta) e parmense (Langhirano) e sono stati accompagnati da raffiche e grandine, mentre una tromba d'aria ha colpito Milano Marittima abbattendo in una pineta alcune centinaia di alberi: un evento senza precedenti in quest'area. Trombe d'aria sono state osservate anche nelle Marche, dove sono stati colpiti gli stabilimenti balneari di Numana, Sirolo e Osimo, in Molise e in Abruzzo, a Pescara e Montesilvano (PE); qui l'evento è stato associato a temporali intensi con grandine.

Il 14 luglio 2019 l'aria fredda proveniente dal nord Europa è stata convogliata sul Nord Italia dall'area depressionaria in transito dalla Spagna alla Sardegna. I rovesci e i temporali che nella seconda parte della giornata hanno interessato il territorio piemontese, si sono intensificati nel giorno successivo, quando tutto il Piemonte è stato colpito da precipitazioni mediamente moderate o forti, con locali picchi intensi: il cuneese ha registrato i valori più elevati con 68.8 mm in 3 ore, 128.2 mm in 12 ore e 154.8 mm in 24 ore a Robilante Vermezzana (CN), e 89.2 mm in 6 ore a Barge (CN); nel corso di questo evento 70 stazioni pluviometriche della rete di monitoraggio del Piemonte hanno stabilito il record di precipitazione giornaliera per il mese di luglio. La bassa pressione di matrice nordeuropea ha anche causato un calo termico: il 15 luglio è stato il giorno più freddo del mese da inizio osservazioni, con 10.4°C di temperatura minima e 13.5°C di temperatura media. Il 16 luglio la circolazione depressionaria si è allontanata verso il Sud Italia, portando in Sicilia piogge diffuse sui settori tirrenici e ionici. Gli accumuli sono stati notevoli sul versante orientale dell'Etna, dove si è verificato un nubifragio con un accumulo di 123.0 mm e un'intensità massima oraria di 49 mm registrati presso la stazione di Cavagrande (Milo, CT).

Tra il 27 e il 28 luglio si sono abbattuti su gran parte della Toscana importanti sistemi temporaleschi, con forti raffiche di vento e grandinate che hanno causato numerosi danni nella regione: il maltempo è risultato particolarmente severo sulle provincie di Arezzo, Siena, Grosseto e nell'empolese-Val d'Elsa in provincia di Firenze. Tra il pomeriggio e la sera del 27 luglio gran parte delle zone orientali (Provincia di Arezzo e parte meridionale di quella di Firenze) e meridionali (Provincia di Siena e parte

---

settentrionale di quella di Grosseto) della Toscana sono state interessate da forti piogge che in alcune zone hanno raggiunto valori decisamente elevati, ovvero 80 mm in 1 ora e 140 mm in 3 ore, con almeno 7 stazioni che hanno rilevato più di 100 mm in 3 ore e cumulati complessivi nelle 24 ore dai 190 mm ai 230 mm, valori caratterizzati da tempi di ritorno di gran lunga superiori a 200 anni. Il 27 luglio è stata anche la giornata in cui si è registrato il più alto numero di fulminazioni, pari a circa 65.000 unità sull'intero territorio regionale. Il 28 luglio le piogge sono state intense anche in Veneto; a Cavallino (VE) con 140.4 mm è stato stabilito un nuovo record estivo di precipitazione giornaliera per questa stazione.

Il giorno 29 luglio sulla costa tirrenica orientale della Sicilia un esteso nubifragio ha coinvolto l'area compresa tra Patti e Capo d'Orlando (ME), facendo registrare cumulate totali di evento fino a 137.0 mm, con notevoli conseguenze sulla viabilità e con locali esondazioni di torrenti.

Agosto è stato caratterizzato da condizioni più stabili, con il jet atlantico relegato alle alte latitudini ed esteso su tutta l'Europa settentrionale. Le anomalie termiche sono state positive su tutto il territorio nazionale e le precipitazioni ovunque inferiori alle attese. Tuttavia, soprattutto nella prima metà del mese, sono stati osservati numerosi eventi convettivi.

Il 2 agosto in Calabria il termometro di Torano Scalo (CS) ha registrato il massimo valore assoluto da inizio misurazioni pari a 41.5°C.

Il 6 agosto intensi temporali hanno colpito le regioni settentrionali. In provincia di Bolzano i fenomeni sono stati accompagnati da grandine che ha danneggiato i vigneti intorno al capoluogo. In Lombardia invece, a Premana (LC) sono state registrate intensità massime orarie pari a 38.6 mm, valore record per questa regione.

Il giorno 11 il Piemonte si è trovato nel settore prefrontale del fronte freddo associato ad una saccatura atlantica e si sono innescati forti temporali grazie all'elevata energia disponibile per la convezione ed alla convergenza delle masse d'aria nei bassi strati. Violente grandinate hanno causato estesi danni tra la collina torinese ed il Piemonte orientale, interessando in maniera particolare il monferrato; sono state rilevate anche forti raffiche di vento con massimi di 64.8 km/h a Buttigliera d'Asti (AT) e 60.8 km/h a Bauducchi Moncalieri (TO).

Nel giorno successivo i temporali hanno interessato tutto il territorio regionale, raggiungendo particolare intensità nella provincia di Verbania dove si sono registrati i picchi più elevati ad Alpe Devero (VB, 62.6 mm in 1 ora, 77.8 mm in 3 ore, 81.6 mm in 6 ore e 89.8 mm in 24 ore), mentre per le intensità di precipitazione sulle 12 ore il valore più alto si è verificato a Cannobio (VB) con 86.2 mm. Le forti precipitazioni hanno causato una colata detritica del Rio Croso (Varzo, VB) e a Pallanza (VB) è stata registrata una raffica di vento pari a 33.2 m/s (119.5 km/h). In questi giorni le raffiche di vento sono state molto intense anche in Lombardia, dove hanno raggiunto punte fino a 28 m/s nel bresciano (Brescia: 25.5 m/s; Puegnago del Garda: 28 m/s) e 26 m/s nel pavese (Landriano: 26.4 m/s).

### *Autunno e dicembre*

A settembre si è osservato un abbassamento dell'asse del jet Atlantico e un'estensione a ovest dell'anomalia positiva di geopotenziale già presente sull'Europa, che ha colmato la saccatura presente ad agosto sull'Atlantico ad ovest della Penisola iberica. Le anomalie termiche in Italia si sono ulteriormente ridotte, mentre le precipitazioni sono state ovunque nella media.

In questo mese si sono verificati solo tre eventi degni di nota. Tra il 5 e il 6 settembre intensi temporali hanno colpito il Veneto, con valori di cumulata giornaliera massima a Montagnana (PD) di 105.2 mm, nuovo record per l'autunno in questa località. Il 19 settembre un'intensa attività convettiva nelle aree più interne della Sicilia ha fatto raggiungere ad Enna 74.0 mm di accumulo giornaliero ed una intensità oraria superiore a 50 mm. Infine, il 23 settembre piogge intense hanno provocato, nella parte umbra della Valnerina, un'importante colata detritica che ha comportato l'ostruzione completa di un ponte in località Terria (Ferentillo, TR).

Ad ottobre il flusso è rimasto sempre molto zonale nell'area euro-atlantica intensificandosi sul nord Europa. In Italia le temperature si sono assestate su valori medi superiori di 2°C rispetto alla norma e, nonostante le precipitazioni mensili medie siano rimaste prossime ai valori climatologici, in Sicilia, Lombardia, Piemonte e Liguria si sono osservate cumulate mensili di grande intensità.

Una prima fase perturbata ha colpito la Sicilia tra il 2 e il 3 ottobre, producendo intensi fenomeni soprattutto sul messinese tirrenico, con precipitazioni massime di evento presso la stazione di Colle San Rizzo (ME) di 111.6 mm e intensità oraria di 71.8 mm, con conseguenti allagamenti e danni soprattutto a Messina.

---

Tra il 14 e il 15 ottobre sono state registrate piogge abbondanti in Liguria, nelle province di Genova e Savona, con massimi superiori a 400 mm in 12 ore (463 mm a Mele, 440 mm a Fiorino).

Tra il 19 ed il 24 ottobre il nord-ovest è stato interessato da intense correnti umide dai quadranti meridionali, che hanno portato maltempo con precipitazioni molto intense, soprattutto in Liguria, su bacini parzialmente inclusi nel territorio piemontese, quali Tanaro, Bormida ed Orba. Il 20 ottobre la stazione di Montenotte (SV) ha registrato le massime intensità pluviometriche di 84.4 mm in 1 ora e 150.6 mm in 3 ore, mentre il pluviometro di Settepani (SV) ha rilevato picchi di 211 mm in 6 ore, 238.8 mm in 12 ore e 281.8 mm in 24 ore; il verbano ha registrato precipitazioni con massimi di 105.4 mm in 12 ore e 152 mm in 24 ore a Cesara.

Il 21 ottobre si è assistito allo sviluppo sul golfo ligure di un temporale auto-rigenerante dalla caratteristica forma a V (*Vshaped*) nella seconda parte della giornata; il temporale si è poi spostato verso l'entroterra, tra Rossiglione (GE) e Gavi (AL), crescendo ulteriormente grazie all'effetto orografico dei primi rilievi appenninici e rimanendo quasi-stazionario in quell'area per circa 12 ore, fino alle prime ore del giorno 22. I valori di precipitazione connessi a tale struttura temporalesca sono stati eccezionali: Rossiglione (GE) ha registrato un picco orario di 84.2 mm, mentre a Gavi (AL) si sono avuti i massimi su 3, 6, 12 e 24 ore rispettivamente di 205.4 mm, 318.0 mm, 432.2 mm e 480.0 mm. Questi ultimi valori pluviometrici su 12 e 24 ore rappresentano i primati assoluti per la rete di monitoraggio piemontese, con tempi di ritorno molto superiori a 50 anni. I totali di evento hanno raggiunto valori massimi di 579.6 mm nella stazione di Gavi (AL). A Capriata d'Orba (AL) la piena del torrente Albara ha invaso la Strada Provinciale 155, distruggendo il ponte e causando una vittima; molto significativa è stata anche l'ondata di piena del fiume Orba, che ha raggiunto nel pomeriggio del 21 ottobre un valore di portata tra 2700 e 2800 m<sup>3</sup>/s, caratterizzato da un tempo di ritorno di circa 500 anni.

In Liguria le abbondanti piogge hanno raggiunto le cumulate massime a Campo Ligure: 279.1 mm in 6 ore, 482.6 mm in 12 ore, 527.2 mm in 24 ore e 696.4 mm totali sull'evento; è stato registrato un vento medio fino a 78 km/h, con raffiche oltre i 100 km/h (il massimo di 118 km/h a Fontana Fresca).

Il 21 ottobre temporali forti hanno colpito anche la Lombardia; sono state misurate cumulate massime giornaliere di 150.4 mm a Sant'Angelo Lodigiano (LO), dove l'intensità massima di precipitazione oraria ha raggiunto 59.6 mm, e di 151.2 mm a Voghera ponte Staffora (PV).

Nei giorni successivi le precipitazioni si sono spostate nelle regioni meridionali. Il 24 ottobre i fenomeni si sono concentrati in particolare sulla fascia sud-occidentale della Sicilia, con nubifragi diffusi dei quali il più rilevante a Castelvetro (TP), con intensità di 54.9 mm in 30 minuti, 75.6 mm in 1 ora e 125.9 in 24 ore, ha causato allagamenti ed esondazioni nel reticolo idrografico; il 25 ottobre i fenomeni hanno riguardato solo l'estrema porzione sud-orientale del territorio regionale, dove un sistema a multicelle ha stazionato a lungo con elevata intensità sulla linea temporalesca, producendo accumuli eccezionali: la stazione di Ispica (RG) ha registrato un accumulo giornaliero di 210.8 mm mentre l'intensità oraria ha raggiunto 103.8 mm; la stazione SIAS di Ispica, localizzata più vicina alla costa, ha totalizzato invece 249.2 mm, con tempi di ritorno d'evento stimati intorno a 200 anni. Con tali intensità i fenomeni alluvionali e di dissesto idrogeologico, pur riguardando un'area relativamente ristretta, sono stati di notevole gravità e con esiti tragici. Il 27 un sistema a multicelle ha insistito di nuovo a lungo su parte della provincia di Catania raggiungendo presso la stazione di Ramacca (CT) un'intensità oraria di 62.8 mm in un'ora e una cumulata giornaliera di 135.1 mm, provocando nell'area interessata imponenti fenomeni erosivi, smottamenti e locali esondazioni di torrenti.

A novembre la configurazione della circolazione di larga scala ha presentato un'intensa saccatura con asse orientato in direzione meridionale ad ovest della penisola italiana: tale anomalia di circolazione ha portato piogge eccezionali in tutta Italia, con totali medi areali tra 2 e 3 volte le attese, e temperature comunque superiori ai valori climatologici.

In Valle d'Aosta l'autunno 2019 è stato il secondo autunno più piovoso dal 2000, con un valore di precipitazione media regionale di circa 350 mm; la stagione è stata caratterizzata da molteplici eventi precipitativi non eccezionali che hanno di fatto influito sul numero di giorni di pioggia, classificando l'autunno 2019 come uno degli autunni più piovosi degli ultimi 100 anni.

In Piemonte, novembre 2019 ha avuto una precipitazione cumulata media regionale di 327.6 mm, pari al 317% della media del periodo 1971-2000, risultando il secondo più piovoso degli ultimi 62 anni.

Un novembre molto piovoso anche in Lombardia, dove, come di consueto, le cumulate più elevate sono state registrate sulla fascia prealpina e sulle Orobie raggiungendo i 500-600 mm. In particolare, i massimi totali mensili pari a 663 mm, 543 mm, 490 mm e 485 mm sono stati rilevati rispettivamente ad Ardesio-Valcanale (BG), a Bagolino (BS), a Sormano (CO) e a Cuveglio (VA). In pianura i valori

---

massimi sono stati secondi solo al novembre 2014; a Milano sono caduti 244 mm a fronte di una media di circa 100 mm, a Brescia 238 mm a fronte di una media di circa 70 mm, a Sondrio 240 mm (media 80 mm circa), a Mantova 211 mm (media 60 mm circa) e a Pavia 222 mm (media 90 mm circa).

A Bolzano, a novembre è stata totalizzata 3-4 volte la pioggia mensile attesa, con picchi di piovosità intorno ai 300 mm.

In Trentino le precipitazioni sono state mediamente il quadruplo di quelle medie sul periodo 1961-1990, superando nella maggior parte delle località i massimi storici misurati nell'ultimo secolo; alle quote medio-alte copiose neviccate hanno superato i massimi accumuli di neve fresca sinora rilevati a novembre.

In Veneto le cumulate mensili hanno superato il doppio, se non addirittura il triplo, di quel che cade normalmente. Si è sfiorato il metro di pioggia sulle Prealpi vicentine e sull'Alpago, con 910 mm al rifugio La Guardia, 906 mm a Turcati e 893 mm a Valpore – Seren del Grappa.

Anche in Friuli Venezia Giulia novembre è stato molto piovoso, con precipitazioni superiori al 300% delle attese; a Tolmezzo sono stati registrati in totale quasi 1200 mm di pioggia.

E' stato il novembre più piovoso anche in Emilia-Romagna (dal 1961), con una media regionale di 270 mm; in Toscana novembre 2019 è stato il più piovoso dal 1955, con precipitazioni tra il doppio e il triplo del normale.

In Campania i totali pluviometrici tra l'1 e il 24 sono stati superiori a 500 mm in ampie aree e hanno raggiunto massimi di 667.9 mm a Tramonti Chiunzi (SA), 649.6 mm a S. Martino Valle Caudina (AV) e 607.2 mm a Pimonte (NA).

Tra il 2 e il 3 novembre in Liguria si sono verificate piogge intense e persistenti nello spezzino e nella Valle del Magra, associate a venti con raffiche fino a 167 km/h (a Giacopiane, GE); si è inoltre verificata una forte mareggiata con altezza d'onda tra 4 e 5 m e periodo tra 8 e 10 s.

Le piogge si sono poi spostate sulle regioni meridionali e in Campania tra il 3 e il 6 novembre hanno raggiunto cumulate su 48 ore superiori ai massimi storici in 14 stazioni, con il massimo valore di 238.2 mm a Forino (AV), mentre in 24 stazioni sono stati superati i massimi storici di cumulata su 72 ore, con massimo a Serino (AV) pari a 302.2 mm. Intensità notevoli sono state registrate in alcune stazioni: a Tramonti Chiunzi (SA) 17.6 mm in 10 minuti, a Forino (AV) 105.2 mm in 1 ora e a Cellole Meteo (CE) 102.0 mm in 1 ora.

Tra l'11 e il 13 novembre un minimo con ventilazione prevalente sud-orientale ha colpito la Basilicata e la Calabria. In Basilicata 8 stazioni hanno registrato intensità pluviometriche con tempi di ritorno superiori a 20 anni; in Calabria invece i totali di evento hanno superato in 16 stazioni i 140.0 mm, con il picco di 236.6 mm nella stazione di Mesoraca-Fratta (Mesoraca, KR), dove sono state registrate anche le intensità massime di 131.1 mm in 6 ore, 155.8 mm in 12 ore e 187.8 mm in 24 ore; l'evento è stato accompagnato da intense raffiche di vento, con valore massimo di 34.4 m/s (123.8 km/h) alla stazione di Botte Donato (CS).

In Sicilia questa depressione ha attivato venti di tempesta meridionali anche con formazione di trombe d'aria: presso la stazione di Novara di Sicilia (ME), una raffica di vento ha raggiunto 52.16 m/s (187.92 km/h), il valore più elevato mai toccato nell'intera rete dal 2002 e numerose stazioni hanno registrato valori superiori a 20 m/s; sebbene in occasione di questo evento l'intensità delle precipitazioni sia stata in genere piuttosto contenuta, si sono verificati fenomeni di dissesto nonché pesante erosione.

La stessa depressione l'11 novembre, spostandosi verso nord, ha dato origine ad un minimo secondario molto profondo sul Golfo di Venezia. Il giorno successivo sulla costa la pressione è scesa fino a 993 hPa, si sono intensificati venti da est-nord-est sul Golfo di Trieste, mentre forti venti di Scirocco hanno soffiato su tutto l'Adriatico. Tali condizioni meteorologiche assieme alla fase di luna piena hanno determinato il verificarsi di fenomeni eccezionali di acqua alta: a Venezia si sono raggiunti 187 cm, con danni incalcolabili nel centro della città (**figura 2.5**), e a Grado (GO) 181 cm (Zero mareografico di Punta Salute); l'acqua del mare ha invaso buona parte della cittadina, con picchi di oltre mezzo metro nei punti più bassi (**figura 2.6**). Non venivano raggiunti livelli di marea così elevati dal 24 novembre 1969.

I forti venti hanno causato anche una mareggiata sulle coste centro-settentrionali delle Marche, provocando danni in molte località costiere e rovesci diffusi nelle zone interne della regione.

Tra il 14 e il 15 novembre un'ampia area depressionaria, collocata sul Mediterraneo occidentale tra due promontori anticiclonici, ha interessato le regioni settentrionali e in Valle d'Aosta ha portato neve oltre 600-800 m, con più di 50 cm a 1200-1400 m. Sul Piemonte sono state registrate diffuse

---

precipitazioni con picchi localmente forti o molto forti su alessandrino, torinese, cuneese e, nella fase finale dell'evento, sul verbanico.

Tra il 15 e il 19 novembre questa perturbazione ha causato precipitazioni intense e persistenti sull'Emilia-Romagna, con quantitativi su cinque giorni diffusamente superiori a 150 mm sui rilievi della parte centrale e occidentale della regione, e picchi superiori ai 300 mm sull'Appennino emiliano centrale. Le precipitazioni hanno causato l'innalzamento dei livelli idrometrici di numerosi corsi d'acqua, con rottura di argini dell'Idice a Budrio (BO), del Quaderna a Ozzano Emilia (BO) e del canale Diversivo a Massa Finalese (MO). Le precipitazioni intense hanno causato allagamenti a Modena e provincia e nell'area della città metropolitana di Bologna, con conseguente chiusura di numerose strade, nonché frane e smottamenti in diverse località dell'Appennino centrale. I venti di Scirocco sul litorale, in concomitanza con la marea, hanno causato mareggiate sulla costa, con ingressione marina e conseguenti notevoli danni ad infrastrutture.

In questi giorni le precipitazioni sono state abbondanti anche in Veneto, con copiose neviccate in alta quota (il giorno 17, la quota neve è salita in pochissime ore da 600 a 2300 m) e precipitazioni fino a 250-380 mm sui settori montani più colpiti. A Venezia si sono verificati altri due episodi d'acqua alta.

In provincia di Bolzano le abbondanti neviccate hanno causato numerose valanghe.

Il 17 novembre la Toscana ha registrato forti criticità su quasi tutto il reticolo fluviale a causa di piogge intense e persistenti, con piene di fiumi principali e secondari (Ombrone Grossetano, Arno, Sieve ed Elsa) e locali tracimazioni, nonché smottamenti e frane, soprattutto sulle zone collinari e di montagna, e allagamenti provocati dai corsi d'acqua minori.

Il 20 novembre la Basilicata è stata colpita da piogge intense che hanno causato un'alluvione a Matera.

Tra il 22 ed il 25 novembre 2019 il Piemonte è stato interessato da una prolungata fase di maltempo che ha determinato diffuse condizioni di criticità idrogeologica. Il 23 novembre è risultato il sesto giorno più piovoso degli ultimi 62 anni, con un valore medio regionale della cumulata giornaliera pari a 83.1 mm. I picchi precipitativi si sono verificati in località situate in territorio ligure, su bacini parzialmente inclusi nel territorio piemontese, quali Tanaro, Bormida ed Orba. Il pluviometro di Piampaludo (SV) ha registrato i valori più elevati su quasi tutti gli intervalli orari (68.8 mm in 1 ora, 91.8 mm in 3 ore, 274.6 mm in 12 ore e 418.6 mm in 24 ore), mentre su 6 ore il picco massimo si è verificato a Montenotte Inferiore (SV) con 152.8 mm; in questo stesso giorno le precipitazioni sono state intense anche in Valle d'Aosta, dove hanno raggiunto valori massimi di 180 mm in 24 ore a Pontboset Fournier.

In Liguria le precipitazioni diffuse e persistenti hanno causato l'esondazione di piccoli fiumi in val Polcevera a Genova e in provincia di Savona, con frane e danni a strade e autostrade in diversi tratti cittadini.

Le precipitazioni hanno avuto un'intensità rilevante anche su rilievi e zone pedemontane del Piemonte occidentale e nord-occidentale, dove il picco massimo giornaliero si è verificato a Piano Audi (TO) con 238.8 mm. I bacini idrografici del Piemonte meridionale (Orba, Bormida e Tanaro a Montecastello) hanno superato la soglia di pericolo, mentre sul resto del territorio è stato raggiunto il livello di guardia. Particolare attenzione ha meritato la piena del Bormida, che il 24 novembre ha travolto una donna che ha perso la vita.

Le precipitazioni sono state abbondanti anche in Emilia-Romagna, dove le cumulate di evento hanno superato in ampie aree dell'Appennino parmense i 150 mm, raggiungendo 228.6 mm a Montegrosso (PR) e 217.0 mm a Torriglia (GE), causando diverse frane in Appennino e il rialzo dei livelli di fiumi e torrenti.

Dal 22 novembre al 3 dicembre il Po ha superato la soglia di allerta in tutte le sezioni del tratto emiliano e ha raggiunto una portata al colmo di circa 8.000 m<sup>3</sup>/s nella stazione di Pontelagoscuro, inferiore solo a quelle del 1994 e del 2000 e confrontabile con quella del novembre 2014.

Anche in Veneto le precipitazioni sono state di nuovo abbondanti, in particolare sulle Prealpi, dove i picchi hanno raggiunto i 200-250 mm sulle Prealpi vicentine e un massimo di 272.2 mm a Turcati (VI).

Tra il 23 e il 25 novembre le precipitazioni e i venti forti si sono spostati nelle regioni meridionali e hanno colpito in particolare le aree centro-meridionali della Calabria, dove i totali di evento hanno raggiunto il massimo valore di 203.6 mm ad Antonimina (Canolo Nuovo, RC); le intensità massime sono state registrate a Fabrizia (Cassari, VV, 53.8 mm in 1 ora e 127.2 mm in 6 ore e 139.0 mm in 12 ore), a Cenadi - Serralta, (CZ, 92.6 mm in 3 ore) e a Taverna (CZ, 178.0 mm in 24 ore). Nel corso dell'evento due stazioni hanno rilevato valori massimi di raffica superiori a 100 km/h: Motta San Giovanni (Allai, RC) con 28.8 m/s (103.68 km/h) e Petilia Policastro (KR) con 28.4 m/s (102.2 km/h).

---

Infine, il 27 novembre è tornata per la quarta volta nel mese l'acqua alta a Venezia con un'altezza di 150 cm. La ricorrenza di questo fenomeno in un periodo così breve e con livelli di marea così elevati non si era mai verificata a Venezia negli ultimi 150 anni.

A dicembre, nonostante l'intensità del flusso zonale sull'Atlantico non si sia affievolita rispetto al mese precedente, la circolazione di larga scala sulla nostra Penisola è progressivamente diventata meno favorevole all'ingresso di perturbazioni atlantiche. Il mese è stato caratterizzato da piogge abbondanti solo nelle regioni settentrionali, mentre nelle regioni centro-meridionali le precipitazioni sono state prossime alle attese. Le temperature sono state di nuovo superiori ai valori climatologici.

Dicembre è stato caldo in Valle d'Aosta, dove si sono verificati episodi di vento caldo (foehn), con temperature che si sono mantenute intorno a 10°C, a 1000 m di quota, durante la notte di Natale.

In Piemonte il mese di dicembre è stato il più caldo dal 1958; è stato caratterizzato da 13 giorni con episodi di foehn, circa il doppio rispetto alla norma del periodo 2000-2015, che hanno contribuito all'anomalia termica positiva. In Toscana nel corso della seconda decade di dicembre sono stati registrati valori di temperatura minima pari a 15°C nella città di Pisa, nuovo record di dicembre dal 1955.

Il 13 dicembre in Sicilia piogge diffuse e a tratti intense, hanno causato l'esondazione del torrente Ficuzza e del fiume Dirillo, causando ingenti danni. Il giorno successivo, invece, venti di Maestrale hanno provocato forti mareggiate sul settore tirrenico e in particolare sulle Isole Eolie, dove la stazione di Leni ha misurato una raffica di 25.0 m/s (90 km/h), che rappresenta il massimo registrato dal 2002.

In Toscana, nel corso di dicembre, dopo i sette passaggi perturbati con significativi accumuli precipitativi nelle giornate del 2, 9, 12 e 13, tra il 20 e il 22 dicembre si è assistito ad un nuovo peggioramento delle condizioni atmosferiche, con temporali e forti venti, che hanno provocato allagamenti e crolli di alberi. A Pisa è stata superata la seconda soglia di guardia dell'Arno.

Negli stessi giorni è piovuto anche in Campania, dove una successione di intensi scrosci ha fatto raggiungere le massime intensità pluviometriche in 3 ore a Scala-S. Caterina (SA, 103.4 mm) e a Cetara-Serbatoio comunale (SA, 92.9 mm), mentre in 48 ore a S. Martino Valle Caudina (AV, 298.0 mm) e a Scala-S. Caterina (SA, 272.2 mm); le intensità massime di scroscio sono state di 11.8 mm in 10 minuti e 17.0 mm in 20 minuti a Liberi (CE), 20.6 mm in 30 minuti a Scala Pontone (SA) e 40.7 mm in 1 ora a Scala-S. Caterina (SA). Le precipitazioni hanno determinato gravi fenomeni di dissesto idrogeologico, sia sui versanti montani che in alveo e nelle aree vallive e urbanizzate, e hanno causato danni ingentissimi in alcuni territori comunali (Cetara, Forino e S. Martino Valle Caudina), con evacuazione delle persone residenti. I venti intensi hanno inoltre provocato la caduta di un albero di grosse dimensioni, causando la perdita di una vita umana a Napoli nella mattinata del 21 dicembre, oltre a violente mareggiate sulle coste tirreniche della Calabria, nelle province di Catanzaro, Cosenza, Reggio Calabria e Vibo Valentia e in Sicilia, nell'arcipelago delle isole Eolie, in provincia di Messina, in particolare a Lipari e Santa Maria Salina.



**Figura 2.5:** Piazza San Marco allagata (in alto) e un traghetto incagliato all'estremità orientale della Riva degli Schiavoni presso il ponte sul Rio de la Ca' en Duo (in basso), 13/11/2019. Fonte: Centro Previsione e Segnalazione Maree - Comune di Venezia.



**Figura 2.6:** *Grado 12/11/2019: Acqua alta davanti alla basilica di Santa Eufemia. Fonte: Vinicio Patrino.*

---

## 3. TEMPERATURA

### Anno 2019

Nelle **figure 3.1-3.3** sono rappresentate le mappe dei valori annuali di temperatura media, minima assoluta e massima assoluta.

I valori di temperatura media registrati in Italia nel 2019 sono compresi tra i  $-4.6^{\circ}\text{C}$  della stazione sinottica di Pian Rosà (AO, 3488 m s.l.m) e i  $20.1^{\circ}\text{C}$  della stazione di Lampedusa (AG, Rete Mareografica Nazionale).

Le temperature minime più basse sono state registrate da stazioni in quota situate sull'arco alpino: tra di esse, il valore più basso registrato pari a  $-22.4^{\circ}\text{C}$  a Livigno-Passo Foscagno (SO, 2250 m slm), seguito da  $-22^{\circ}\text{C}$  a Pian Rosà (3488 m slm); temperature intorno a  $-19^{\circ}\text{C}$  sono state registrate da stazioni poste sulle Alpi centro-orientali.

Le temperature massime assolute più elevate sono state rilevate in Sicilia il 10 luglio:  $44^{\circ}\text{C}$  ad Augusta (SR, 60 m slm),  $43.3^{\circ}\text{C}$  a Paternò (CT, 100 m slm) e  $43^{\circ}\text{C}$  a Siracusa (90 m slm), tutte stazioni della Rete Agrometeorologica regionale.

L'andamento della temperatura media in Italia nel corso del 2019 è illustrato dalle **figure 3.4 e 3.5**. I valori di anomalia rappresentano le differenze tra le temperature medie del 2019 e quelle normali riferite al periodo climatologico 1961-1990.

Ad eccezione di gennaio e maggio, che hanno registrato anomalie negative (rispettivamente di  $-0.58^{\circ}\text{C}$  e  $-1.49^{\circ}\text{C}$ ), in tutti i mesi dell'anno la temperatura media in Italia è stata nettamente superiore alla norma, con un picco di anomalia positiva a giugno ( $+3.82^{\circ}\text{C}$ ) e anomalie superiori a  $+2^{\circ}\text{C}$  ad agosto ( $+2.60^{\circ}\text{C}$ ), dicembre ( $+2.24^{\circ}\text{C}$ ), luglio ( $+2.22^{\circ}\text{C}$ ), marzo e ottobre. L'anomalia della temperatura media (figura 3.5) è stata più elevata al Nord ( $+1.87^{\circ}\text{C}$ ) e al Centro ( $+1.74^{\circ}\text{C}$ ) e meno elevata al Sud e Isole ( $+1.12^{\circ}\text{C}$ ).

L'andamento nel corso dei mesi è stato analogo nelle tre macroaree geografiche; il mese più caldo è stato giugno ovunque, con anomalia di  $+4.25^{\circ}\text{C}$  al Nord,  $+4.0^{\circ}\text{C}$  al Centro e  $+3.27^{\circ}\text{C}$  al Sud e Isole. Il mese di maggio è stato più freddo della norma in tutte le macroaree, con anomalie comprese tra  $-1.86^{\circ}\text{C}$  al sud e Isole e  $-1.1^{\circ}\text{C}$  al Nord; a gennaio l'anomalia è stata poco superiore alla media al Nord e negativa al Centro e al Sud e Isole.

Le anomalie spazializzate della temperatura media nel 2019 sono illustrate dalle mappe nella **figura 3.6** (anomalia annuale) e nelle **figure 3.7a e 3.7b** (anomalie mensili). Le mappe sono state realizzate rappresentando sempre con gli stessi colori valori uguali di anomalia, in modo da renderne più facile e immediato il confronto.

La figura 3.6 mette a confronto anche le anomalie della temperatura minima e della temperatura massima. Come accaduto spesso negli anni passati, gli scostamenti dalla norma 1961-1990 della temperatura massima sono stati, in media, superiori a quelli della temperatura minima.

### Variazioni e tendenze

La variabilità interannuale della temperatura in Italia è illustrata dalle serie di anomalie annuali di temperatura media, minima e massima, rispetto alla media climatologica 1961-1990 (**figure 3.8 e 3.9**). Il 2019, con un'anomalia media di  $+1.56^{\circ}\text{C}$  è stato il terzo anno più caldo dal 1961, dopo il 2018 e il 2015. A partire dal 1985 le anomalie sono state sempre positive, ad eccezione del 1991 e del 1996. Il 2019 è stato il ventitreesimo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma; otto dei dieci anni più caldi della serie storica sono stati registrati dal 2011 in poi, con anomalie comprese tra  $+1.26$  e  $+1.71^{\circ}\text{C}$ .

L'anomalia della temperatura massima è stata più elevata di quella della temperatura minima; il 2019 si colloca, insieme al 2017, al secondo posto della serie di temperatura massima dopo il 2015 e al quarto posto della serie di temperatura minima.

Nella **figura 3.10** sono illustrate le serie di anomalia della temperatura su base stagionale. Per l'inverno, la temperatura media stagionale viene calcolata aggregando i mesi di gennaio e febbraio con il mese di dicembre dell'anno precedente. L'autunno ( $+1.77^{\circ}\text{C}$ ) e l'estate ( $+2.88^{\circ}\text{C}$ ) del 2019 si collocano al terzo posto tra le più calde delle rispettive serie storiche; l'inverno e la primavera invece hanno registrato anomalie positive di temperatura più contenute.

Nella **tabella 1** vengono riportate le stime aggiornate dei trend di temperatura calcolati con un modello di regressione lineare. Poiché si fa risalire all'inizio degli anni '80 un cambiamento del trend di

---

temperatura, quando ha inizio un periodo caratterizzato da un riscaldamento più marcato nel corso dell'ultimo secolo [14], i trend sono calcolati sul periodo 1981 – 2019. Le stime dei trend sono confermate anche dall'applicazione di un modello non parametrico (stimatore di Theil - Sen e test di Mann - Kendall, [15]). Il rateo di variazione della temperatura massima ( $+0.42 \pm 0.06^\circ\text{C} / 10$  anni) è maggiore di quello della temperatura minima ( $+0.34 \pm 0.04^\circ\text{C} / 10$  anni), confermando le stime dello scorso anno. Su base stagionale i trend di aumento della temperatura più forti si registrano in estate ( $+0.52 \pm 0.10^\circ\text{C} / 10$  anni) e primavera ( $+0.44 \pm 0.10^\circ\text{C} / 10$  anni). Il trend relativo alla primavera risulta leggermente inferiore a quello stimato nel 2018 ( $+0.44 \pm 0.10^\circ\text{C} / 10$  anni), ma comunque ampiamente all'interno di una deviazione standard. Tutti i trend sono statisticamente significativi.

## Estremi

Per un'analisi sistematica degli estremi di temperatura, sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti da uno specifico Gruppo di Lavoro della Commissione per la Climatologia dell'OMM [16, 17]. I criteri di selezione delle serie di dati italiani utili e i metodi di calcolo degli indici, che riprendono quelli di valutazioni analoghe a scala globale o continentale [18, 19], sono descritti in dettaglio in [13]. Anche questi indici sono stati calcolati per gruppi di stazioni distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale e che soddisfano requisiti di completezza e omogeneità delle serie temporali. I valori medi nazionali degli indici e conseguentemente anche le relative anomalie dipendono naturalmente dal campione, cioè dalla composizione dei gruppi di stazioni di cui è stato possibile utilizzare i dati; pertanto, l'elemento significativo da cogliere in ciascuna delle **figure 3.11-3.18**, che riportano le anomalie degli indici, non è rappresentato dai singoli valori numerici ma dal confronto tra i valori nei diversi anni, cioè dall'andamento temporale delle serie di anomalie di ciascun indice. Per un'analisi dettagliata dei dati e dei metodi di stima degli estremi di temperatura in Italia si rimanda all'articolo [20].

Anche nel 2019 l'indice relativo al numero di giorni con gelo (numero medio di giorni con temperatura minima minore o uguale a  $0^\circ\text{C}$ ) è stato inferiore al valore normale 1961-1990 (figura 3.11), con un'anomalia di circa 11 giorni.

Sia per il numero medio di notti tropicali (con temperatura minima maggiore di  $20^\circ\text{C}$ , **figura 3.12**), che per il numero medio di giorni estivi (con temperatura massima superiore a  $25^\circ\text{C}$ , **figura 3.13**), il 2019 è stato il ventitreesimo anno consecutivo con anomalie positive rispetto alla media climatologica. Con un aumento medio di +23 giorni rispetto al 1961-1990, per il numero medio di notti tropicali il 2019 si colloca al secondo posto della serie storica dal 1961, dopo il 2003, a conferma della marcata anomalia positiva di temperatura registrata in estate.

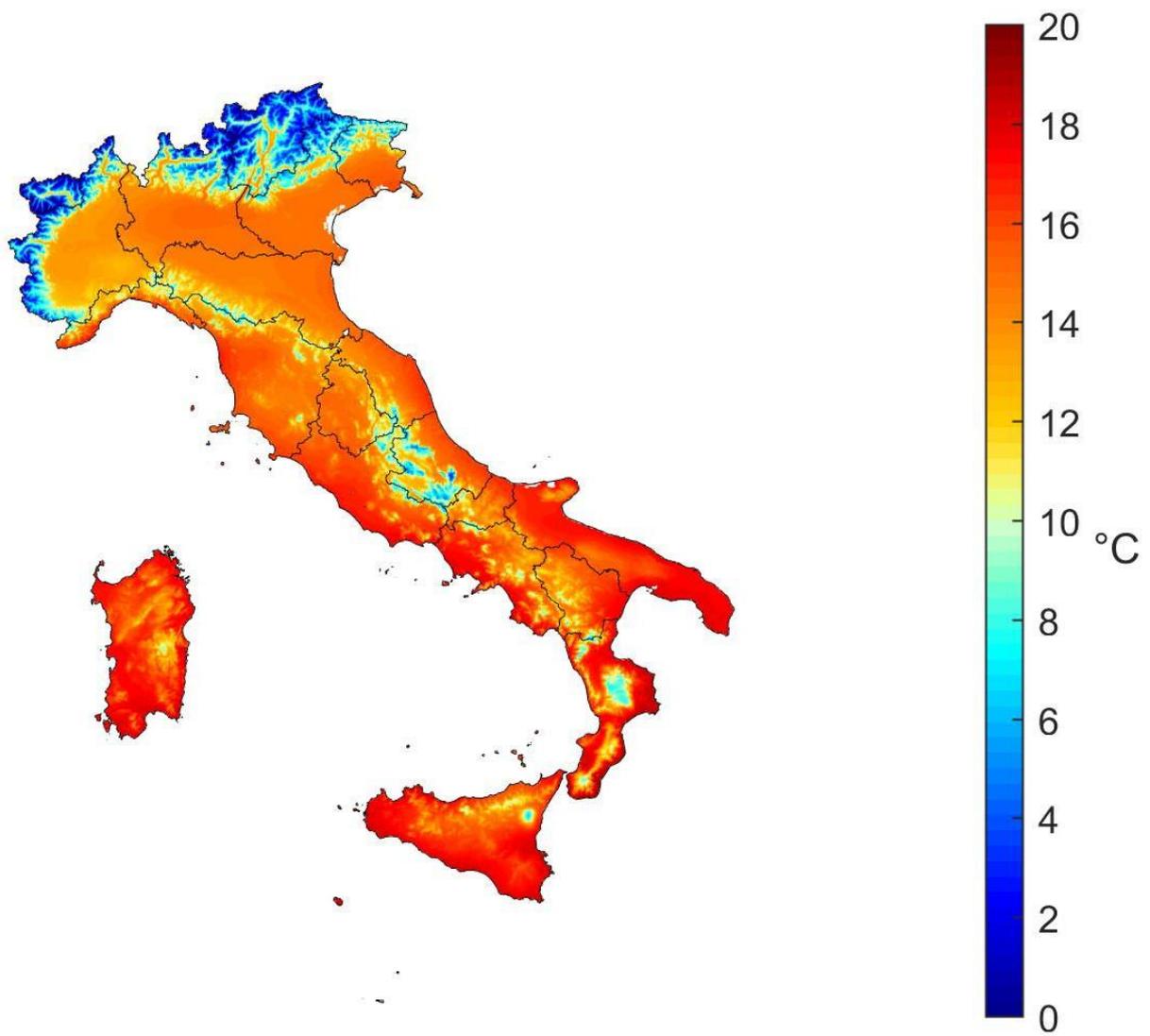
L'indice WSDI (Warm Spell Duration Index) identifica periodi prolungati e intensi di caldo nel corso dell'anno e rappresenta il numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al  $90^\circ$  percentile della distribuzione nel periodo climatologico di riferimento, per almeno sei giorni consecutivi. I valori dei percentili sono calcolati su una finestra di 5 giorni centrata su ogni giorno dell'anno. A differenza degli indici basati su un valore soglia prefissato, questo indice, conteggiando le eccedenze rispetto ad una soglia definita dal percentile, è rappresentativo delle variazioni del clima locale. Il WSDI individua i periodi di caldo in senso relativo, che possono verificarsi in qualunque stagione. Con un aumento medio di +29 giorni rispetto al valore 1961-1990, il 2019 si colloca al sesto posto, insieme al 2017, tra gli anni con WSDI più elevato, ed è stato il ventiquattresimo anno consecutivo con WSDI superiore alla media climatologica. (**figura 3.14**).

Altri indici di estremi di temperatura che si basano sul confronto con la distribuzione statistica dei valori normali sono le notti fredde (TN10p, percentuale di giorni in un anno con temperatura minima inferiore al  $10^\circ$  percentile della corrispondente distribuzione sul periodo climatologico), i giorni freddi (TX10p, percentuale di giorni con temperatura massima inferiore al  $10^\circ$  percentile), le notti calde (TN90p, percentuale di giorni con temperatura minima superiore al  $90^\circ$  percentile) e i giorni caldi (TX90p, percentuale di giorni con temperatura massima superiore al  $90^\circ$  percentile). Come illustrato dalle figure 3.15-3.18 le notti e i giorni freddi mostrano una chiara tendenza a diminuire, mentre i giorni e le notti calde mostrano una chiara tendenza ad aumentare. Il 2019 ha fatto registrare il quarto valore più alto di notti calde (TN90p), il quinto valore più basso di notti fredde (TN10p), l'ottavo valore più basso di giorni freddi (TX10p) e il quarto valore più alto di giorni caldi (TX90p). Negli ultimi 35 anni le notti e i giorni freddi sono stati quasi sempre inferiori alla media climatologica e le notti e i giorni caldi sono stati quasi sempre superiori alla media climatologica.

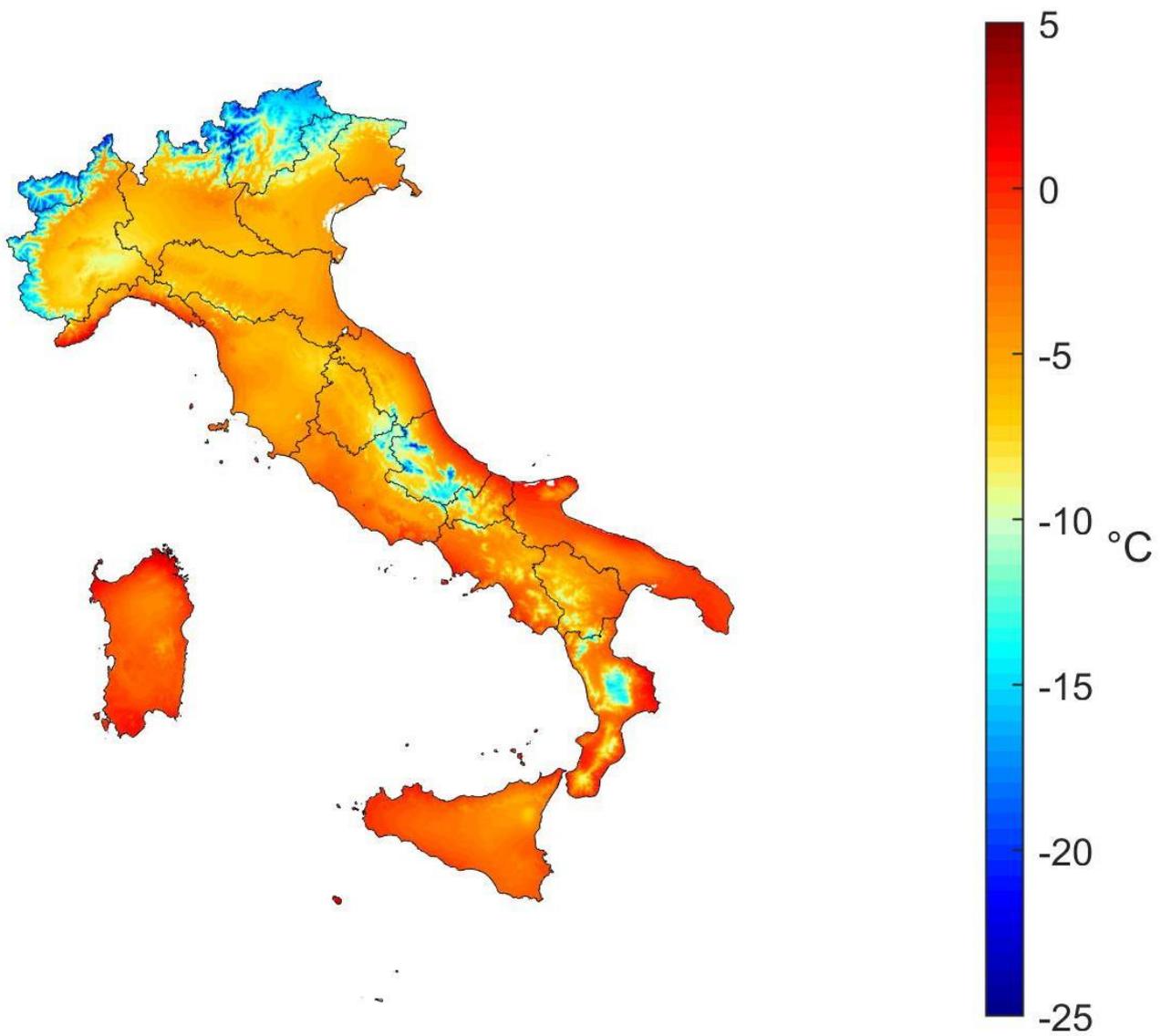
---

**Tabella 1:** *Trend (e relativo errore standard) della temperatura in Italia dal 1981 al 2019, stimati con un modello di regressione lineare semplice. Tutti i trend sono statisticamente significativi al livello del 5%.*

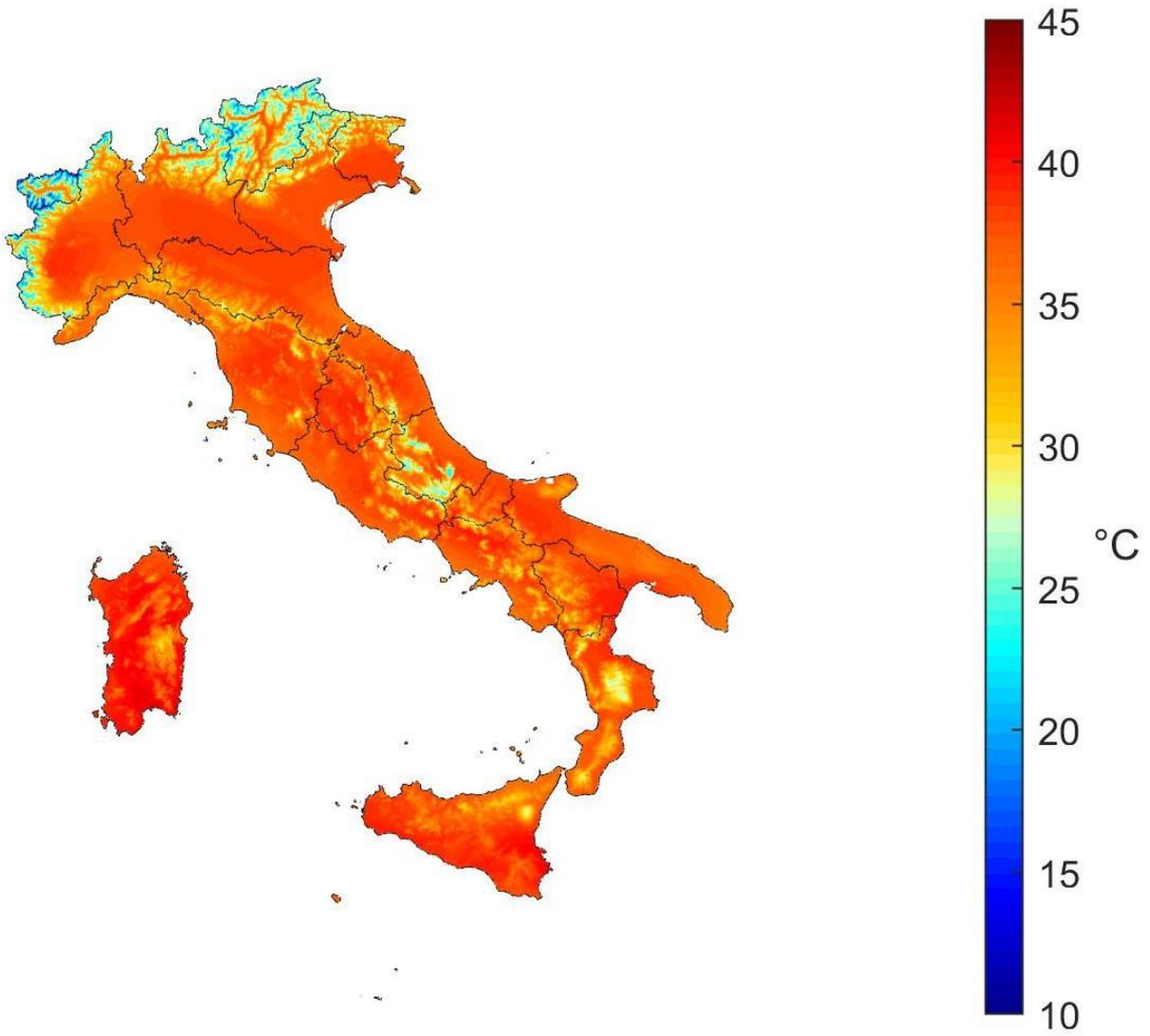
<b>INDICATORE</b>	<b>TREND (°C/10 anni)</b>
<b>Temperatura media</b>	+0.38 ± 0.05
<b>Temperatura minima</b>	+0.34 ± 0.04
<b>Temperatura massima</b>	+0.42 ± 0.06
<b>Temperatura media inverno</b>	+0.29 ± 0.12
<b>Temperatura media primavera</b>	+0.44 ± 0.10
<b>Temperatura media estate</b>	+0.52 ± 0.10
<b>Temperatura media autunno</b>	+0.29 ± 0.09



**Figura 3.1:** *Temperatura media 2019.*



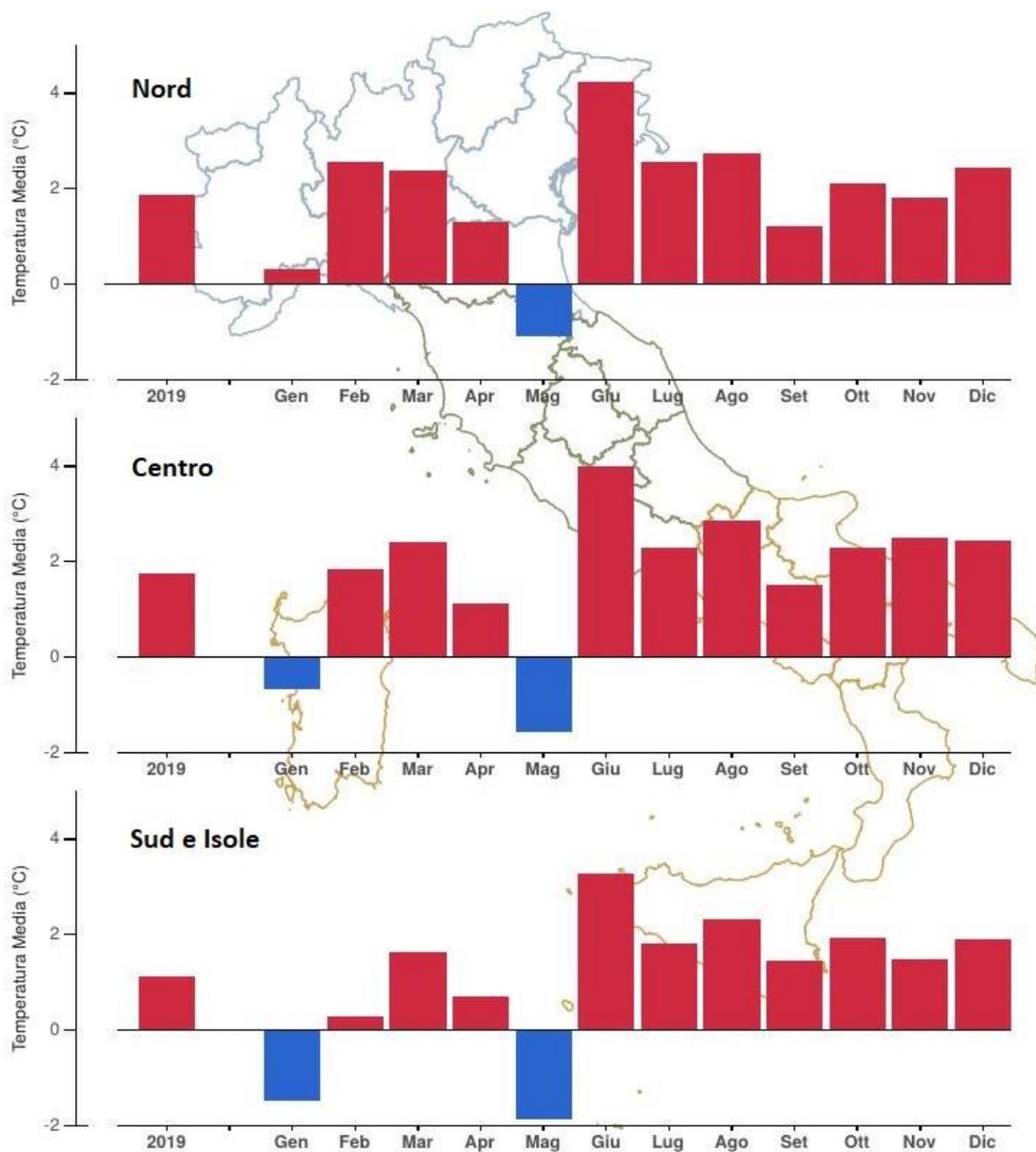
**Figura 3.2:** *Temperatura minima assoluta 2019.*



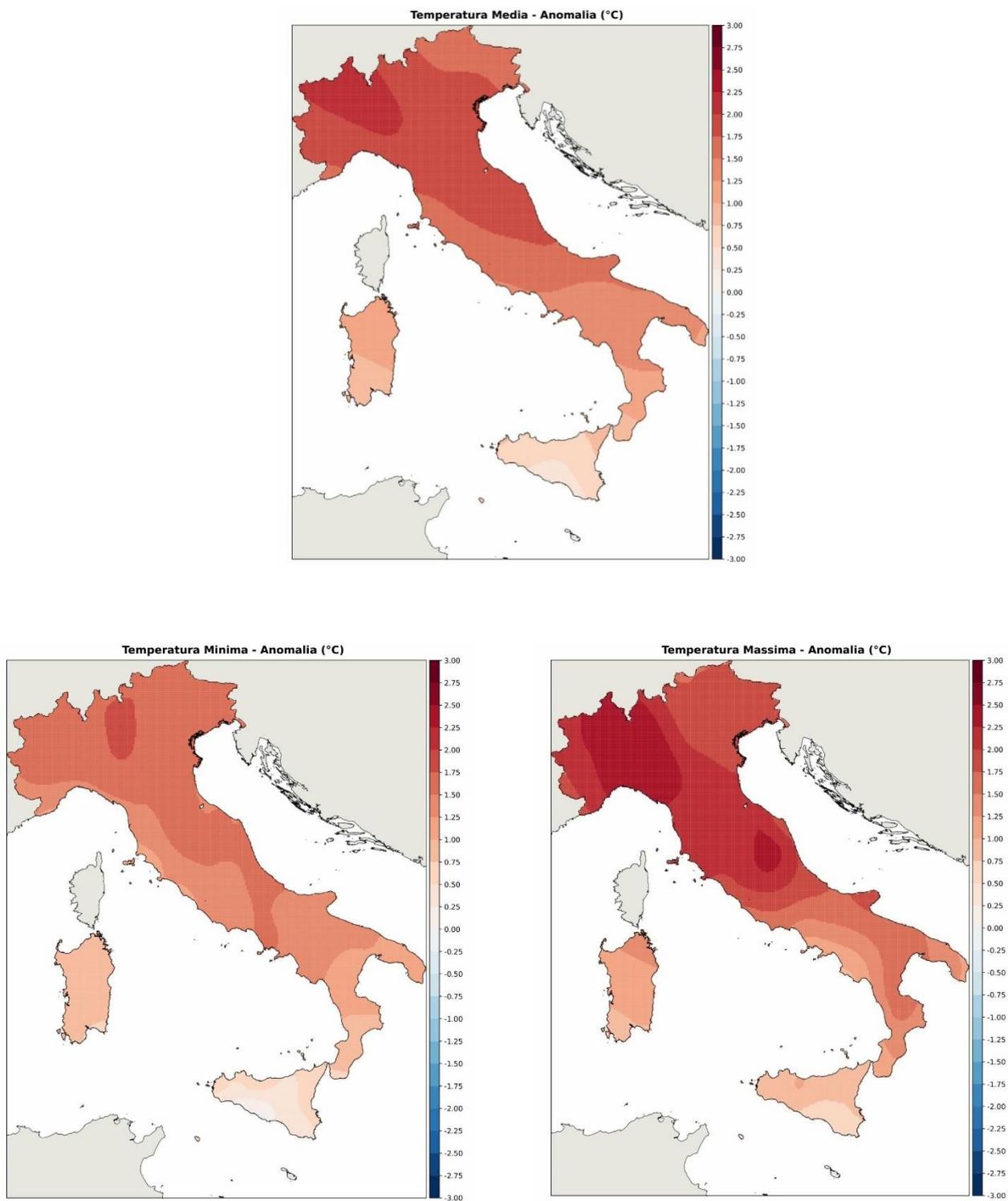
**Figura 3.3:** *Temperatura massima assoluta 2019.*



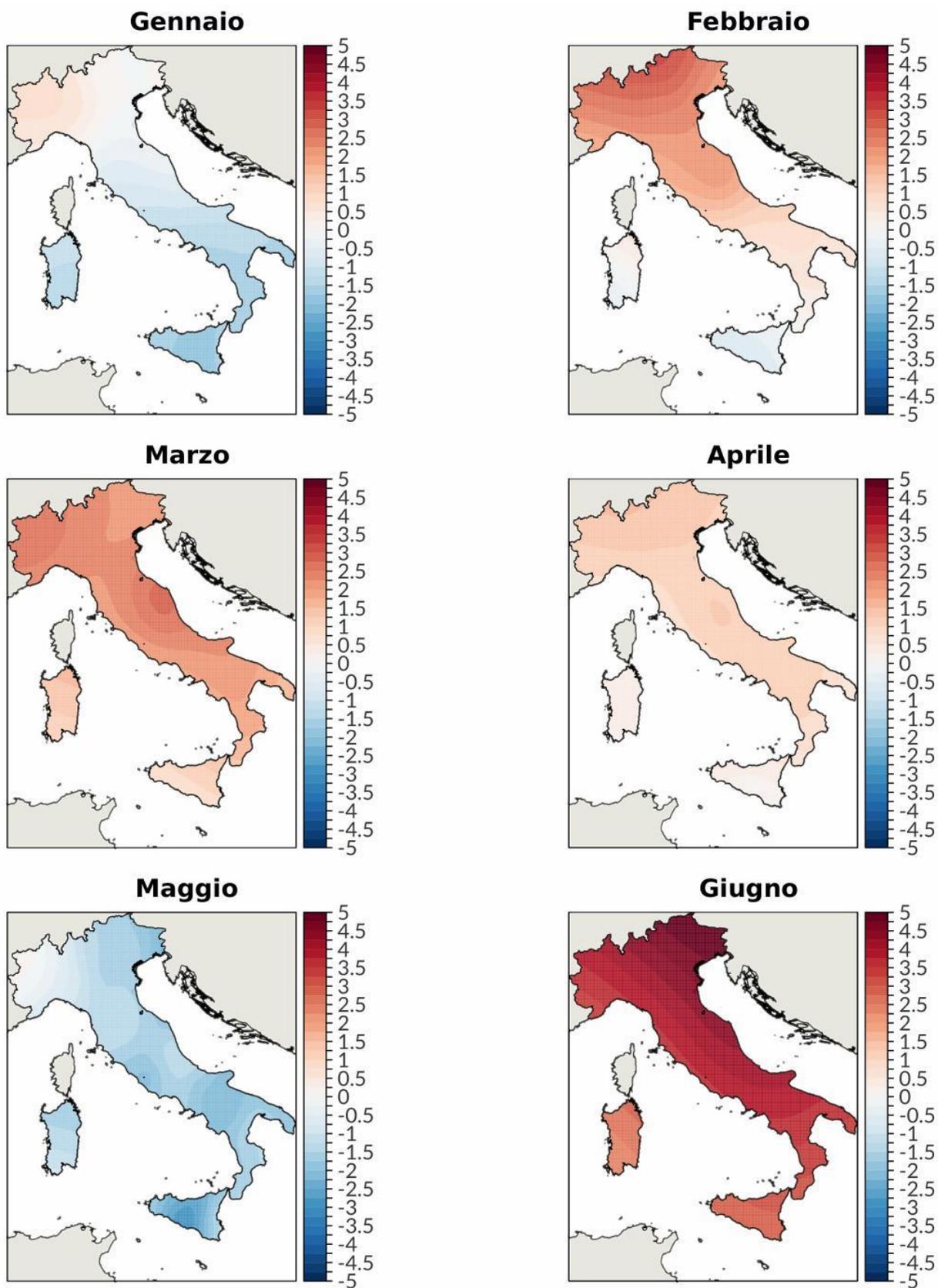
**Figura 3.4:** *Anomalia media 2019 in Italia (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.*



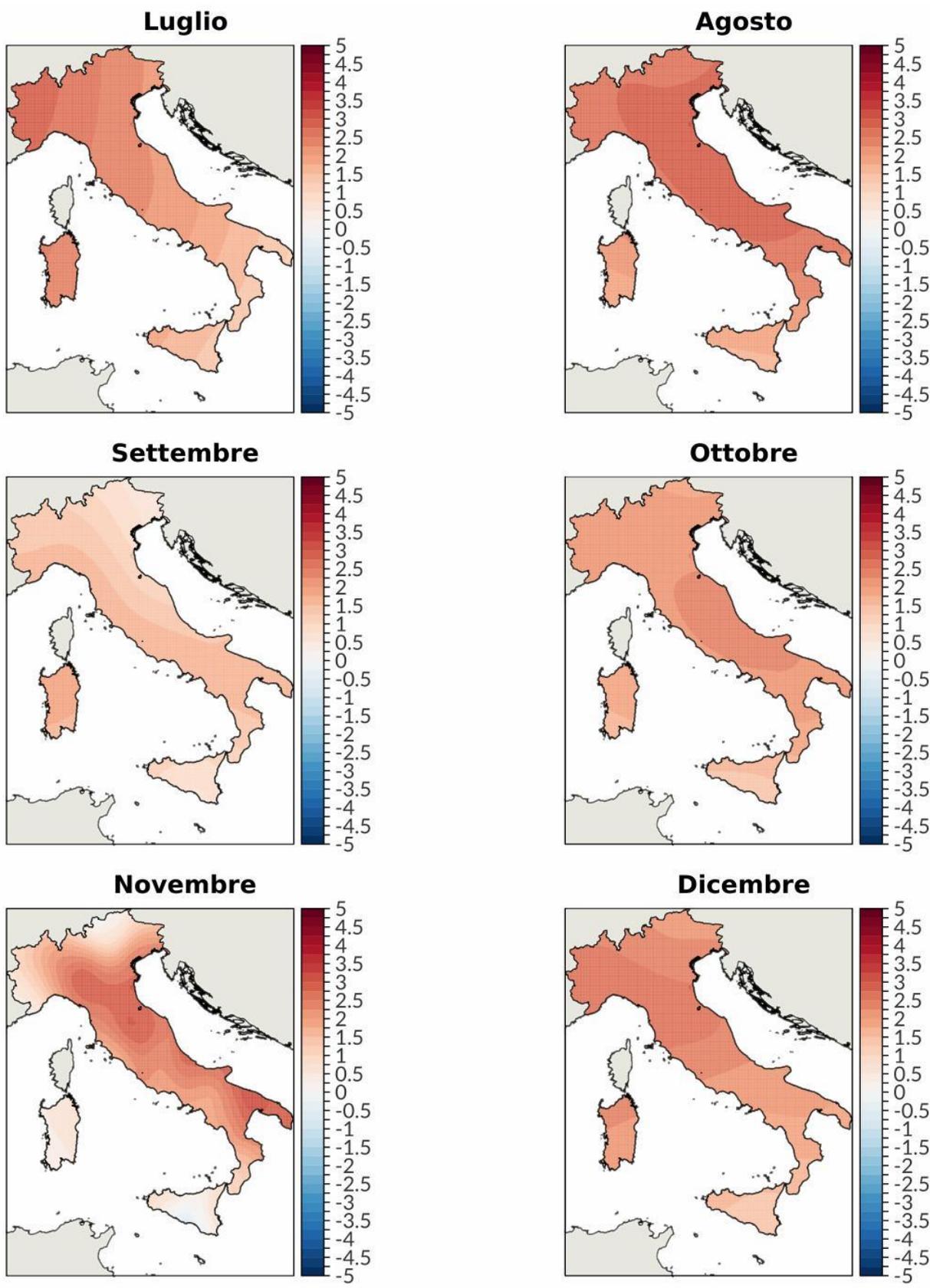
**Figura 3.5:** Anomalia media 2019 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990 – Nord, Centro, Sud e Isole.



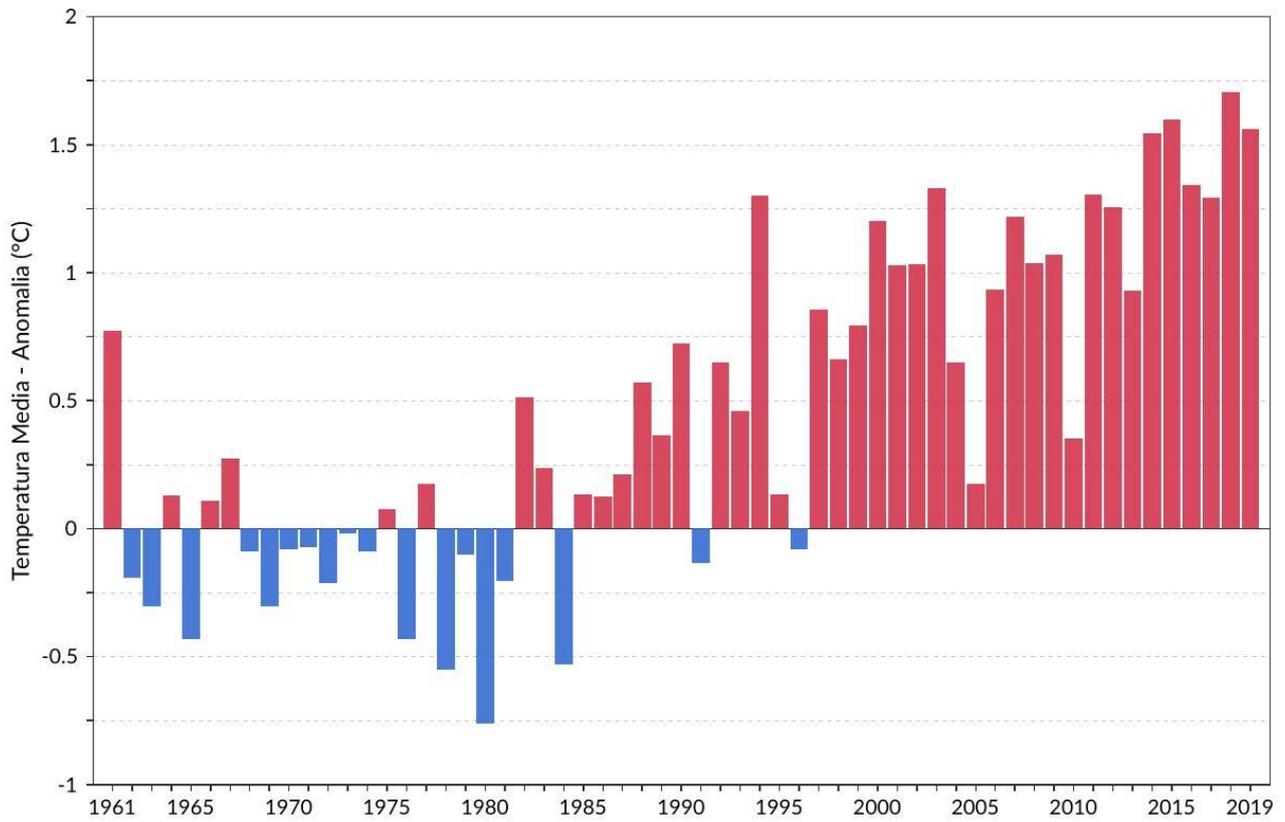
**Figura 3.6:** Anomalia della temperatura media, minima e massima annuale 2019 rispetto al valore normale 1961-1990.



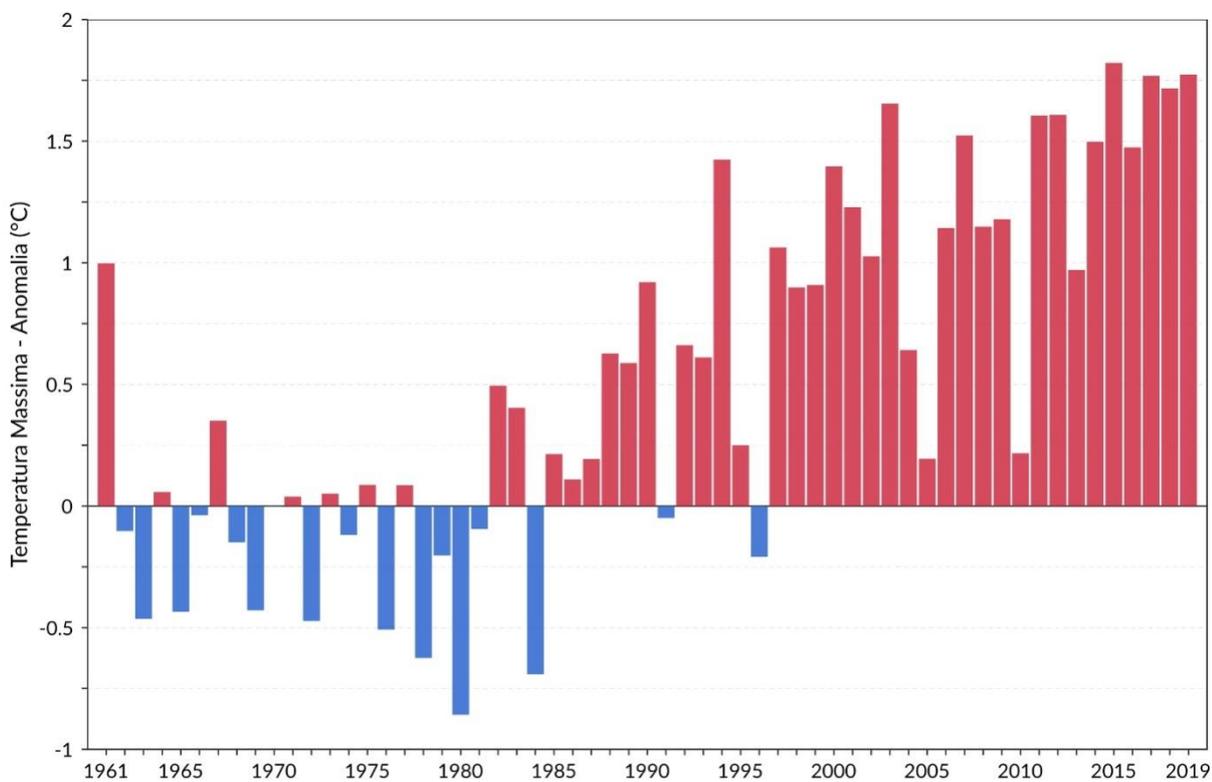
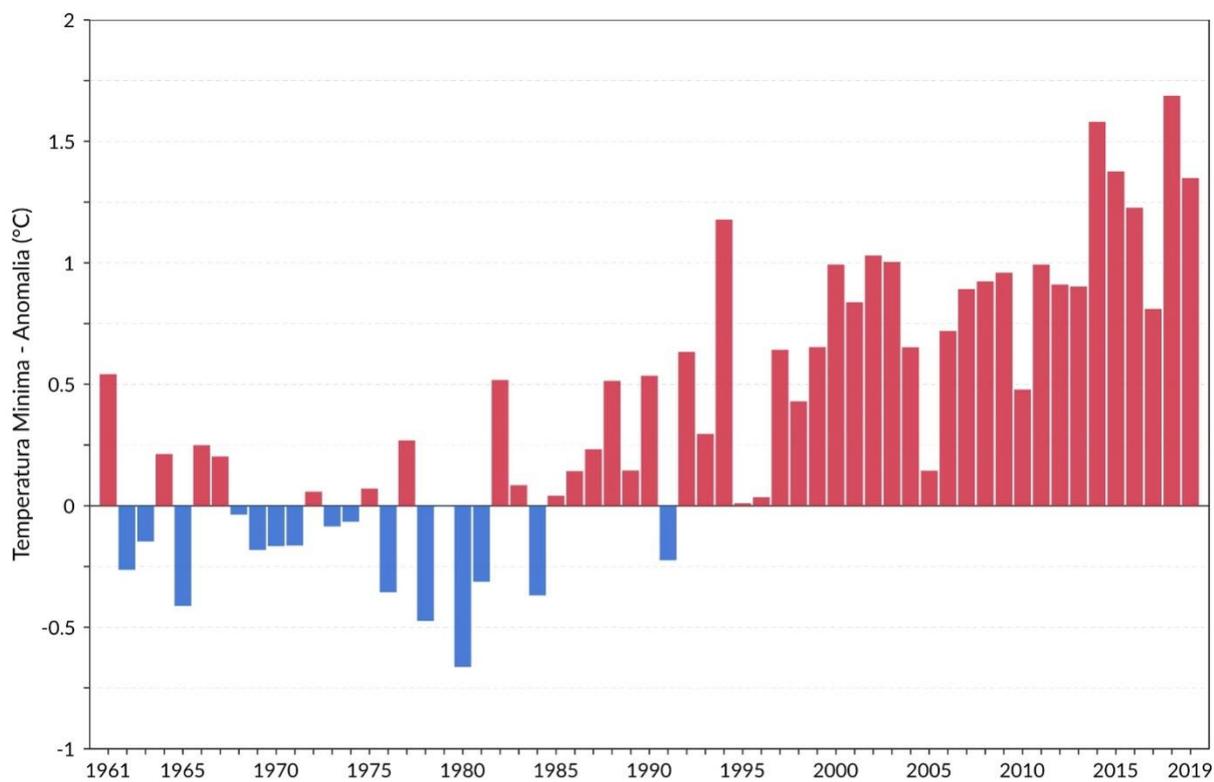
**Figura 3.7a:** Anomalie della temperatura media mensile 2019 rispetto ai valori normali 1961-1990 (gennaio-giugno). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



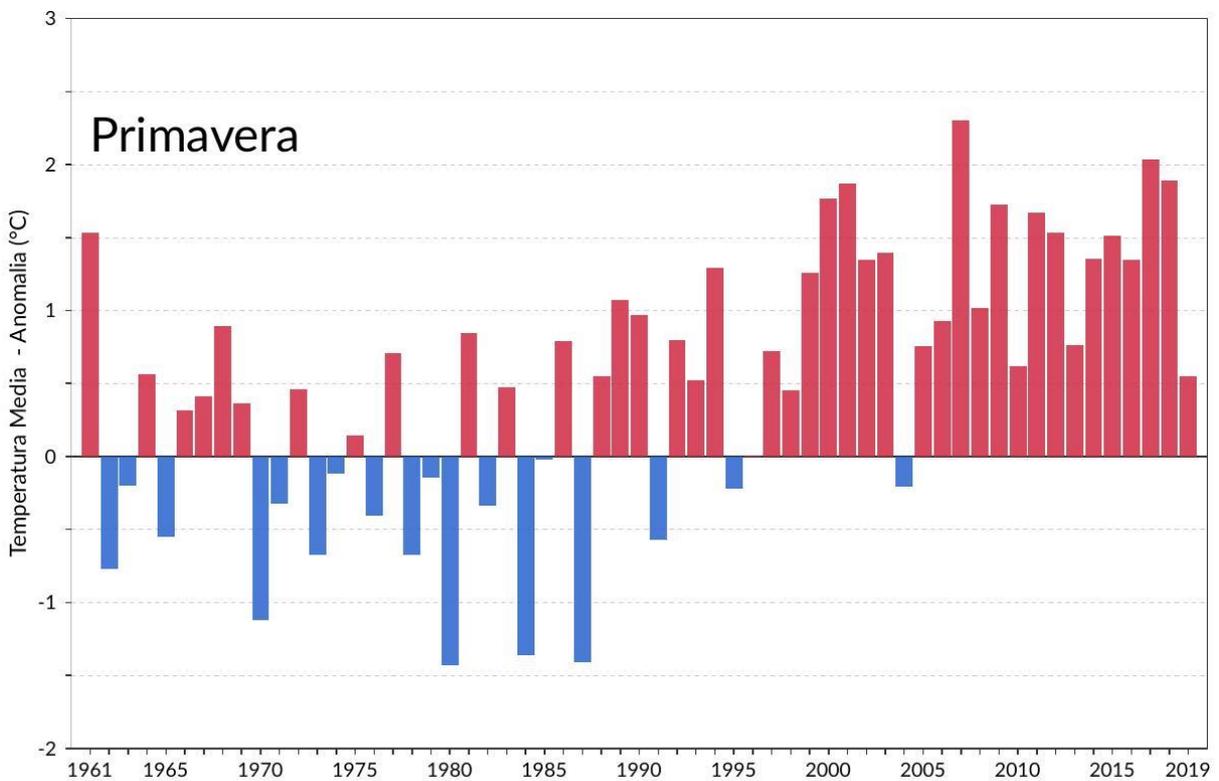
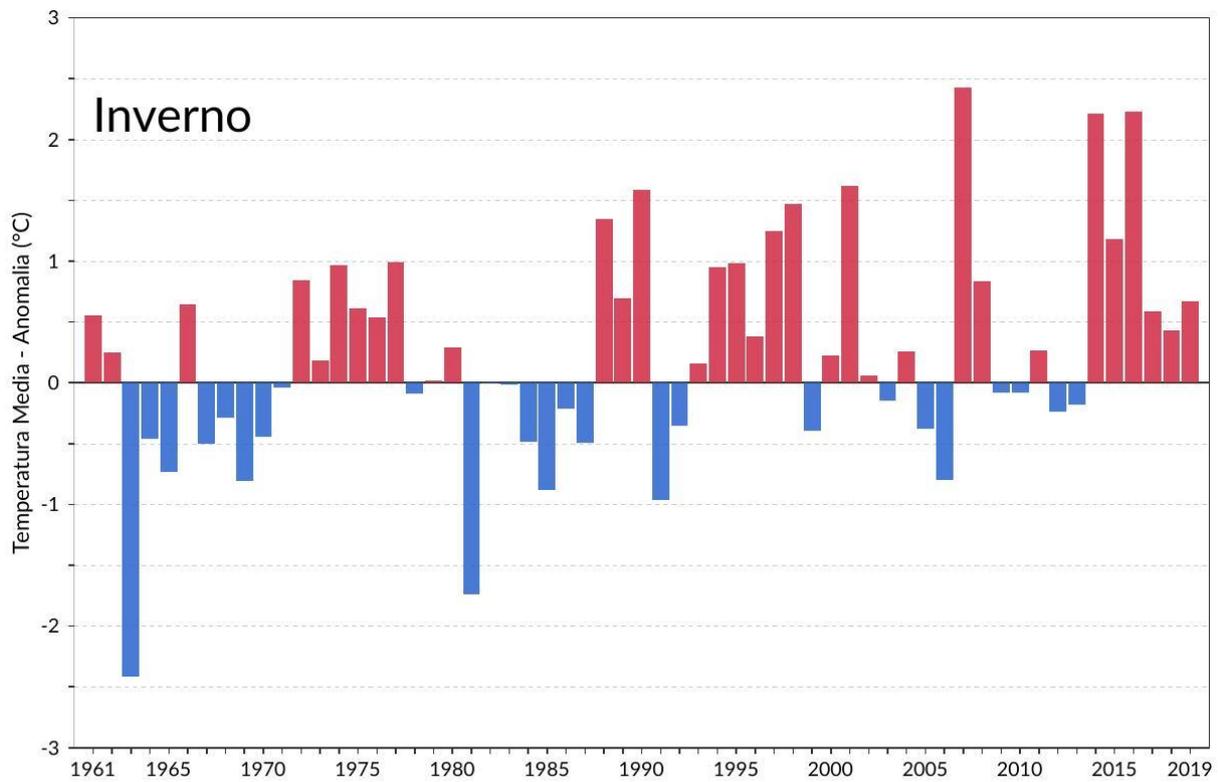
**Figura 3.7b:** Anomalie della temperatura media mensile 2019 rispetto ai valori normali 1961-1990 (luglio-dicembre). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



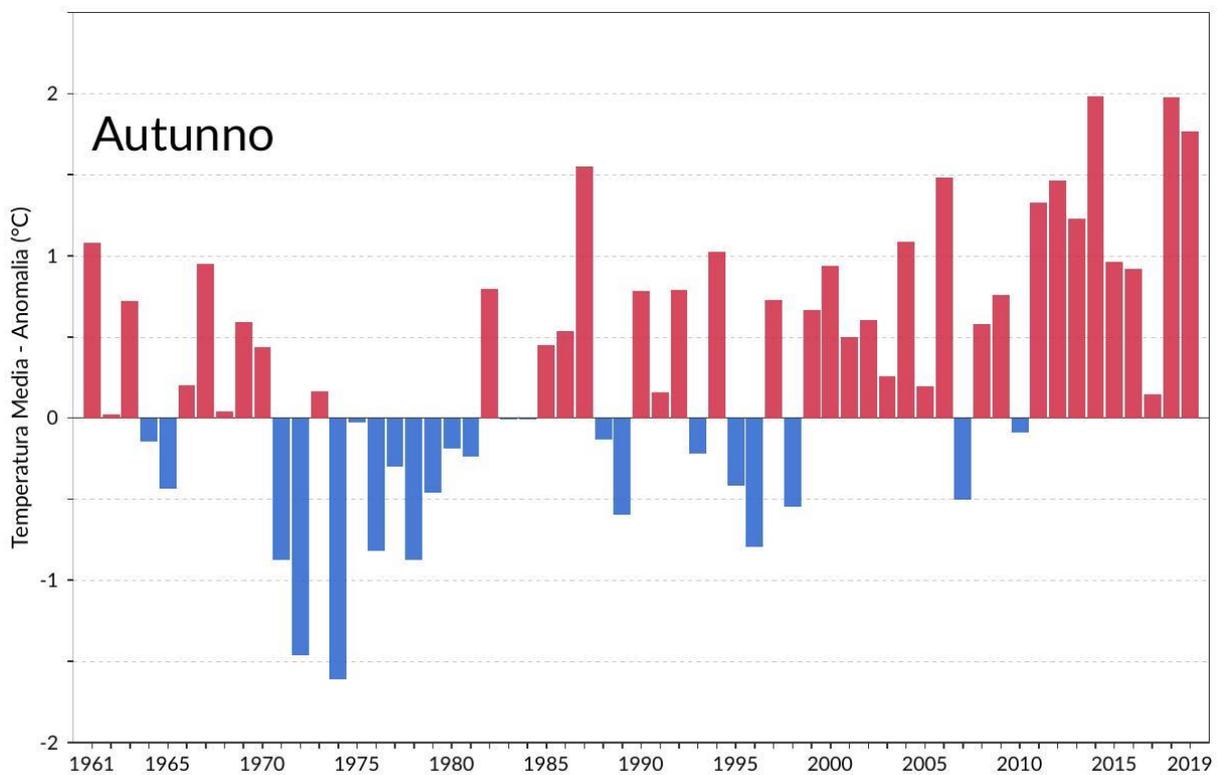
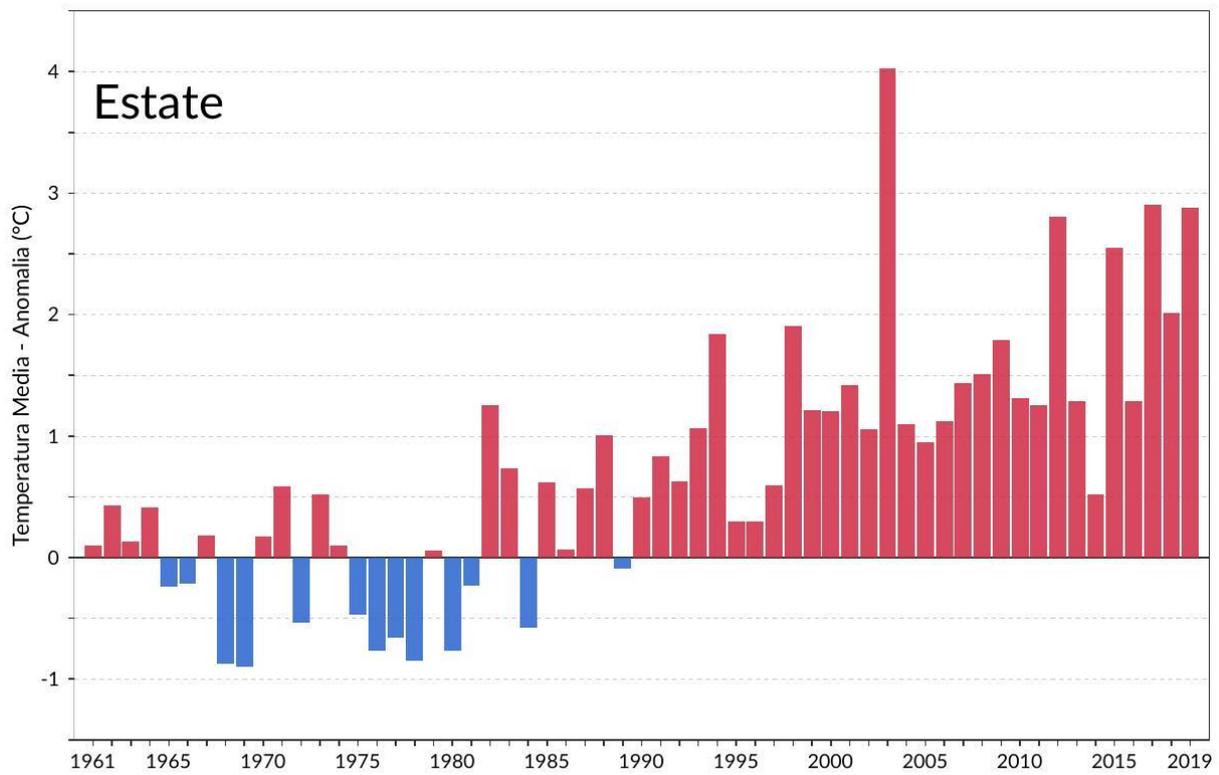
**Figura 3.8:** Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.



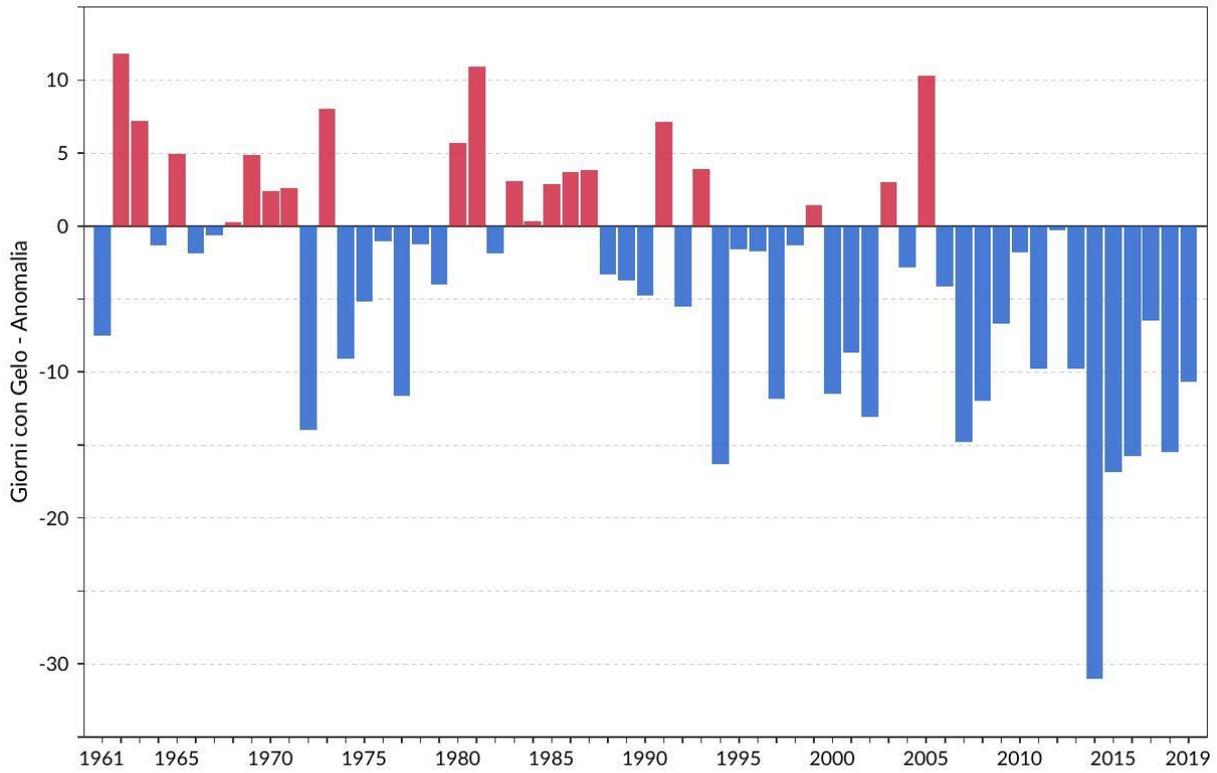
**Figura 3.9:** Serie delle anomalie medie annuali della temperatura minima e massima in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



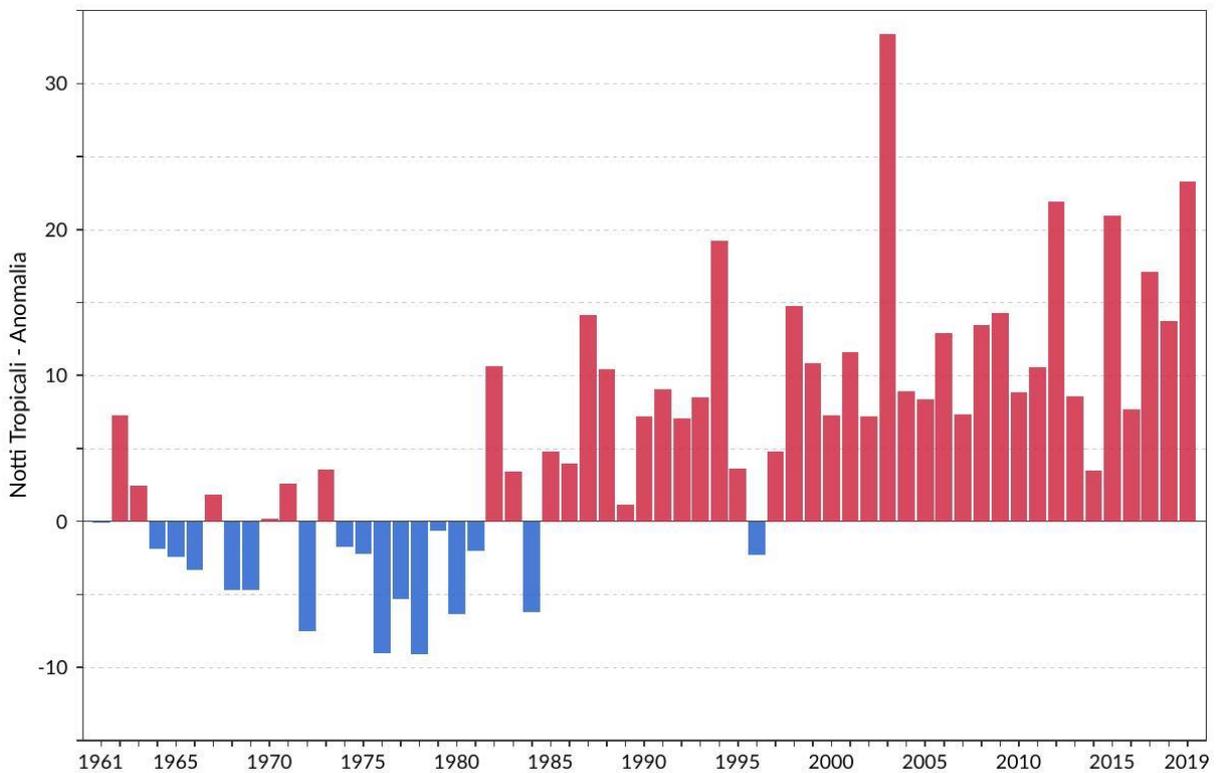
**Figura 3.10a:** Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (inverno e primavera). Per l'inverno, la temperatura mediastagionale viene calcolata aggregando i mesi di gennaio e febbraio con il mese di dicembre dell'anno precedente.



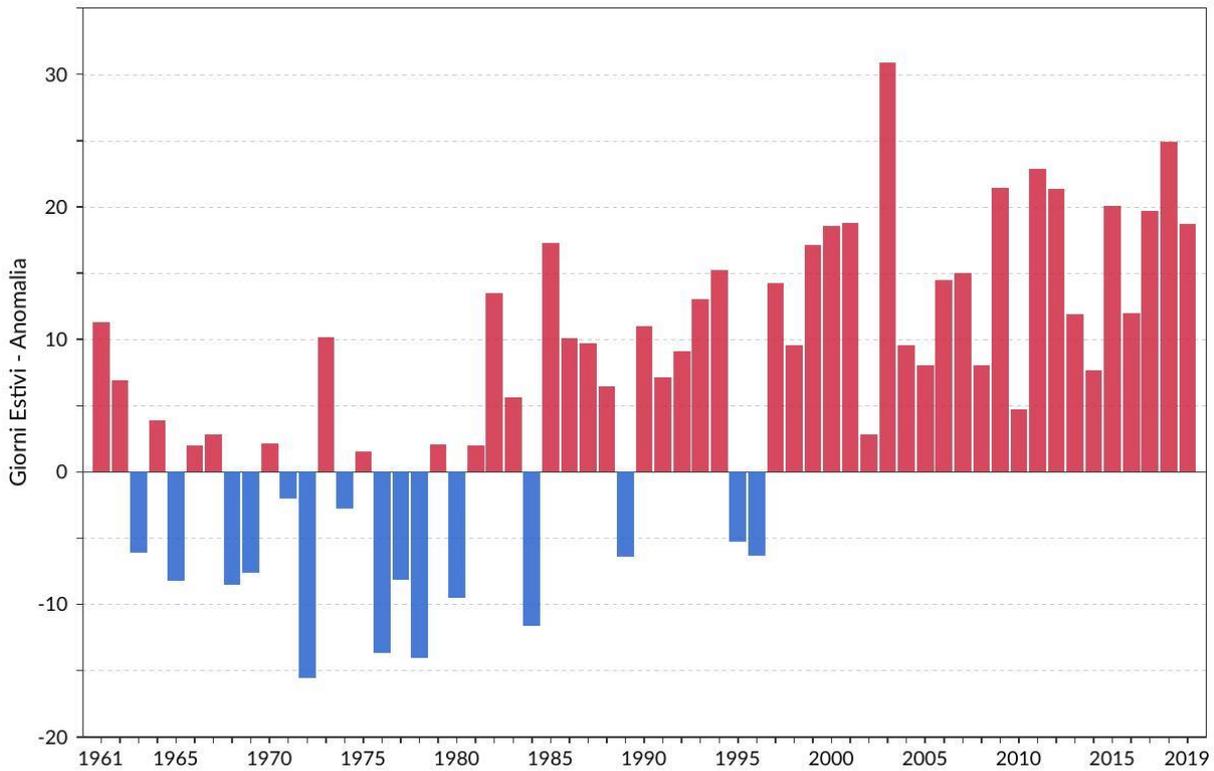
**Figura 3.10b:** Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (estate e autunno).



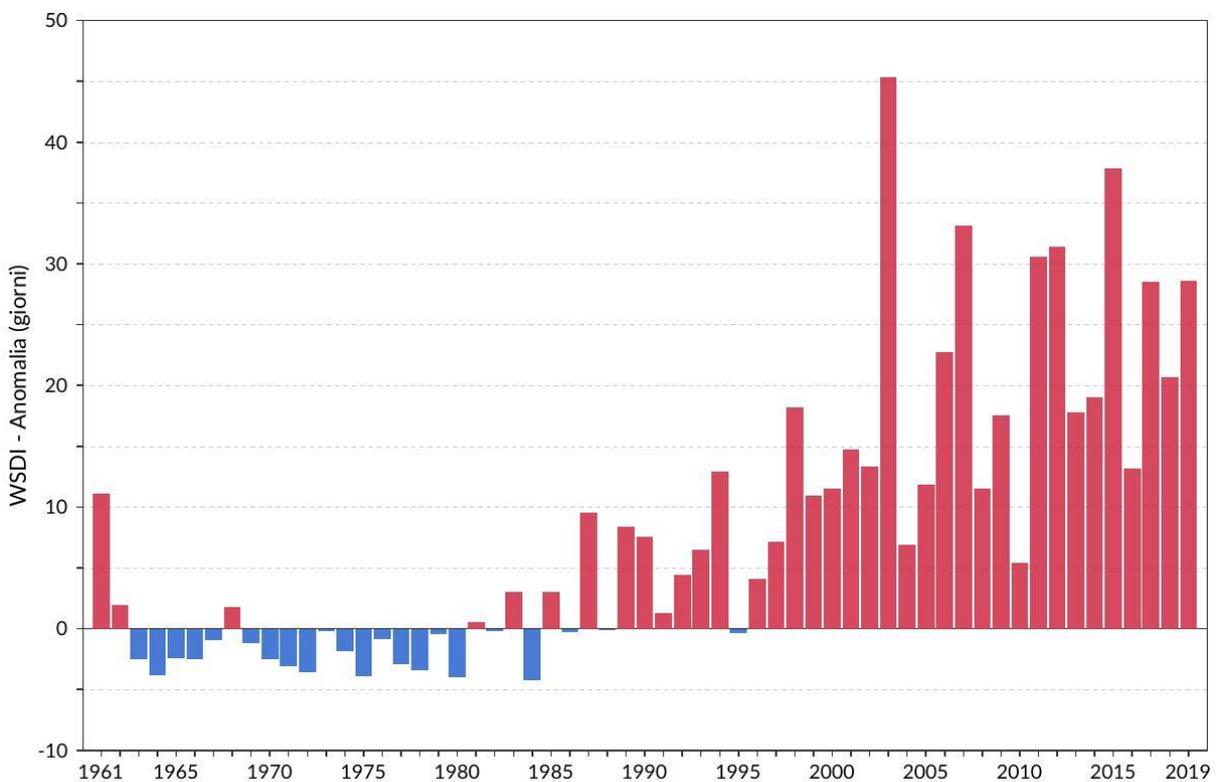
**Figura 3.11:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con gelo in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



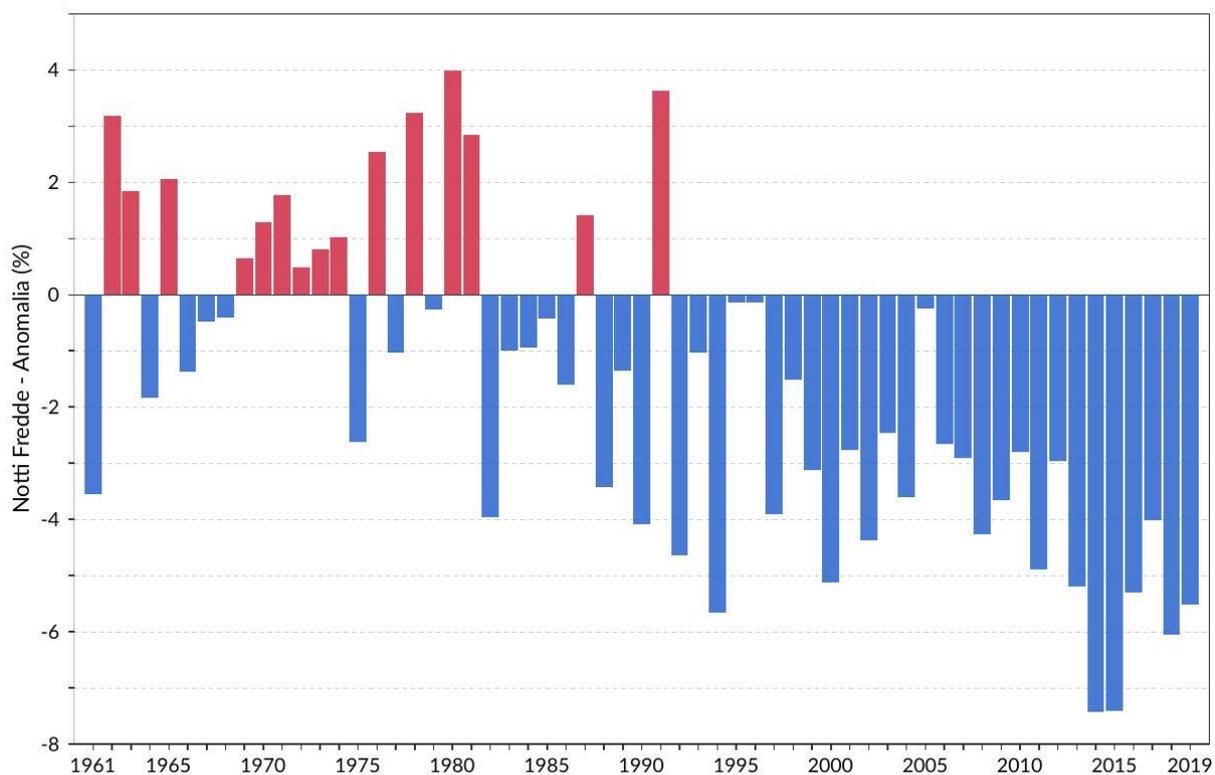
**Figura 3.12:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti tropicali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



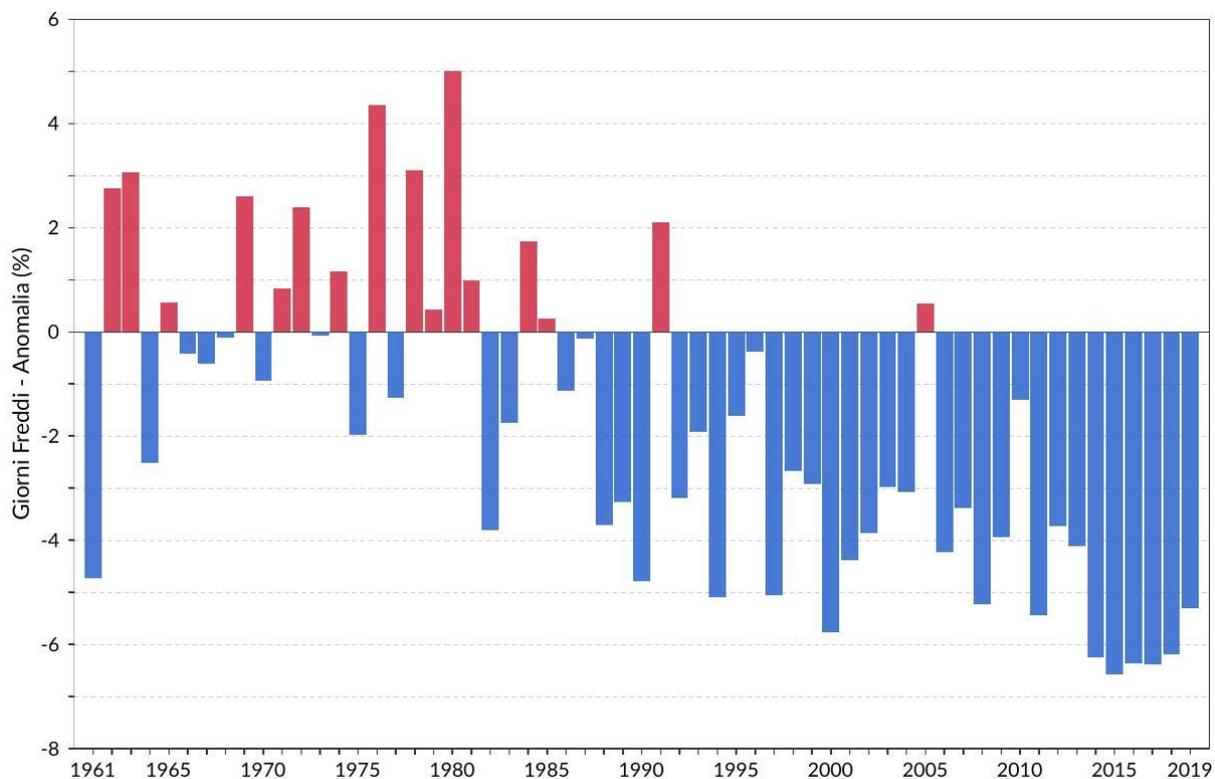
**Figura 3.13:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



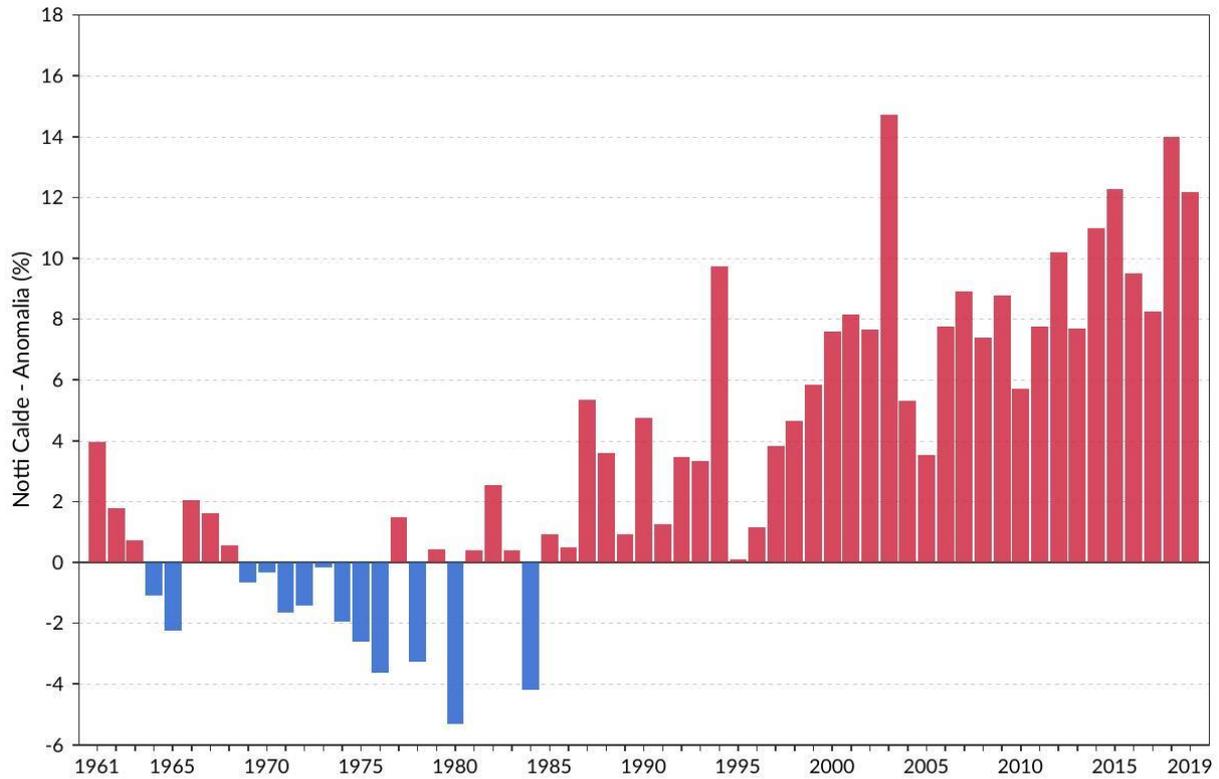
**Figura 3.14:** Serie delle anomalie medie annuali dell'indice WSDI (Warm Spell Duration Index) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



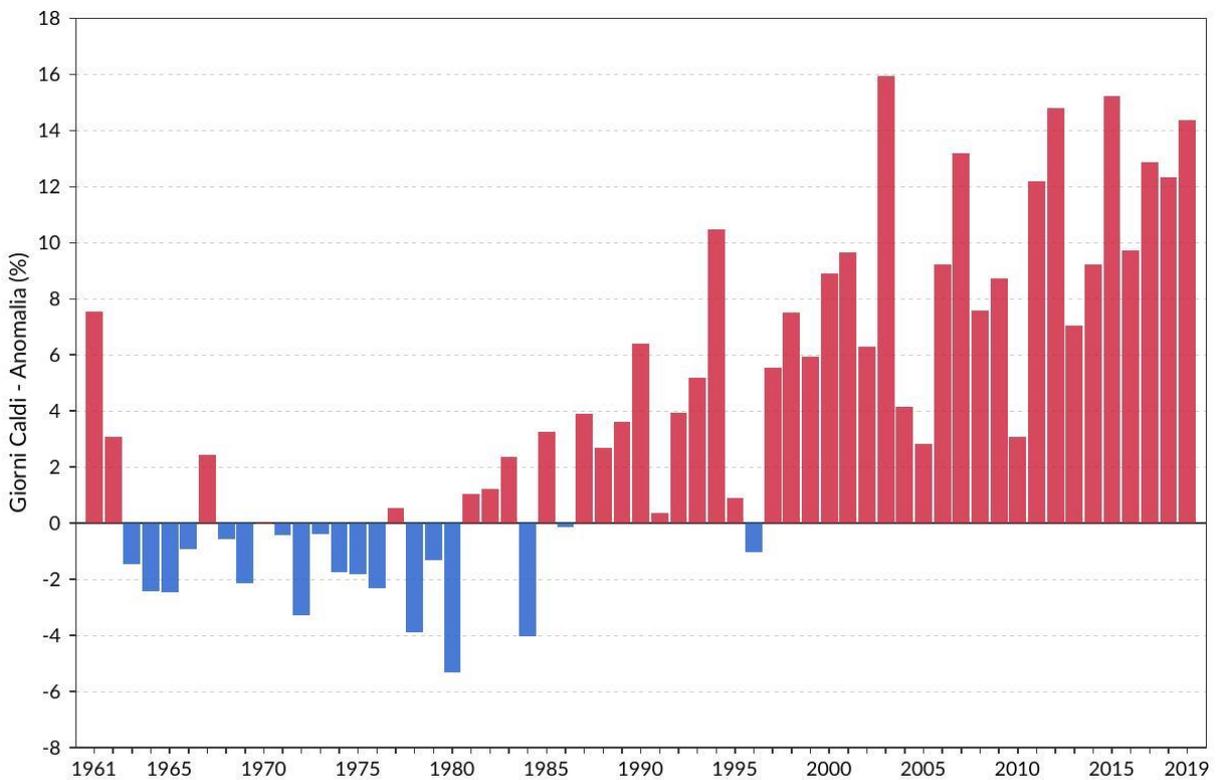
**Figura 3.15:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti fredde in Italia (TN10p), espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.



**Figura 3.16:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni freddi in Italia (TX10p), espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.



**Figura 3.17:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti calde in Italia (TN90p), espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.



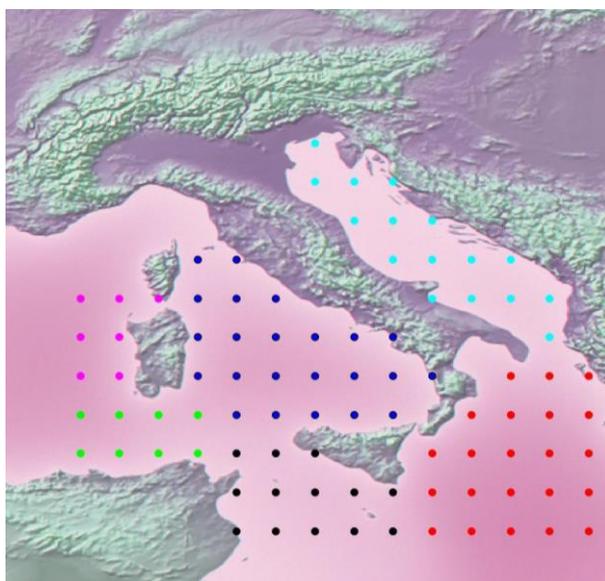
**Figura 3.18:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni caldi in Italia (TX90p), espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.

---

## 4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE

Gli indicatori 2019 della temperatura superficiale dei mari italiani sono stati calcolati a partire dai dati elaborati dalla *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Essi rappresentano le stime dei valori medi mensili su un grigliato regolare alla risoluzione spaziale di  $1^\circ \times 1^\circ$ , ottenute dal lavoro di ricostruzione spaziale stabile della temperatura superficiale del mare a scala globale [21, 22]. Le stime sono basate sull'integrazione di misure da satellite e di dati dell'*International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set SST* (ICOADS, <http://icoads.noaa.gov/>), che si riferiscono a misure effettuate da navi, boe ed altri tipi di piattaforma.

Sono stati selezionati dal grigliato regolare sei gruppi di punti, ciascun gruppo rappresentativo di uno dei mari italiani (**figura 4.1**):

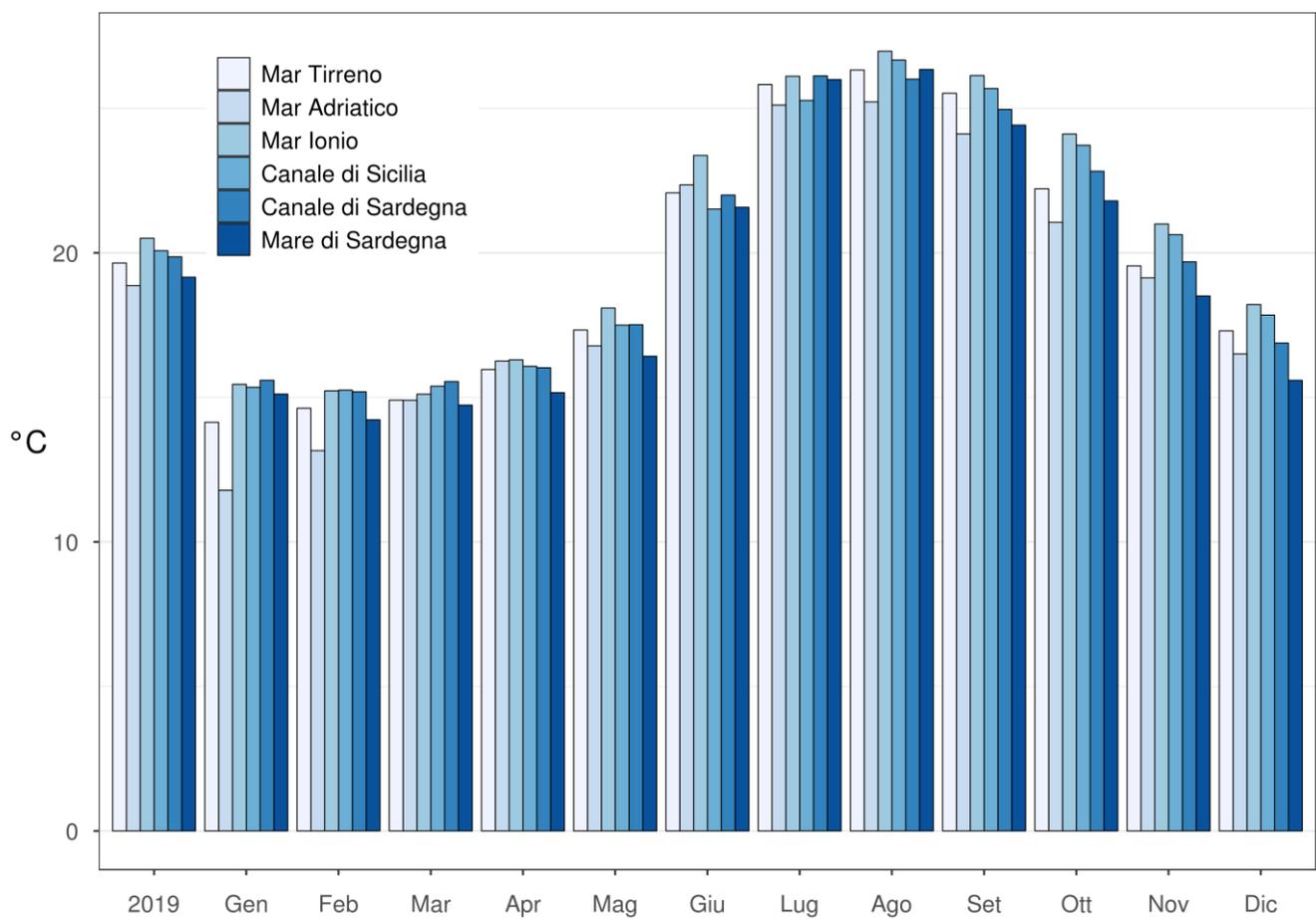


**Figura 4.1:** Punti di griglia selezionati per la temperatura media dei mari italiani. Blu: Tirreno; celeste: Adriatico; rosso: Ionio; nero: Canale di Sicilia; verde: Canale di Sardegna; viola: Mare di Sardegna.

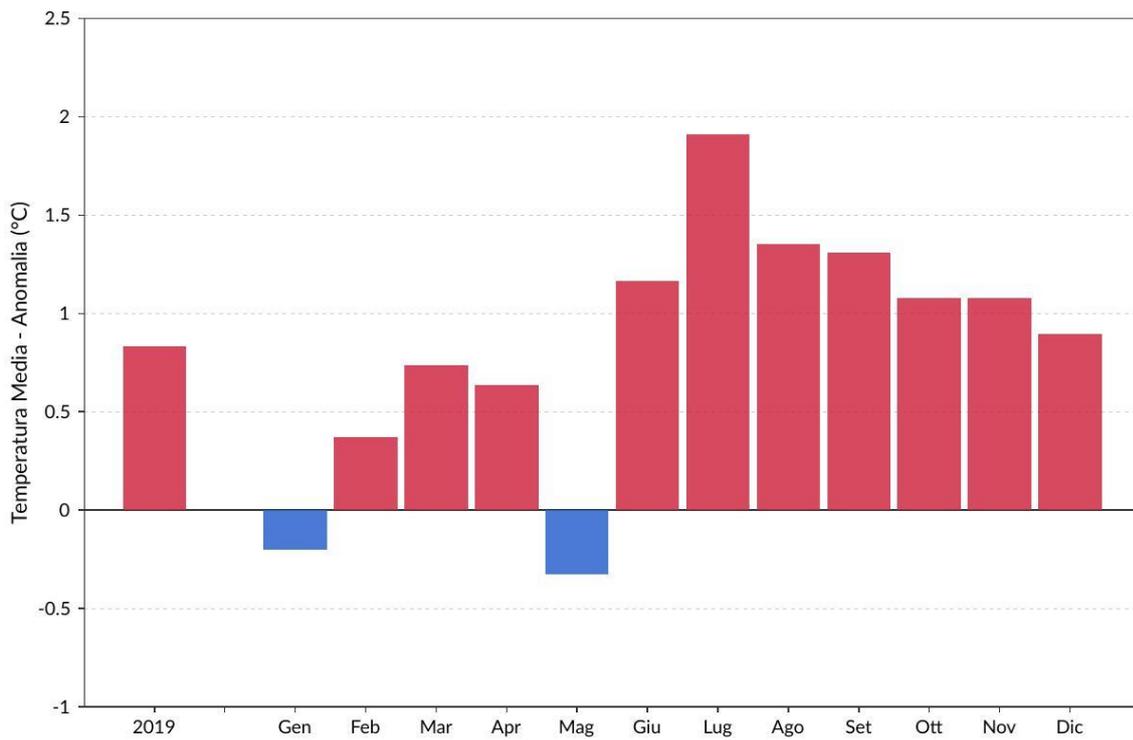
I valori medi annui della temperatura media superficiale dei mari italiani nel 2019, così ottenuti, sono compresi tra  $19.2^\circ\text{C}$  (Mare di Sardegna) e  $20.5^\circ\text{C}$  (Ionio) (**figura 4.2**).

I valori mensili più bassi si registrano nel mese di gennaio per i mari Tirreno e Adriatico, nel mese di febbraio per il Mare di Sardegna, il Canale di Sardegna e il Canale di Sicilia, e nel mese di marzo per lo Ionio; i valori mensili più alti si registrano nel mese di agosto per tutti i mari, tranne che per il Canale di Sardegna per il quale il valore mensile più alto si registra a luglio. Il valore minimo è stato registrato nel mare Adriatico ( $11.8^\circ\text{C}$ ), quello massimo nel Ionio ( $27.0^\circ\text{C}$ ). Analogamente alla temperatura dell'aria, la temperatura superficiale dei mari italiani nel 2019 (**figura 4.3**) è stata superiore alla media climatologica 1961-1990, con anomalie medie positive in tutti i mesi dell'anno, tranne che nei mesi di gennaio e maggio, nel quale è stata registrata l'anomalia più bassa ( $-0.3^\circ\text{C}$ ). Nei primi mesi dell'anno (febbraio-aprile) gli scostamenti positivi dai valori normali sono stati più contenuti, mentre nella seconda parte dell'anno (giugno-dicembre) sono stati più elevati, con un picco nel mese di luglio ( $+1.9^\circ\text{C}$ ), seguito da agosto ( $+1.4^\circ\text{C}$ ).

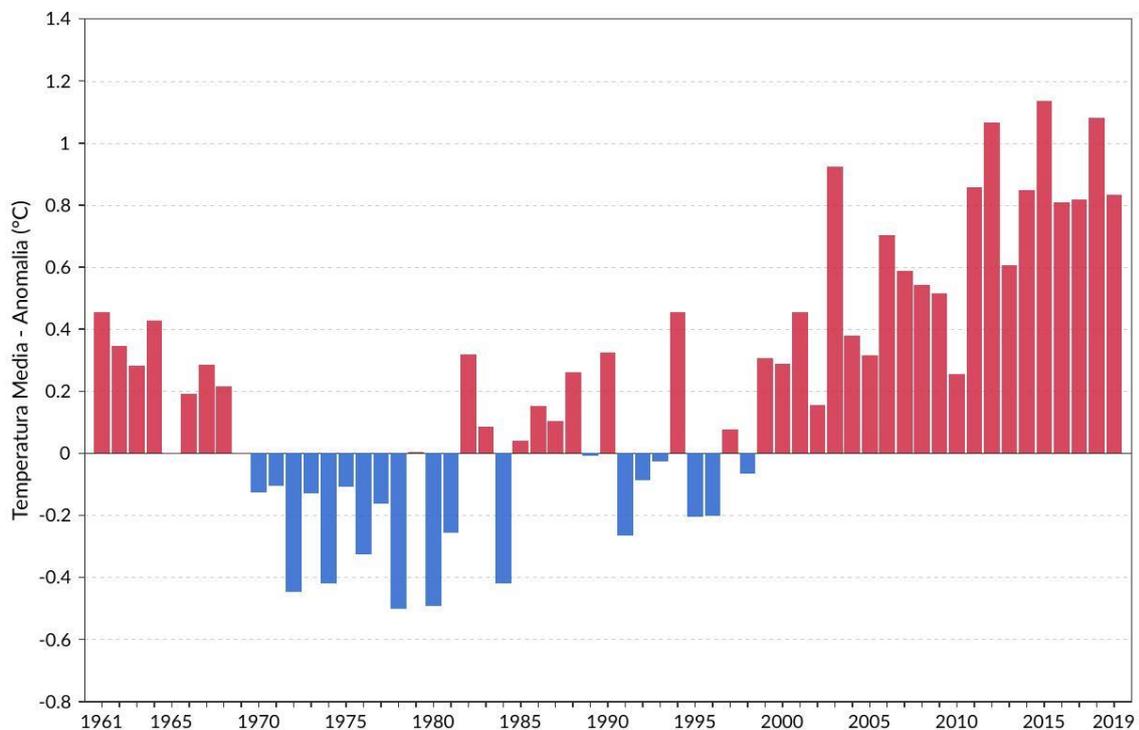
Esaminando la serie delle anomalie medie annuali rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, il 2019, con un'anomalia media di  $+0.83^\circ\text{C}$ , si colloca al settimo posto dell'intera serie (**figura 4.4**). Negli ultimi 21 anni l'anomalia media è stata sempre positiva.



**Figura 4.2:** Temperatura media superficiale del mare 2019 in Italia (annuale e mensile). Elaborazione ISPRA su dati NOAA.



**Figura 4.3:** Anomalia media 2019 (annuale e mensile) della temperatura media superficiale dei mari italiani rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.



**Figura 4.4:** Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media superficiale dei mari italiani, rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.

---

## 5. PRECIPITAZIONE

### Anno 2019

Nella **figura 5.1** è rappresentata la mappa delle precipitazioni cumulate annuali.

Nel 2019 in Italia le precipitazioni sono state superiori alla media climatologica. Le cumulate annuali più elevate sono state registrate sulle Alpi e Prealpi orientali, con 3881 mm a Musi (UD) e 3034 mm a Chievolis (PN); sul Piemonte settentrionale, con 3086 mm a Sambughetto (VB) e 2829 mm a Cicogna (VB); sulla Liguria centrale e di levante, con 3093 mm a Mele (GE), 2860 mm a Monte Pennello (GE), e 2825 mm a Cuccarello (SP) e sulla parte centro-settentrionale dell'Appennino tosco-emiliano. I valori più bassi sono stati registrati a San Lorenzo in campo (PU), con 338 mm e in alcune stazioni della Sicilia e della Puglia, con cumulate annuali inferiori a 400 mm.

L'andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno è illustrato dai grafici delle **figure 5.2 e 5.3** e dalle mappe delle **figure 5.4-5.6**, in cui sono rappresentate le anomalie di precipitazione cumulata rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Le precipitazioni cumulate annuali del 2019 sono state complessivamente superiori alla media climatologica del 12% circa. L'anomalia presenta differenze anche sensibili tra diverse aree del territorio italiano. Il Nord ha registrato il valore più elevato (+21%) seguito dal Centro (+9%) e dal Sud e Isole, dove la precipitazione cumulata annuale è stata appena superiore alla norma (+4%). Nel corso dell'anno, tuttavia, mesi molto piovosi si sono alternati ad altri più secchi. Sull'intero territorio nazionale novembre è stato il mese mediamente più piovoso, con un'anomalia di +144%. Al Nord il mese più piovoso conferma novembre, con un picco di anomalia positiva di +200%, seguito da dicembre (+77%) e maggio (+75%); al Centro e al Sud i mesi relativamente più piovosi sono stati maggio (rispettivamente +142% e +122%), novembre e luglio. I mesi più secchi rispetto alla norma sono stati giugno (soprattutto al Centro, anomalia di -86%) seguito da marzo (soprattutto al Centro e al Nord, con anomalia rispettivamente -76% e -72%), febbraio, gennaio limitatamente al Nord ed al Centro, e infine ad agosto.

Le **figure 5.4 e 5.5** mostrano la distribuzione spaziale dell'anomalia di precipitazione cumulata annuale del 2019, espressa rispettivamente come differenza percentuale e come differenza in mm di precipitazione rispetto al valore climatologico 1961-1990 [23]. La precipitazione cumulata annuale è stata superiore al valore normale su gran parte del territorio nazionale. Le anomalie positive di precipitazione sono state particolarmente elevate (fino a +130% circa) sull'arco alpino centro-occidentale e sulle Prealpi orientali, sulla Liguria e sulla parte centro-settentrionale dell'Appennino tosco-emiliano. Le precipitazioni sono state invece moderatamente inferiori alla norma (fino a -40% circa) su Sardegna orientale e alcune aree del Sud (Campania meridionale e aree di confine con il Molise, aree di confine tra Basilicata e Calabria), e leggermente inferiori alla norma su alcune aree del Centro e del Sud (estremo Lazio orientale, aree occidentali di Marche, Umbria ed Abruzzo, gran parte del Molise e Puglia settentrionale) e della Sicilia.

Le mappe delle **figure 5.6a e 5.6b** mostrano l'andamento delle precipitazioni sul territorio nazionale per ciascun mese. Vengono messe in rilievo le caratteristiche di notevole e diffusa piovosità nei mesi di maggio (ad eccezione di Alpi e Prealpi centro-occidentali) e novembre, e, in misura inferiore e meno uniforme sul territorio nazionale, di luglio; nonché di relativa siccità nei mesi di marzo e giugno, e in misura inferiore nei mesi di febbraio ed agosto; nel mese di gennaio le precipitazioni sono state nettamente inferiori alla media al Nord.

### Variazioni e tendenze

L'andamento delle precipitazioni in Italia negli ultimi decenni è illustrato dalle serie di anomalie di precipitazione cumulata annuale nel periodo 1961-2019, rispetto al valore climatologico 1961-1990 (**figure 5.7 e 5.8**).

Con un'anomalia di precipitazione cumulata media in Italia di +12% circa, il 2019 si colloca all'undicesimo posto tra gli anni più piovosi dell'intera serie dal 1961. Al Nord, l'anomalia annuale del 2019 (+21%) risulta essere la quinta più elevata di tutta la serie.

Dalle serie di anomalie della precipitazione cumulata stagionale (**figura 5.9**) si rileva che l'autunno e la primavera sono state stagioni più piovose della norma, mentre l'inverno e l'estate sono state mediamente più secche. L'autunno (anomalia media +47%) e la primavera (+19%) si collocano rispettivamente al sesto e al settimo posto tra le più piovose dell'intera serie dal 1961; l'inverno (anomalia media -37%) si colloca invece al settimo posto tra le meno piovose. Per l'inverno, la

precipitazione cumulata stagionale viene determinata aggregando i mesi di gennaio e febbraio con il mese di dicembre dell'anno precedente.

Nella **tabella 2** vengono riassunti i trend della precipitazione cumulata nel periodo 1961-2019, calcolati con un modello di regressione lineare semplice. Le stime sono confermate anche dall'applicazione di un modello non parametrico (stimatore di Theil - Sen e test di Mann - Kendall, [15]). I trend sono stati calcolati dapprima per le serie annuali aggregando le stazioni dell'Italia intera, del Nord, del Centro e del Sud e Isole e poi per le serie stagionali dell'intero territorio nazionale. In tutti i casi non risultano tendenze statisticamente significative.

**Tabella 2:** Trend (e relativo errore standard) delle precipitazioni cumulate dal 1961 al 2019 stimati con il modello di regressione lineare semplice. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi al livello del 5%.

PRECIPITAZIONE CUMULATA	TREND (%/10 anni)
<b>ANNUALE</b>	
<b>Italia</b>	(+0.1 ± 1.0)
<b>Nord</b>	(+0.5 ± 1.2)
<b>Centro</b>	(-1.0 ± 1.1)
<b>Sud e Isole</b>	(+0.4 ± 1.3)
<b>STAGIONALE (Italia)</b>	
<b>Inverno</b>	(-1.6 ± 2.2)
<b>Primavera</b>	(+1.3 ± 1.5)
<b>Estate</b>	(-1.8 ± 2.3)
<b>Autunno</b>	(+2.3 ± 1.9)

## Frequenza, intensità, estremi

Nella **figura 5.10** sono rappresentate le precipitazioni massime giornaliere registrate nel 2019. Per massima giornaliera si intende qui il valore massimo delle precipitazioni cumulate su intervalli fissi dalle ore 0 alle ore 24 e non quello su tutti gli intervalli di 24 ore a orario mobile, che può evidentemente essere maggiore. Va inoltre tenuto presente che i valori interpolati sul grigliato regolare e spazializzati su mappa sono generalmente inferiori ai massimi registrati dalle singole stazioni.

I valori più elevati sono stati registrati il 21 ottobre in Liguria e Piemonte, nelle province di Genova e Alessandria, con precipitazioni cumulate nelle 24 ore comprese fra 400 e 500 mm, con un massimo di 502 mm a Campo Ligure (GE). Il 25 ottobre in Sicilia sono stati registrati 249 mm di precipitazione a Ispica (RG, rete SIAS). Altre aree che hanno registrato precipitazioni giornaliere intense sono la parte settentrionale del Veneto e buona parte del Friuli Venezia Giulia, dove sono stati superati localmente i 200 mm di precipitazione.

Nella **figura 5.11** sono rappresentati i valori del numero di giorni asciutti (con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm). I valori più elevati si registrano in Sicilia, con il massimo a Catania di 318 giorni, 317 giorni a Lentini (SR), e 316 giorni ad Agrigento (SR); valori elevati si registrano anche in Pianura Padana, sulla Liguria di Levante, sulla costa toscana e del Lazio settentrionale, sulle coste adriatica e ionica e su gran parte di Sicilia e Sardegna. I valori più bassi (fino a circa 220 giorni asciutti) si registrano su Alpi e Prealpi centro-orientali sulla dorsale appenninica.

Le **figure 5.12** e **5.13** mostrano le mappe dello Standardized Precipitation Index (SPI). L'SPI è un indice di siccità, che si ottiene tramite una normalizzazione della distribuzione di probabilità della pioggia, stimata elaborando lunghe serie storiche di precipitazione, in questo caso di almeno 30 anni. Conseguentemente, regioni a clima secco o umido sono "valutate" nello stesso modo. I valori di SPI possono riferirsi a diversi intervalli di tempo (da 1 a 24 mesi), in funzione del settore di applicazione (meteorologico, agricolo o idrologico). Qui vengono riportate la mappa di SPI a 12 mesi dell'anno solare 2019 e le mappe di SPI a 3 mesi relative alle 4 stagioni del 2019: inverno (da dicembre 2018 a febbraio 2019), primavera (da marzo a maggio 2019), estate (da giugno ad agosto 2019), autunno (settembre-novembre 2019). Va tenuto presente che tutte le mappe sono ottenute

---

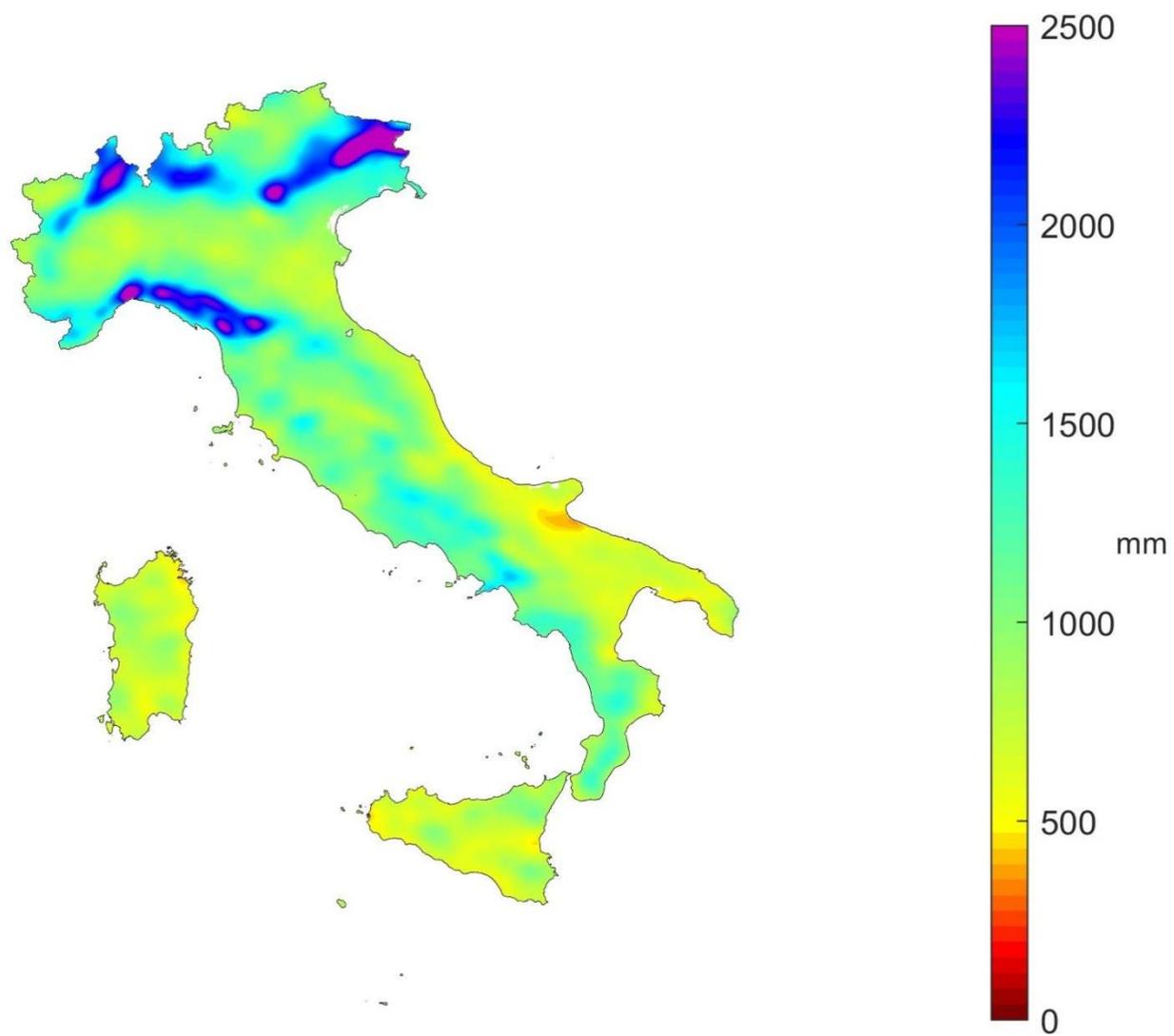
interpolando i valori di SPI di circa 400 stazioni distribuite in modo non uniforme sul territorio nazionale; conseguentemente, esse danno una rappresentazione dell'indice a scala nazionale a bassa risoluzione spaziale e non possono essere utilizzate per una stima accurata dell'SPI a scala locale o per singoli bacini idrografici.

Nella **figura 5.14** sono rappresentati i valori di un altro indice di siccità, il *Consecutive Dry Days* (CDD), che rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi nell'anno con precipitazione giornaliera inferiore o uguale a 1 mm. I valori più alti si registrano nella parte meridionale della Sardegna e della Sicilia (fino a 97 giorni secchi consecutivi). I valori più bassi si registrano sulla dorsale appenninica e su Alpi e Prealpi (fino a 15 giorni).

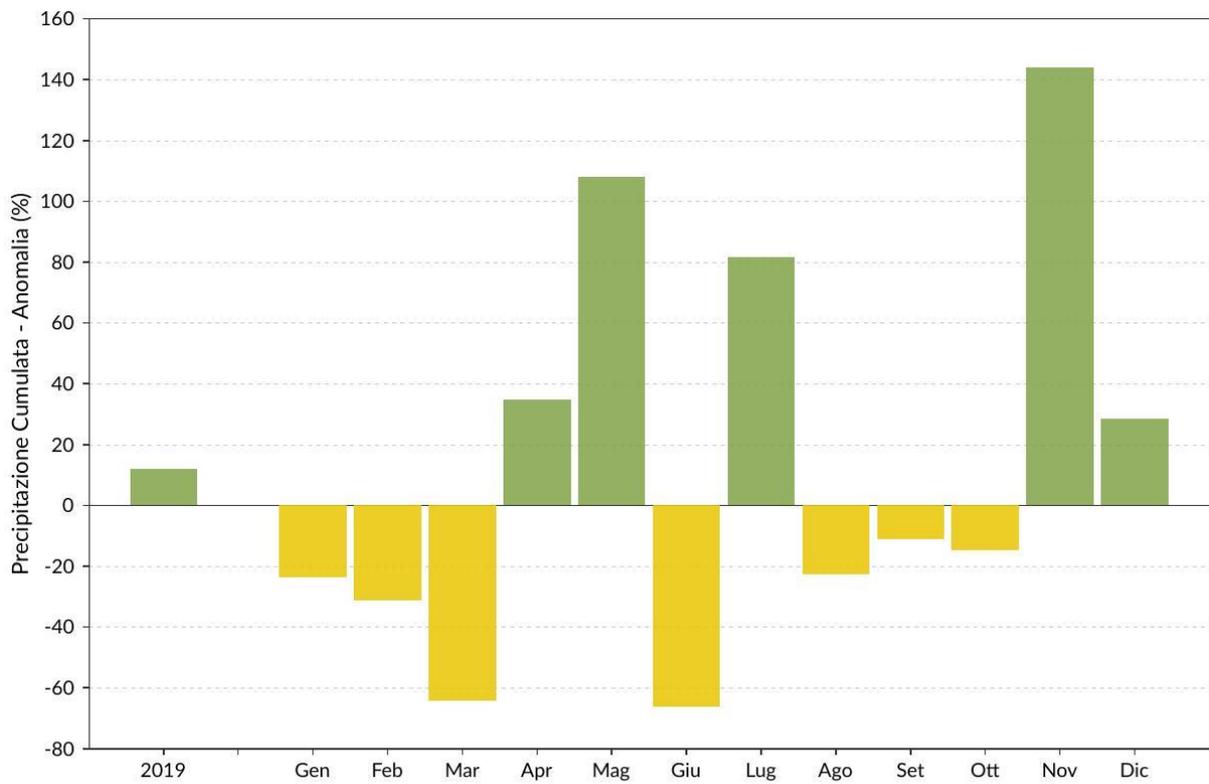
Come per la temperatura, per valutare l'andamento della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti dal Gruppo di Lavoro della Commissione per la Climatologia dell'OMM [16]. Vengono presentate le serie temporali di anomalia degli indici per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale, ottenuti aggregando i dati di stazioni appartenenti a ciascuna macroarea. I criteri di selezione delle serie utili e i metodi di calcolo degli indici, che riprendono quelli di valutazioni analoghe a scala globale o continentale [18, 19], sono descritti in [13]. Per favorire l'impiego di un maggior numero di serie, è stato considerato come periodo di riferimento il trentennio climatologico 1971-2000 e i risultati sono presentati sotto forma di serie di anomalie degli indici dal 1971 al 2019.

L'indice R10mm rappresenta il numero di giorni nell'anno con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm (**figura 5.15**). L'indice R95p rappresenta la somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi nel periodo climatologico 1971-2000 (**figura 5.16**). L'intensità di pioggia giornaliera (SDII, *Simple Daily Intensity Index*) rappresenta la precipitazione cumulata annuale divisa per il numero di giorni piovosi nell'anno, considerando piovosi i giorni con precipitazione maggiore o uguale a 1 mm (**figura 5.17**).

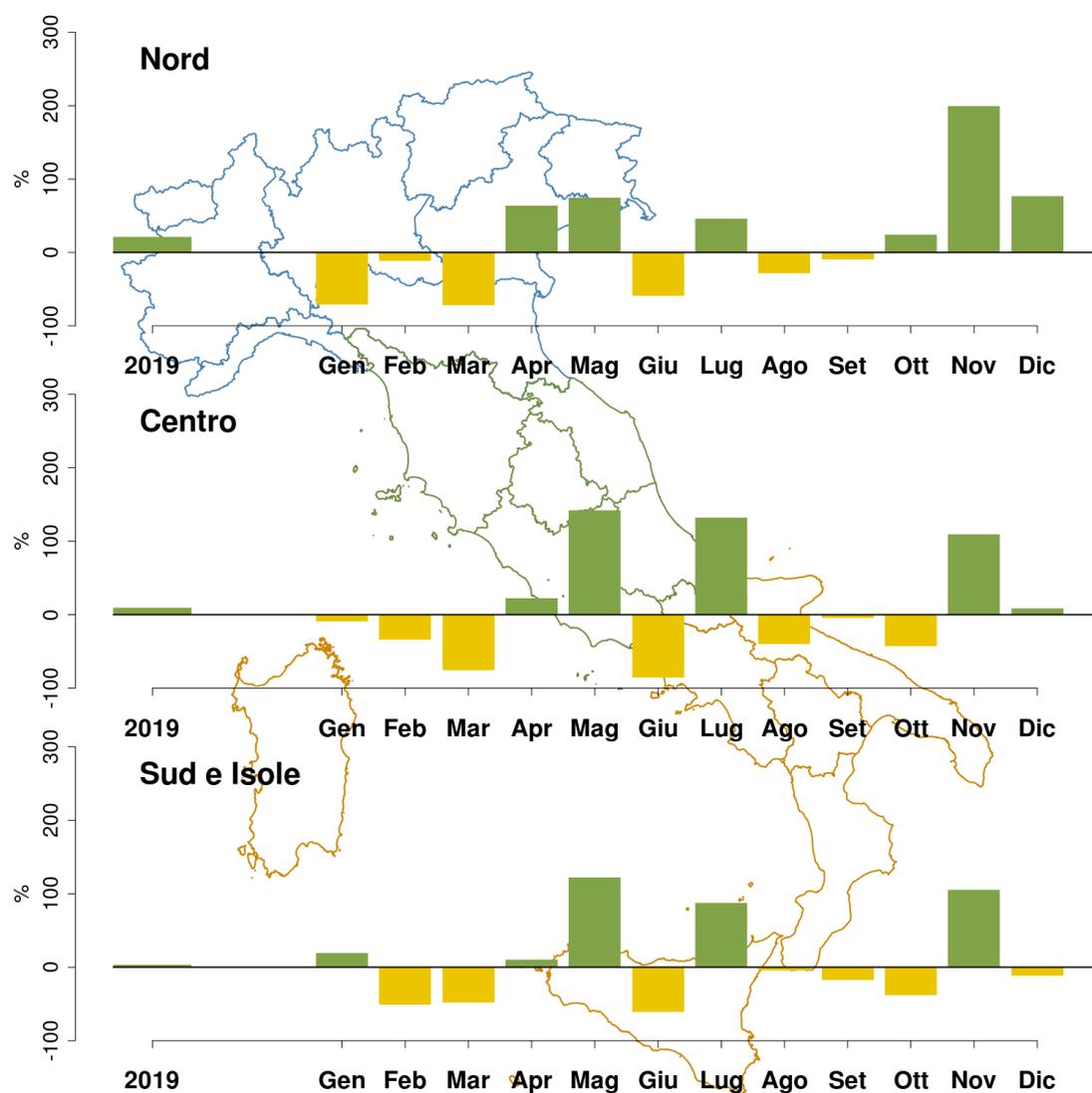
Complessivamente, dall'analisi delle serie temporali di questi indici, sulla base delle stazioni disponibili, non emergono segnali netti di variazioni della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo. Si può tuttavia segnalare che il 2019 ha registrato anomalie positive di tutti gli indici al Nord e al Centro, a conferma di un anno caratterizzato da diversi eventi di precipitazione intensa. Al Sud e Isole gli indici R10mm e R95p risultano leggermente superiori alla norma e l'indice SDII leggermente inferiore.



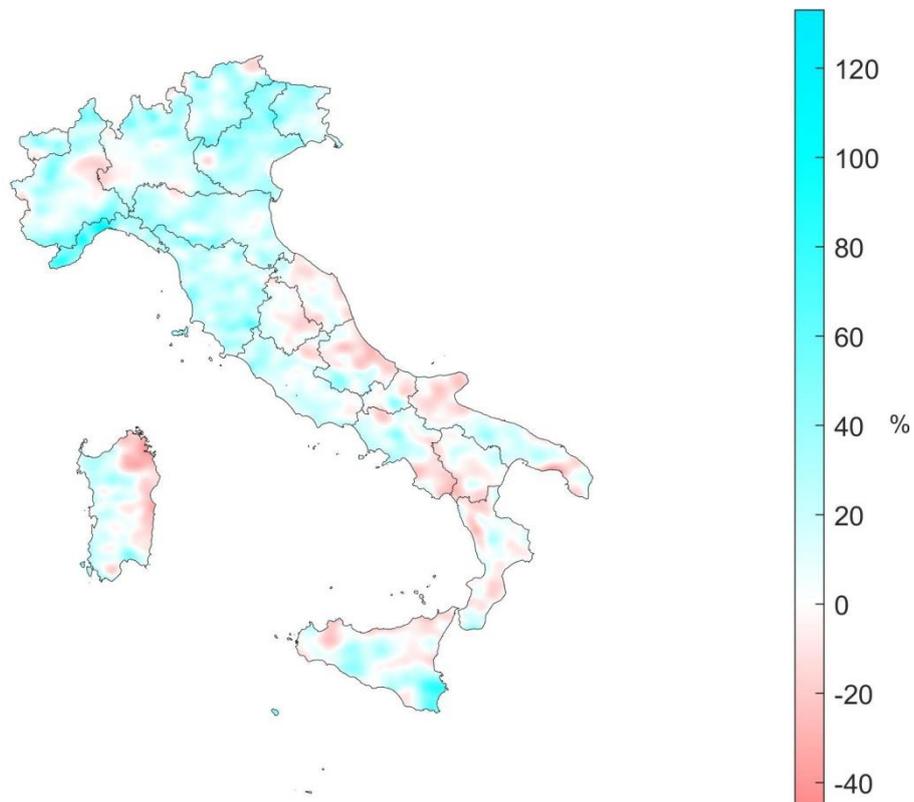
**Figura 5.1:** *Precipitazione cumulata 2019.*



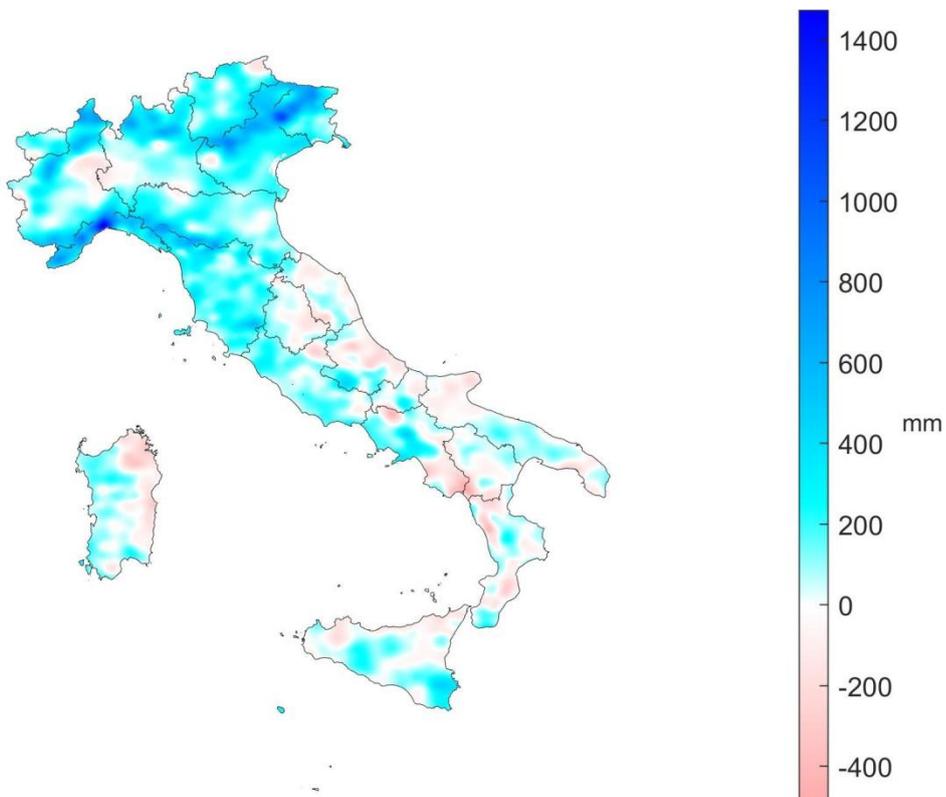
**Figura 5.2:** Anomalia media mensile ed annuale 2019, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata in Italia, rispetto al valore normale 1961-1990.



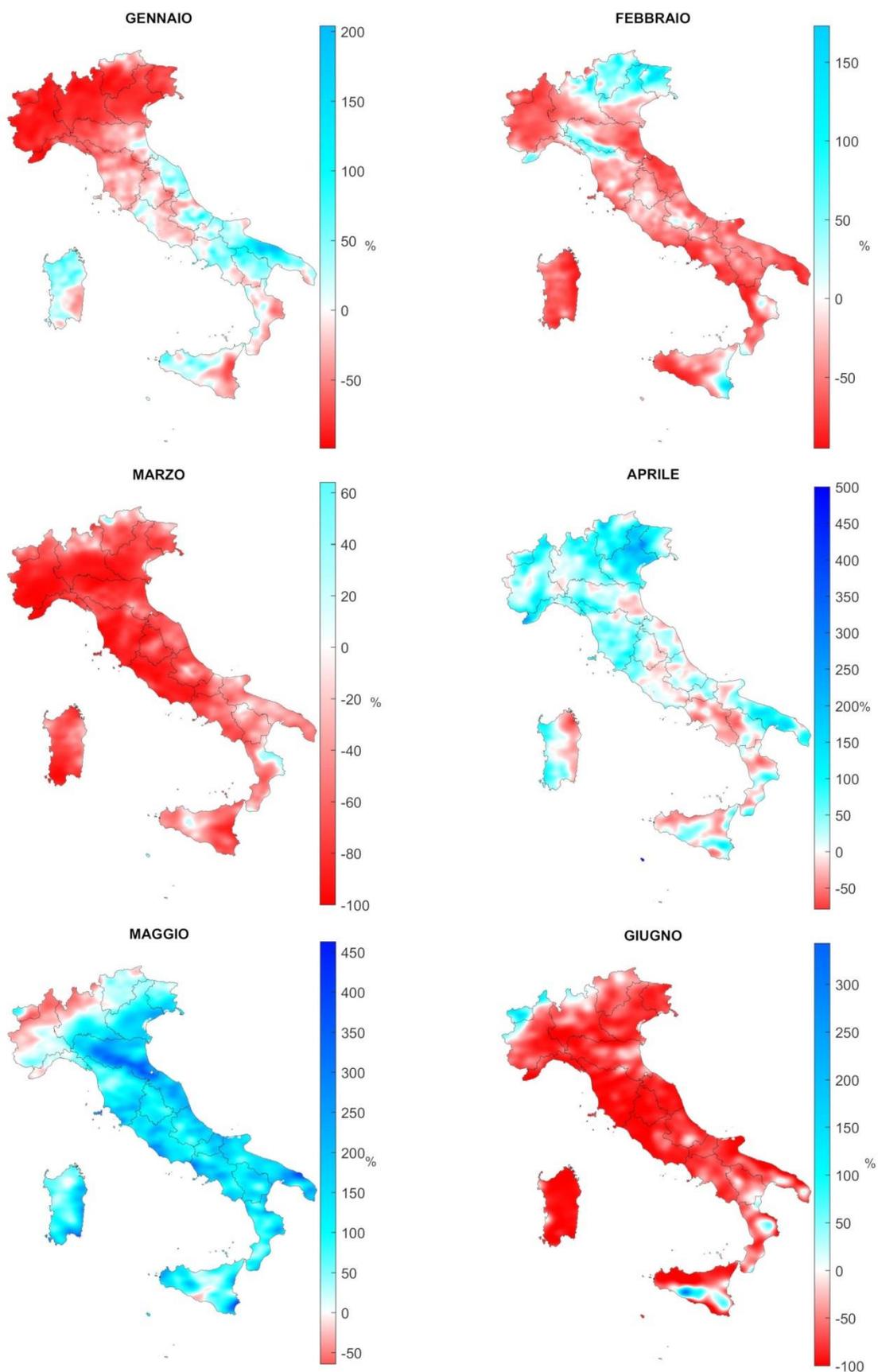
**Figura 5.3:** Anomalia media mensile ed annuale 2019, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.



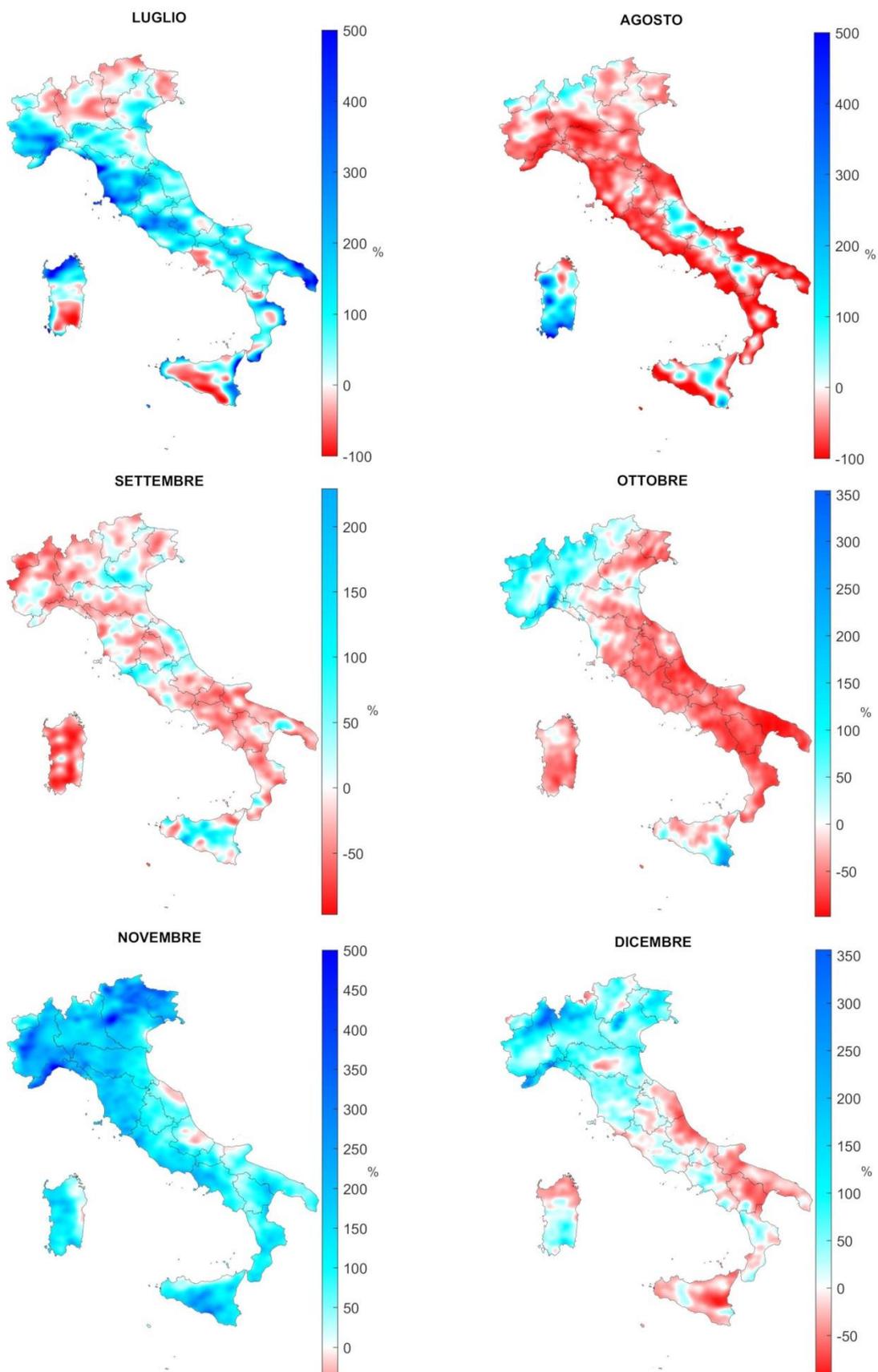
**Figura 5.4:** Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2019, espressa in valori percentuali, rispetto al valore normale 1961-1990.



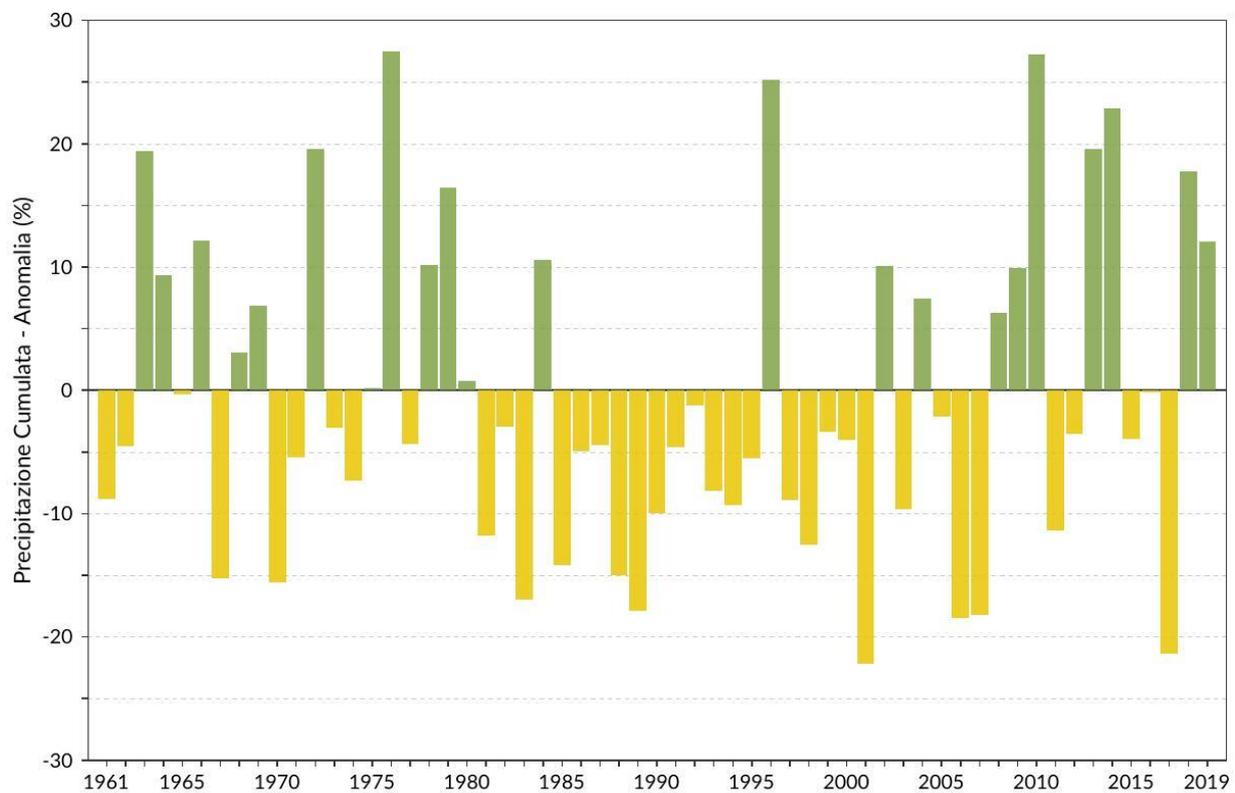
**Figura 5.5:** Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2019, espressa in mm, rispetto al valore normale 1961-1990.



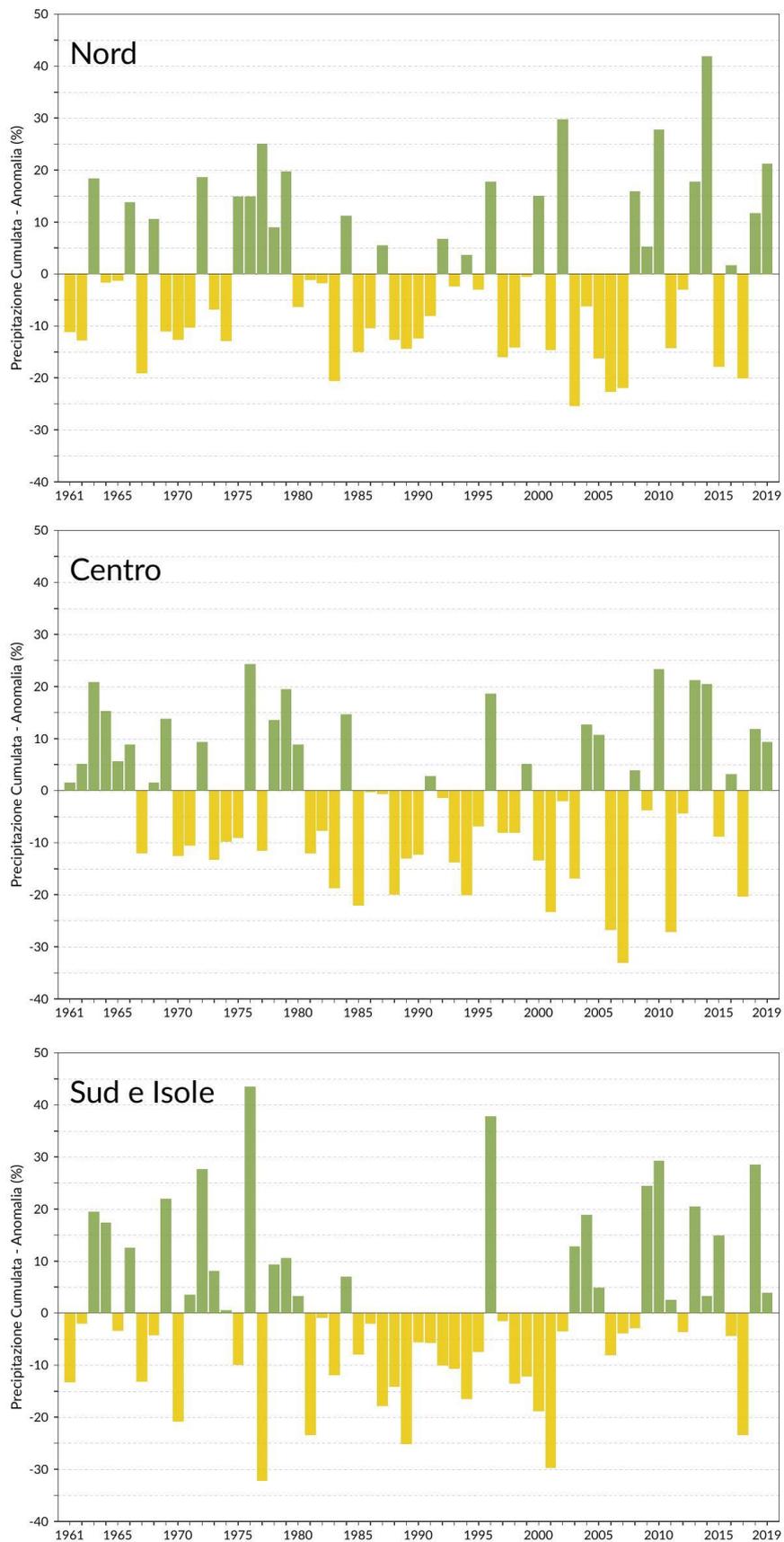
**Figura 5.6a:** Anomalie della precipitazione cumulata mensile (gennaio-giugno) 2019, espresse in percentuali, rispetto al valore normale 1961-1990. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



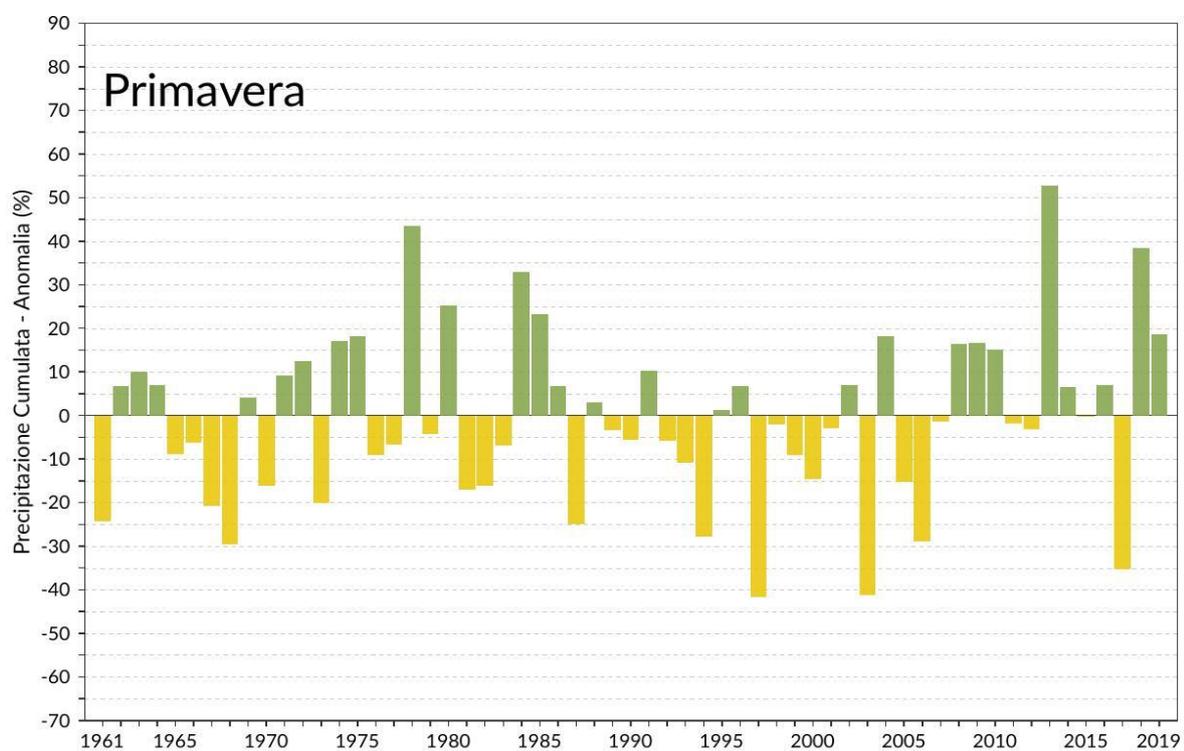
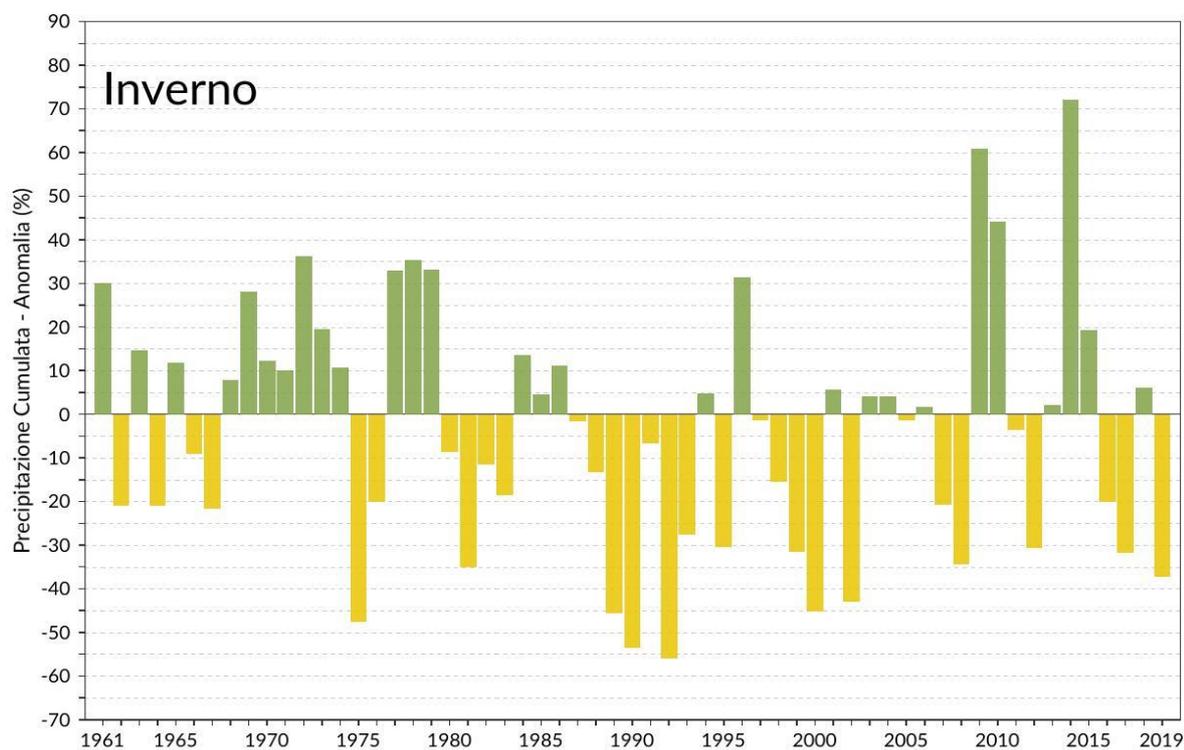
**Figura 5.6b:** Anomalie della precipitazione cumulata mensile (luglio-dicembre) 2019, espresse in percentuali, rispetto al valore normale 1961-1990. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



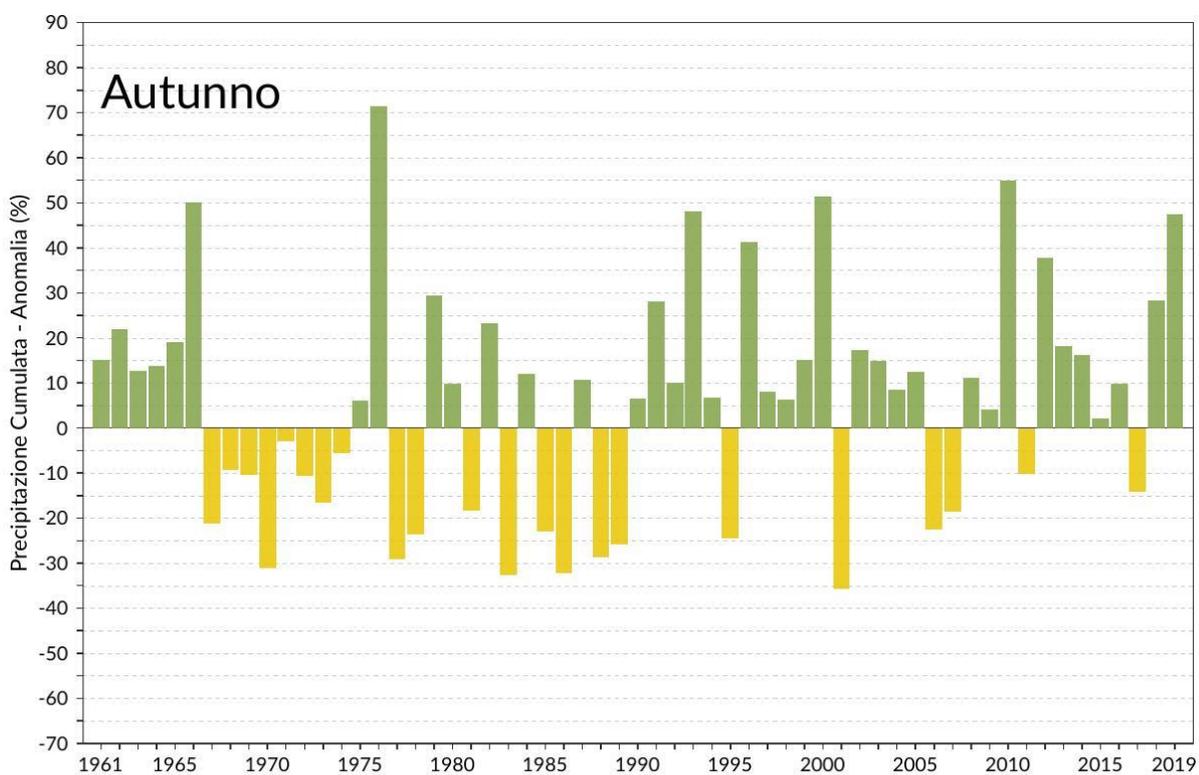
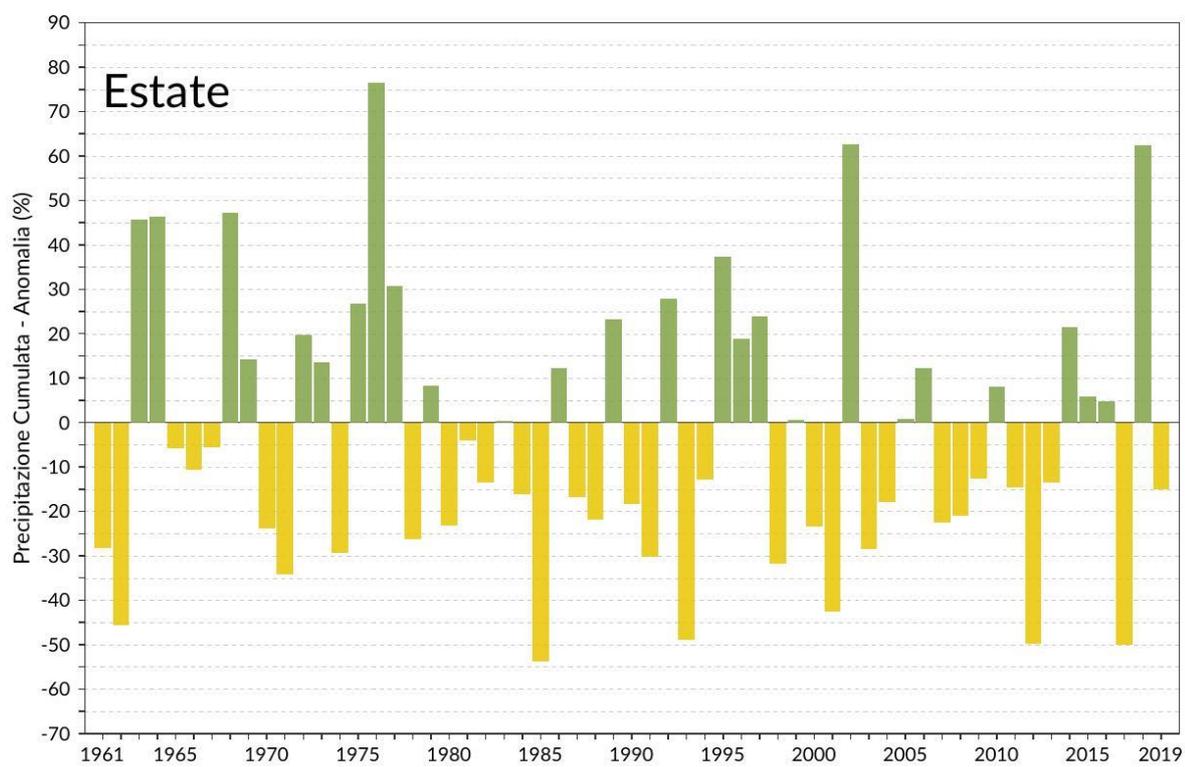
**Figura 5.7:** Serie delle anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto al valore normale 1961-1990.



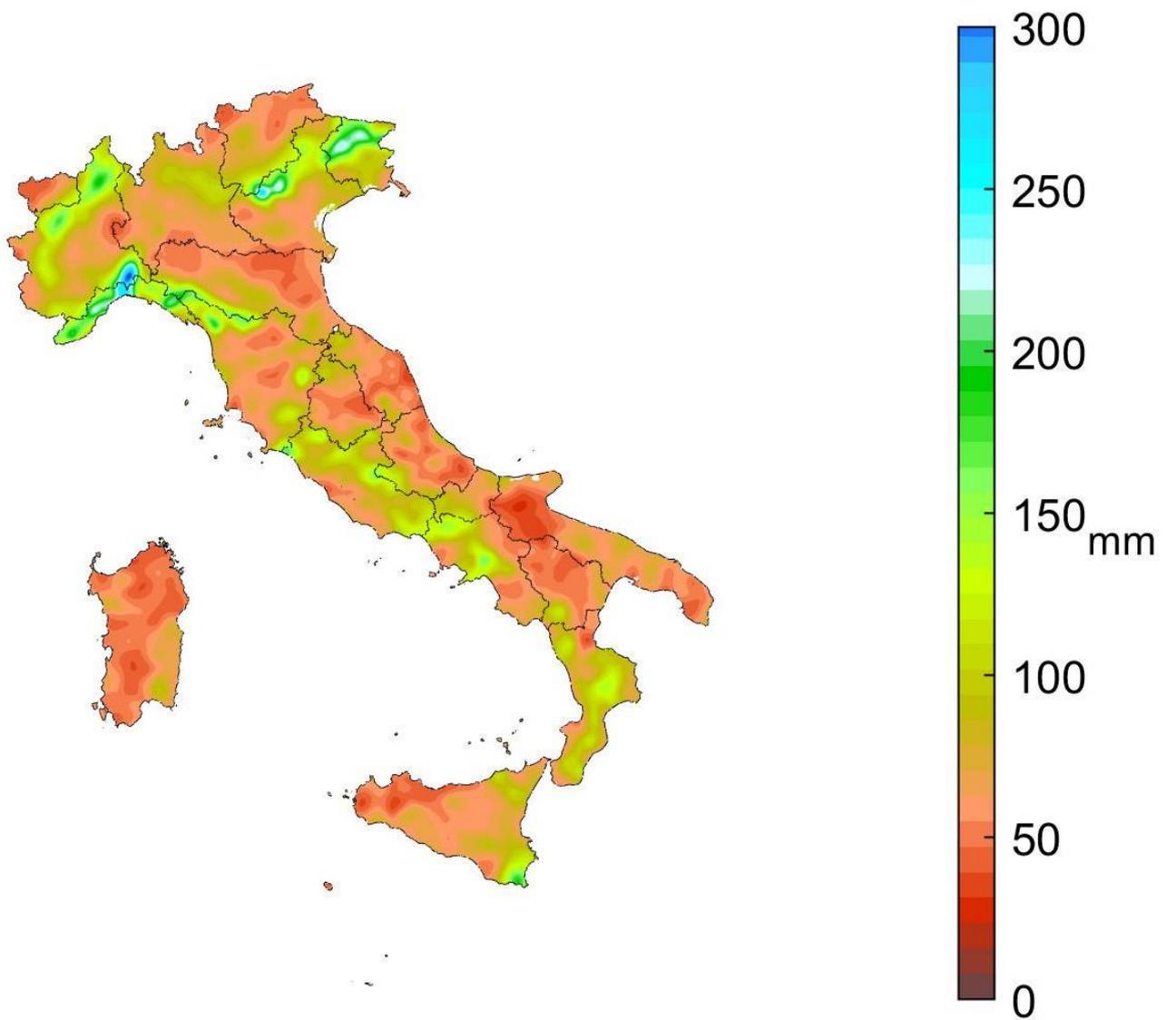
**Figura 5.8:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto al valore normale 1961-1990.



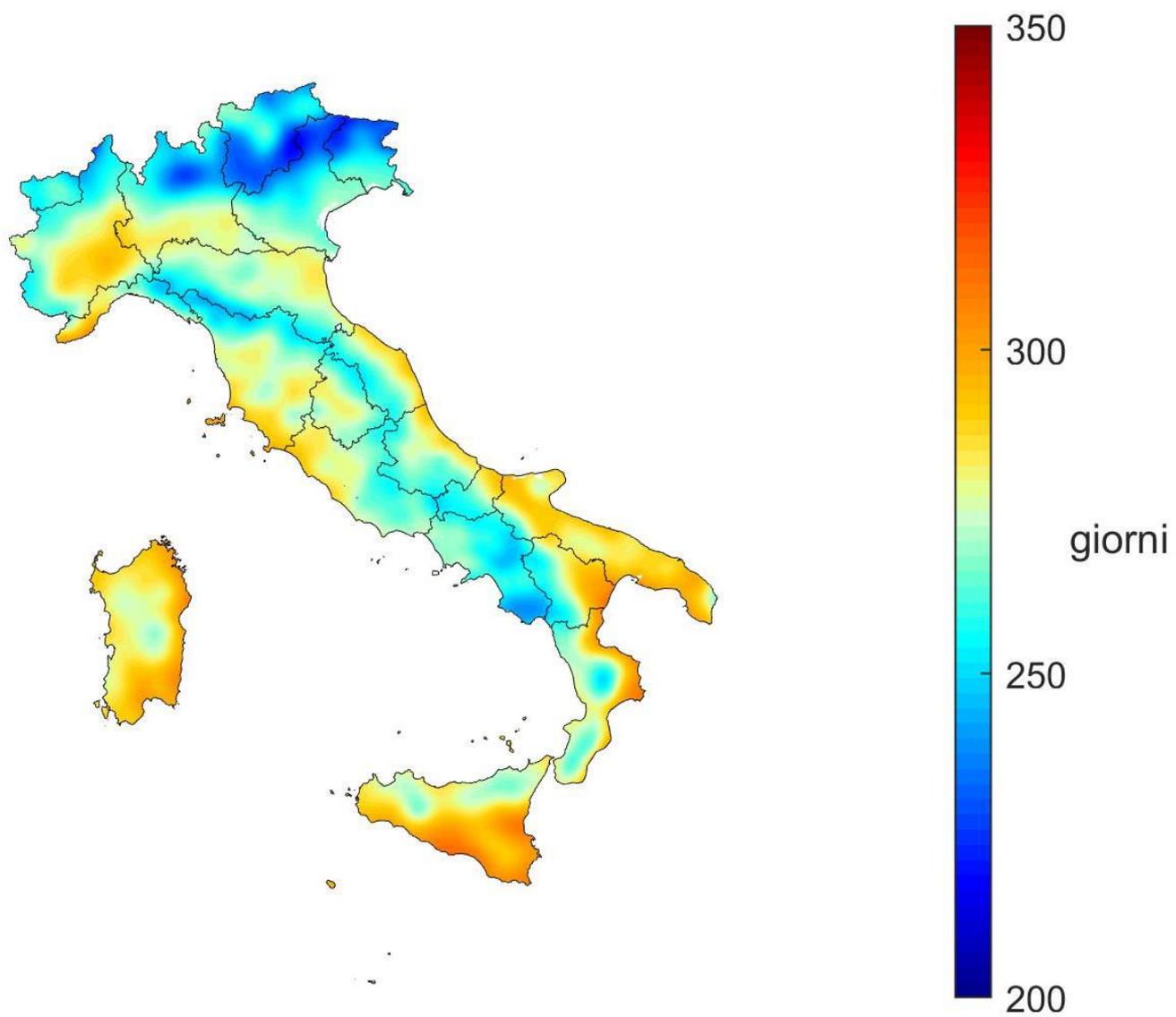
**Figura 5.9a:** Serie delle anomalie medie, espresse in valori percentuali, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (inverno e primavera). Per l'inverno, sono stati aggregati i mesi di gennaio e febbraio il mese di dicembre dell'anno precedente.



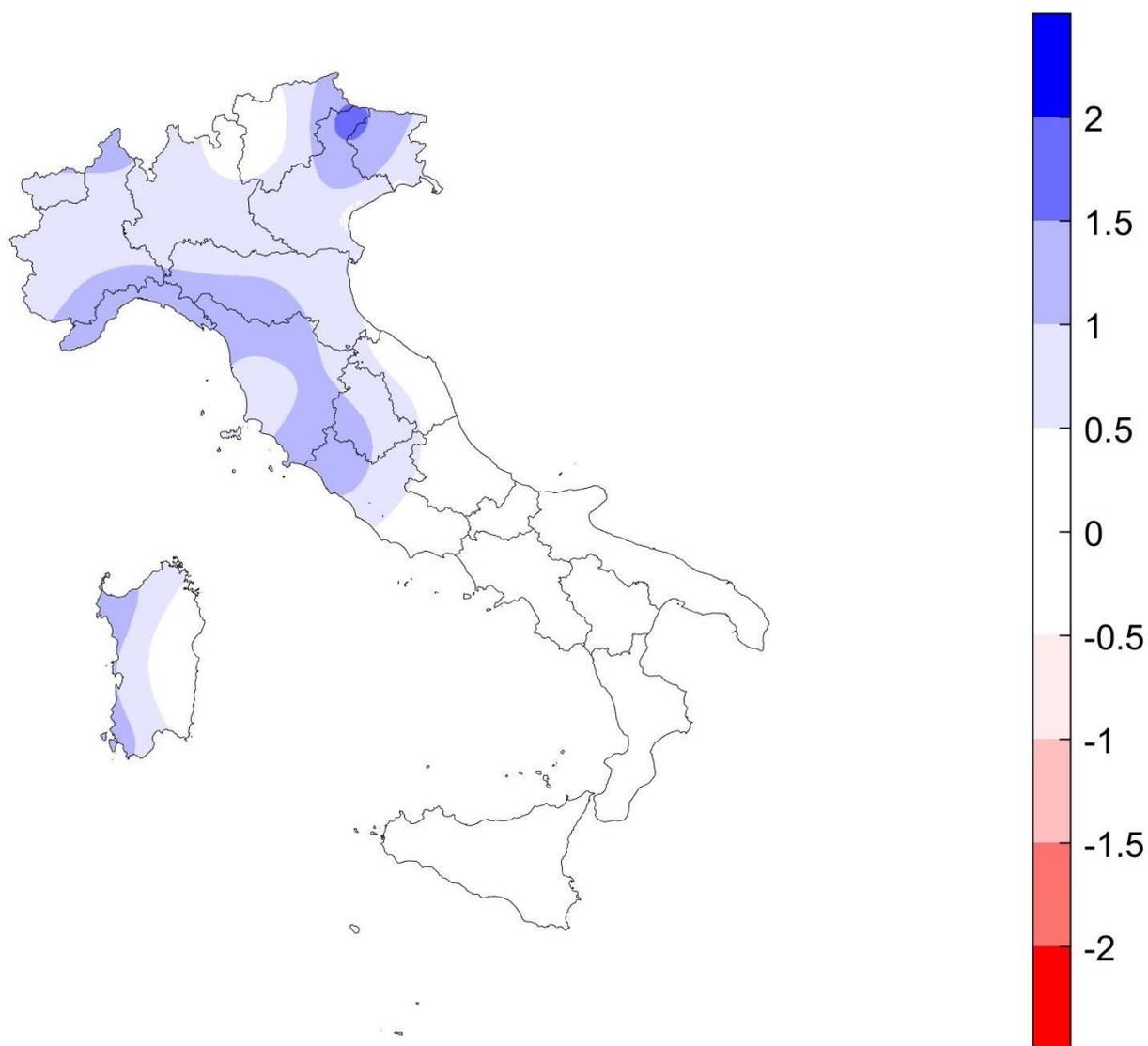
**Figura 5.9b:** Serie delle anomalie medie, espresse in valori percentuali, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (estate e autunno).



**Figura 5.10:** *Precipitazione massima giornaliera 2019.*

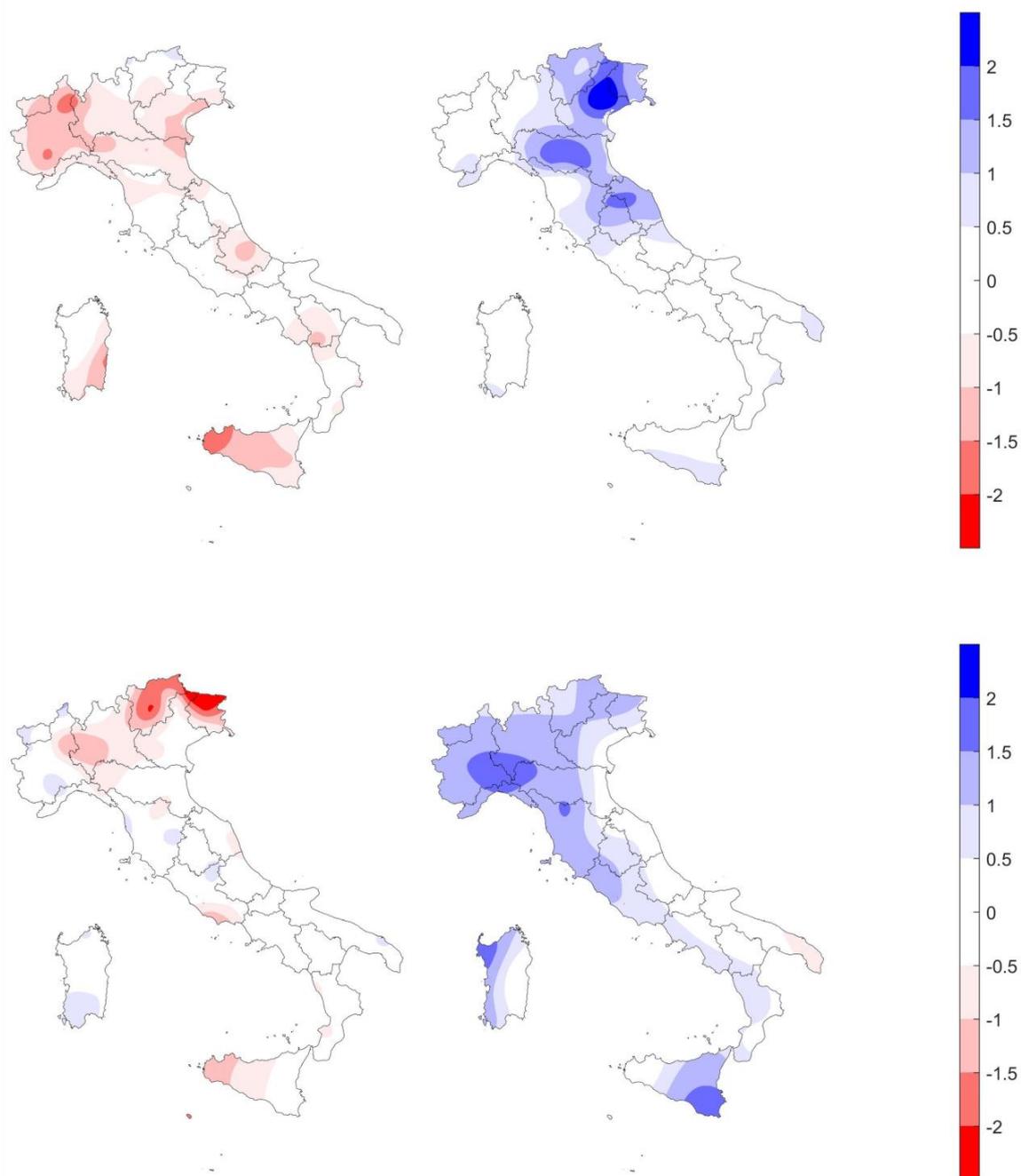


**Figura 5.11:** *Giorniasciutti nel 2019.*



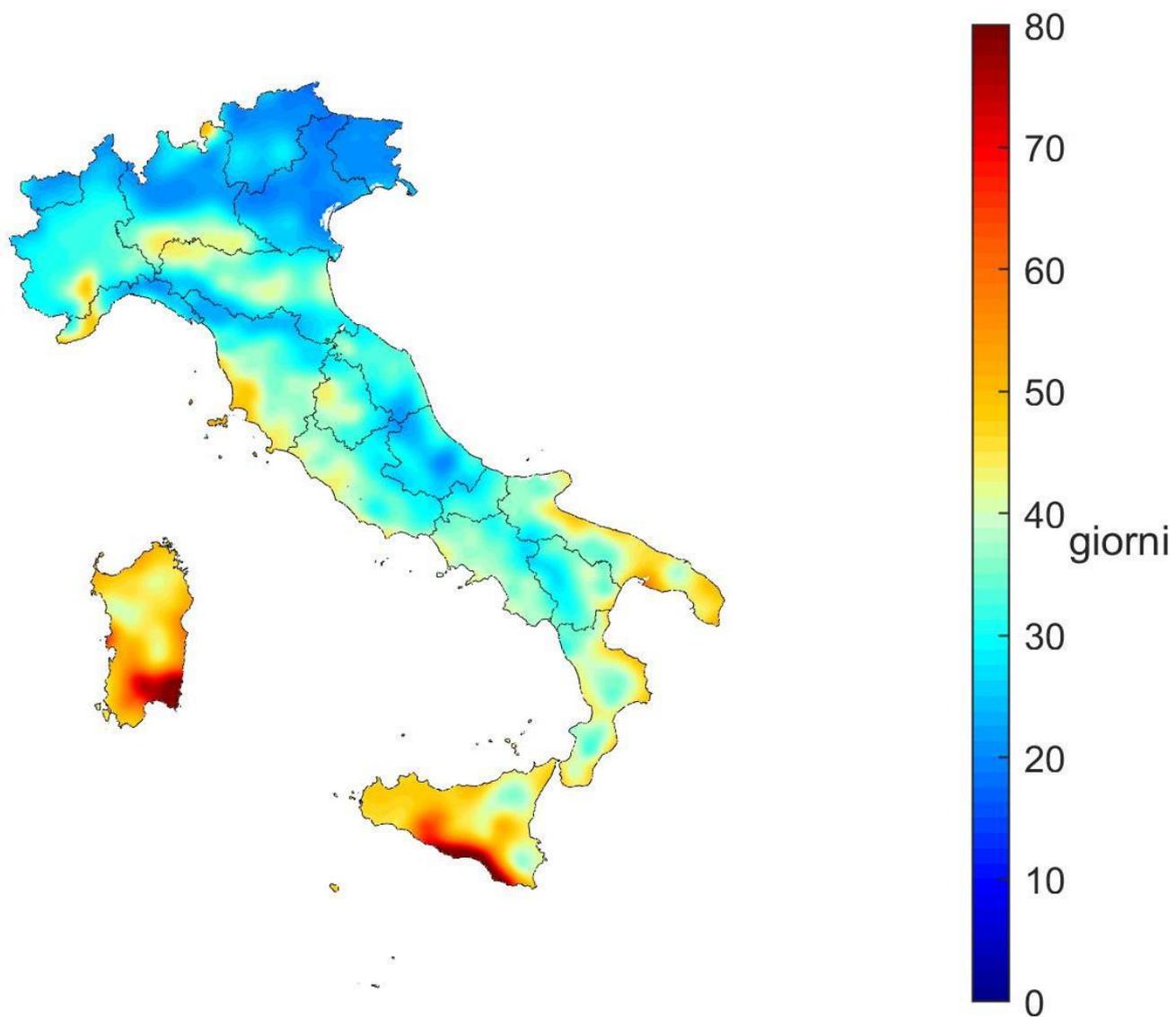
> 2	estremamente umido
da 1.5 a 1.99	molto umido
da 1 a 1.49	moderatamente umido
da -0.99 a 0.99	nella norma
da -1.49 a -1	moderatamente secco
da -1.99 a -1.5	molto secco
< -2	estremamente secco

**Figura 5.12:**Indice di siccità SPI annuale(a 12 mesi) nel 2019.

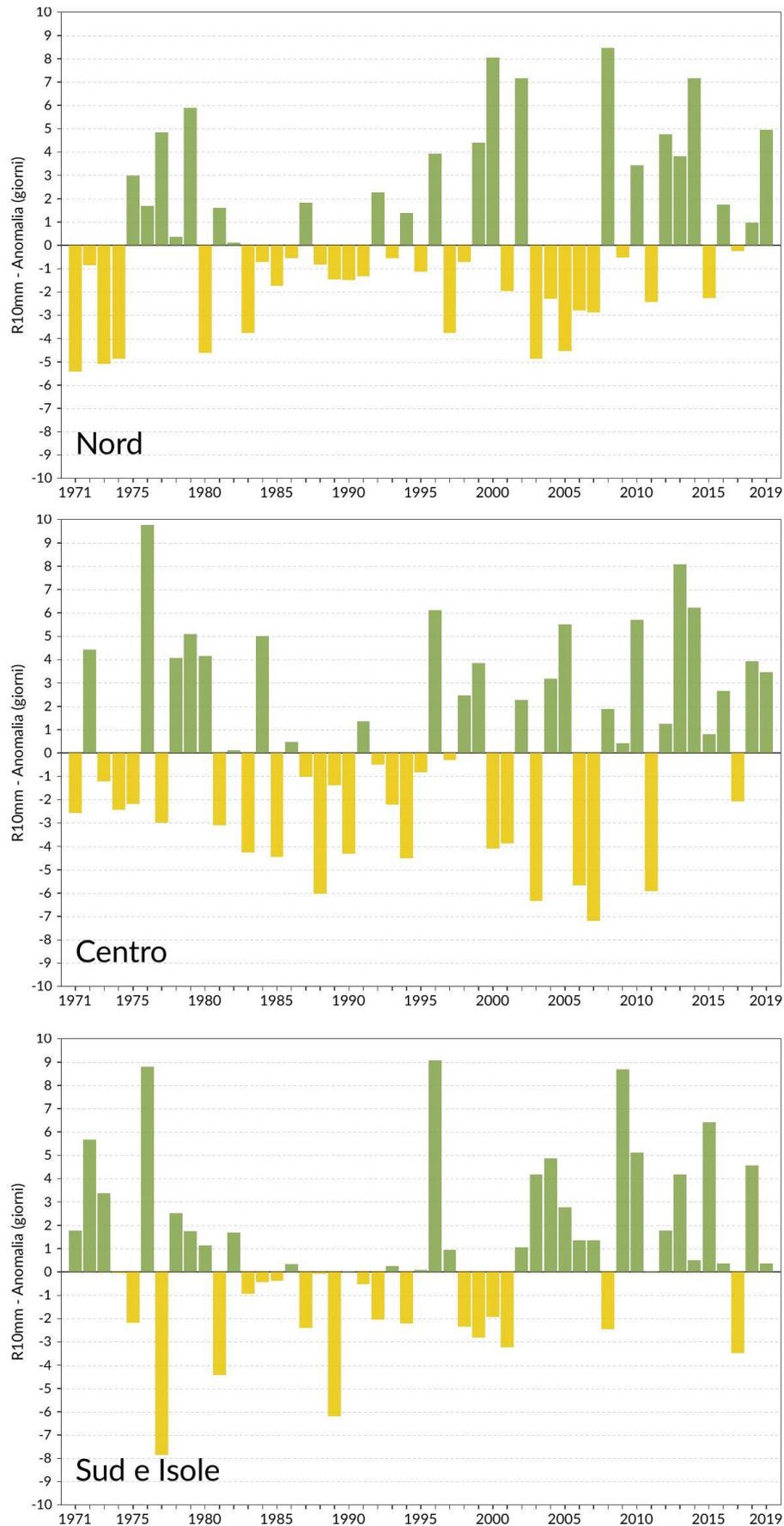


> 2	estremamente umido
da 1.5 a 1.99	molto umido
da 1 a 1.49	moderatamente umido
da -0.99 a 0.99	nella norma
da -1.49 a -1	moderatamente secco
da -1.99 a -1.5	molto secco
< -2	estremamente secco

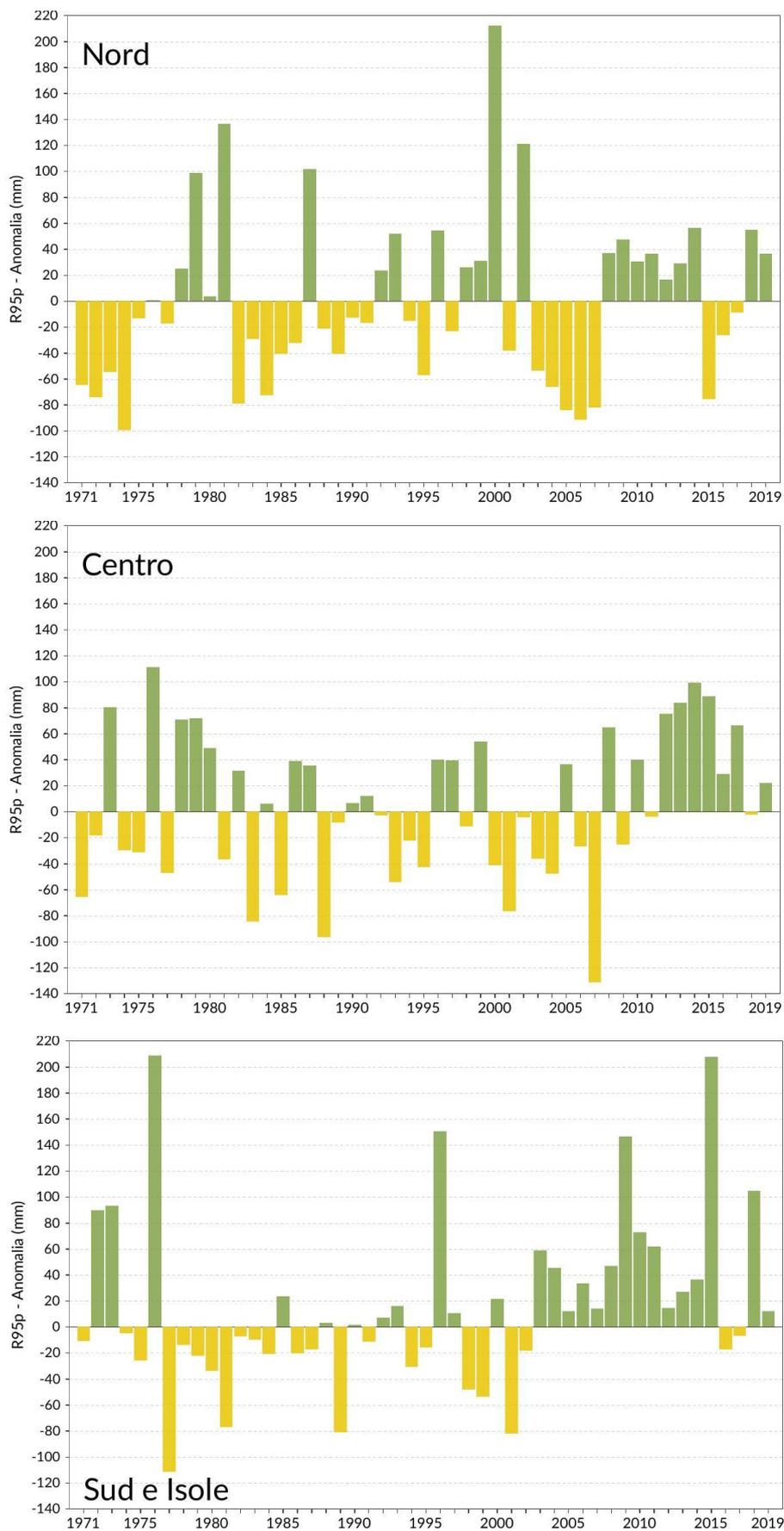
**Figura 5.13:**Indici di siccità SPI stagionali (a 3 mesi)nel 2019 (in alto, da sinistra, inverno e primavera; in basso, da sinistra, estate ed autunno).



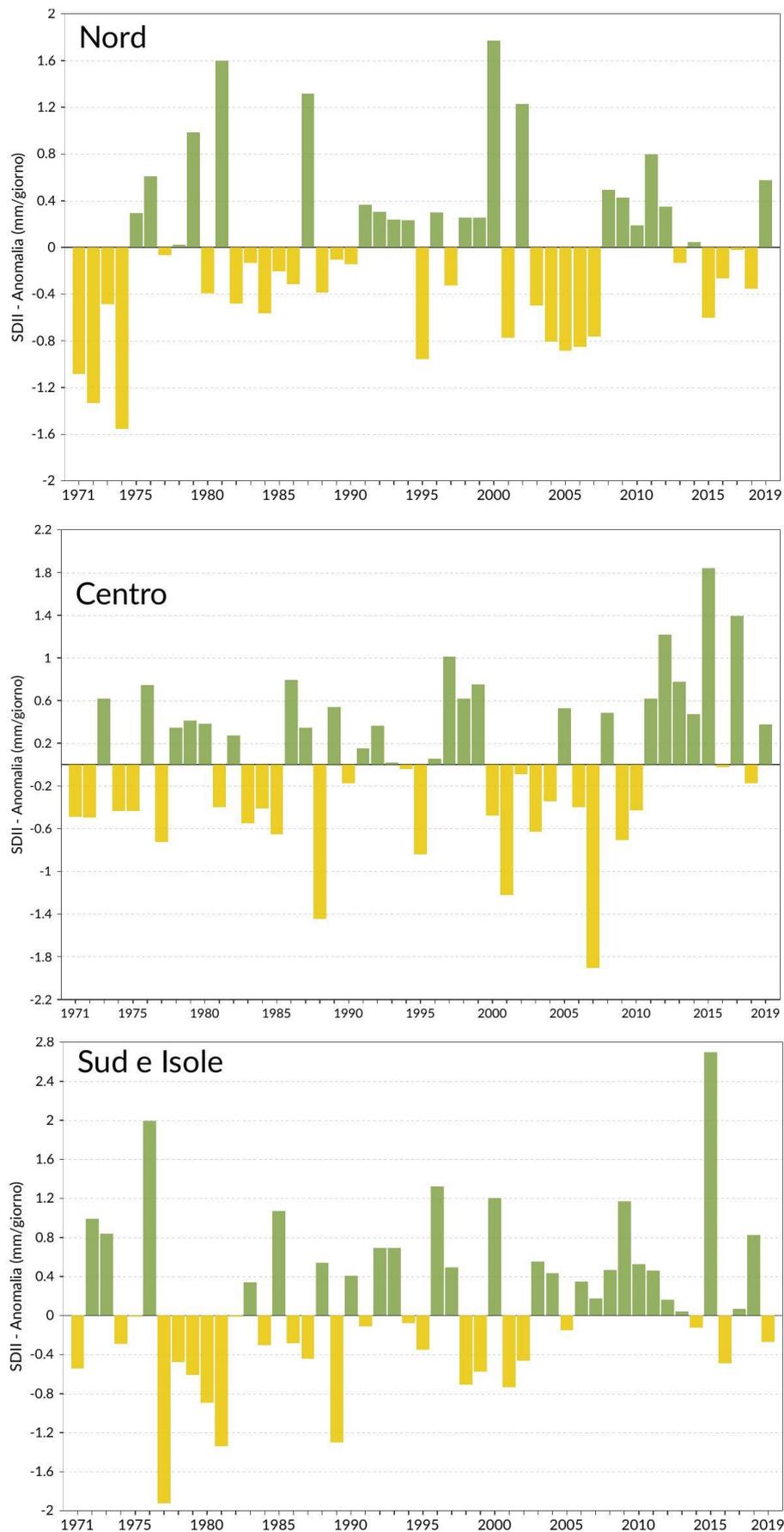
**Figura 5.14:** *Indice di siccità (Consecutive Dry Days - CDD) nel 2019.*



**Figura 5.15:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, del numero di giorni nell'anno con precipitazione superiore od uguale a 10 mm (R10mm), rispetto al valore normale 1971-2000.



**Figura 5.16:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, delle precipitazioni nei giorni molto piovosi (R95p), rispetto al valore normale 1971-2000.



**Figura 5.17:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, dell'intensità di pioggia giornaliera (SDII), rispetto al valore normale 1971-2000.

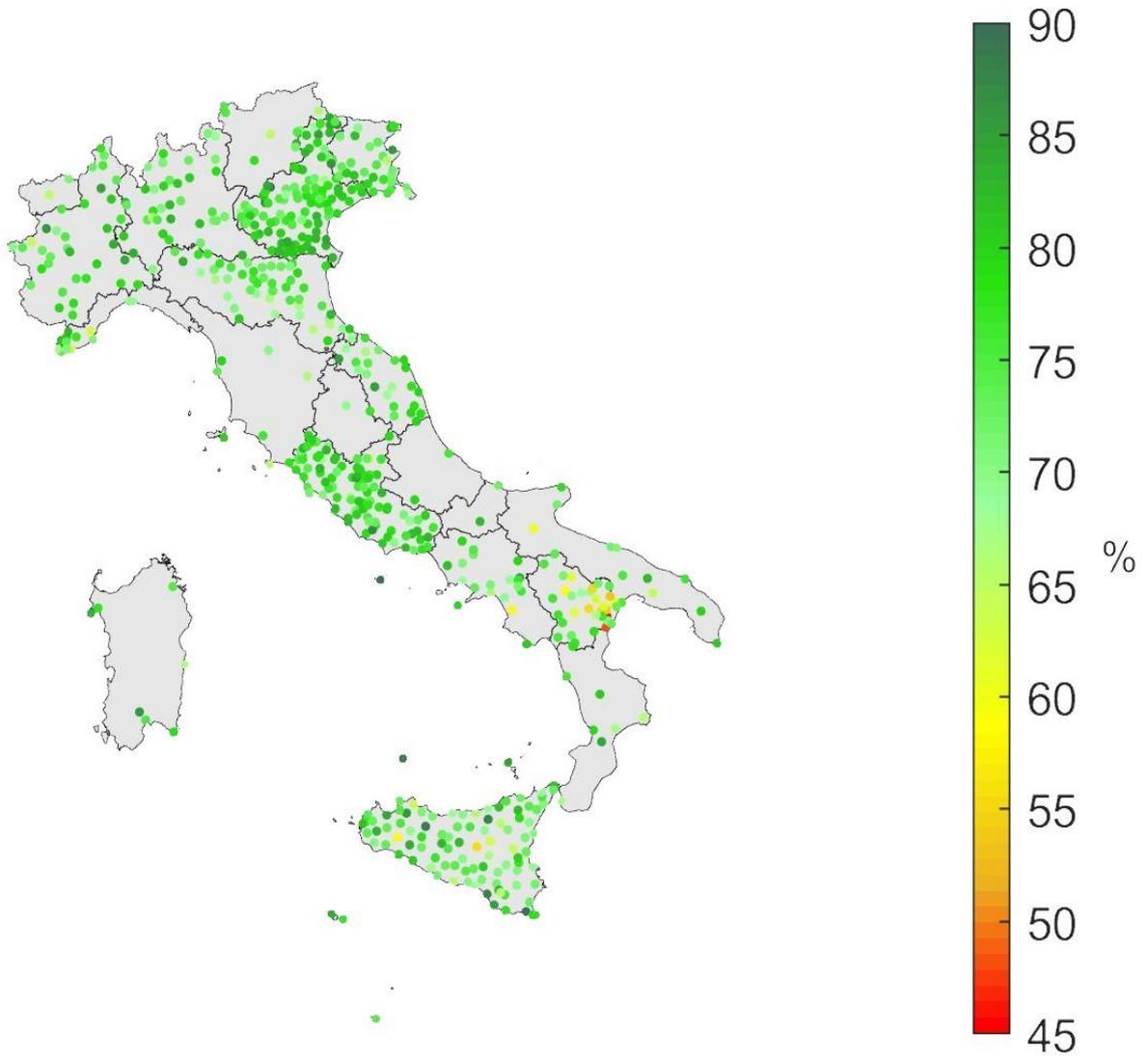
---

## 6. UMIDITÀ RELATIVA

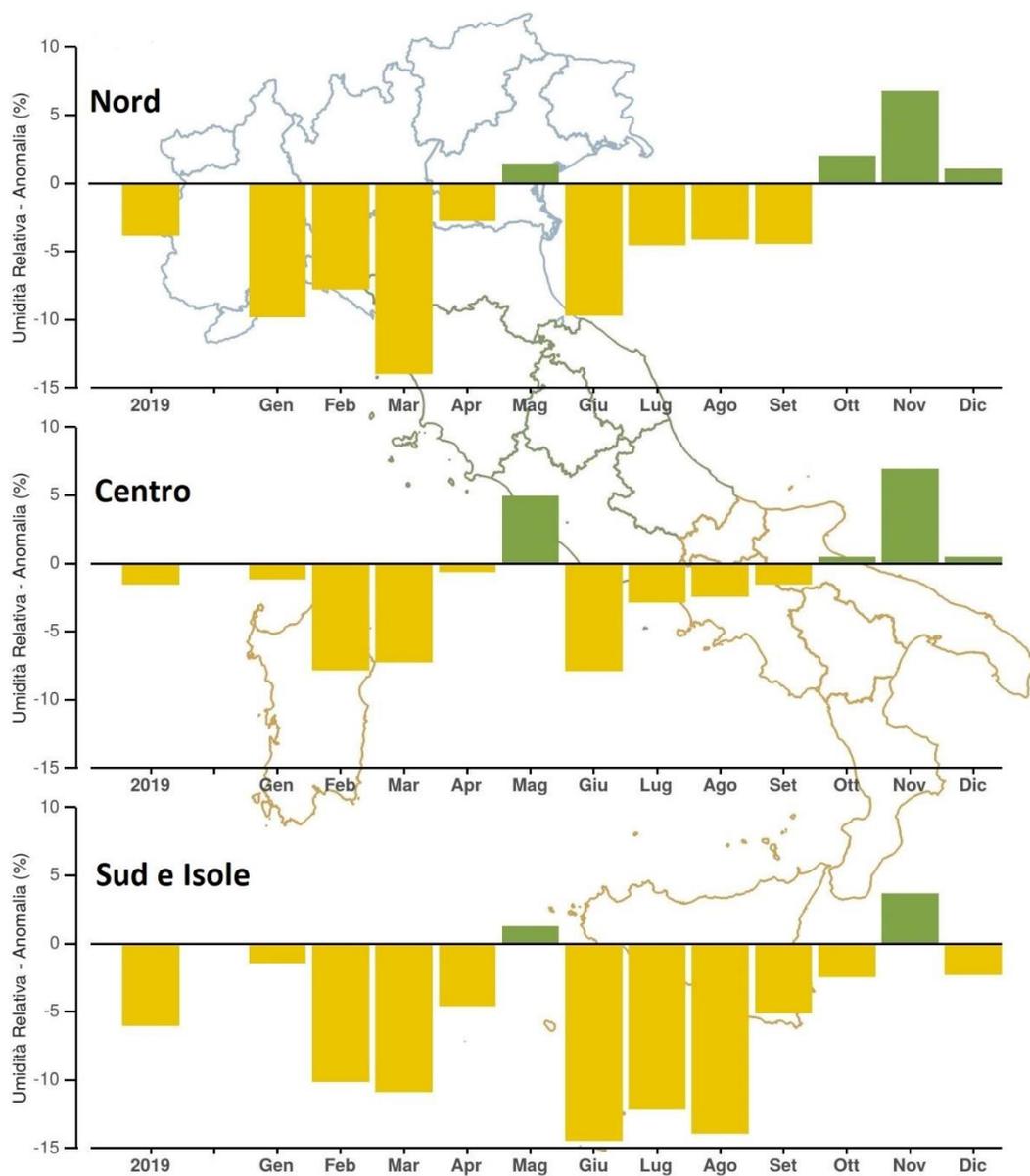
I valori di umidità relativa media annuale del 2019 sono compresi tra 51% e 89% circa (**figura 6.1**). L'umidità relativa è stata ovunque inferiore alla media climatologica 1961-1990 (**figura 6.2**); l'anomalia media annuale più bassa è stata registrata al Sud e Isole (-6.0%); a seguire al Nord (-3.8%) e al Centro (-1.6%).

I mesi da gennaio ad aprile e i mesi da giugno a settembre sono stati ovunque più secchi della norma, con picchi di anomalia negativa dell'umidità relativa a marzo al Nord (-14.0%) e a giugno al Sud e Isole (-14.5%). Maggio e novembre hanno registrato ovunque valori medi di umidità relativa superiore alla norma, coerentemente con quanto si può rilevare dall'analisi delle precipitazioni, mentre ottobre e dicembre sono stati leggermente più umidi della norma al Nord e al Centro e più secchi al Sud e Isole.

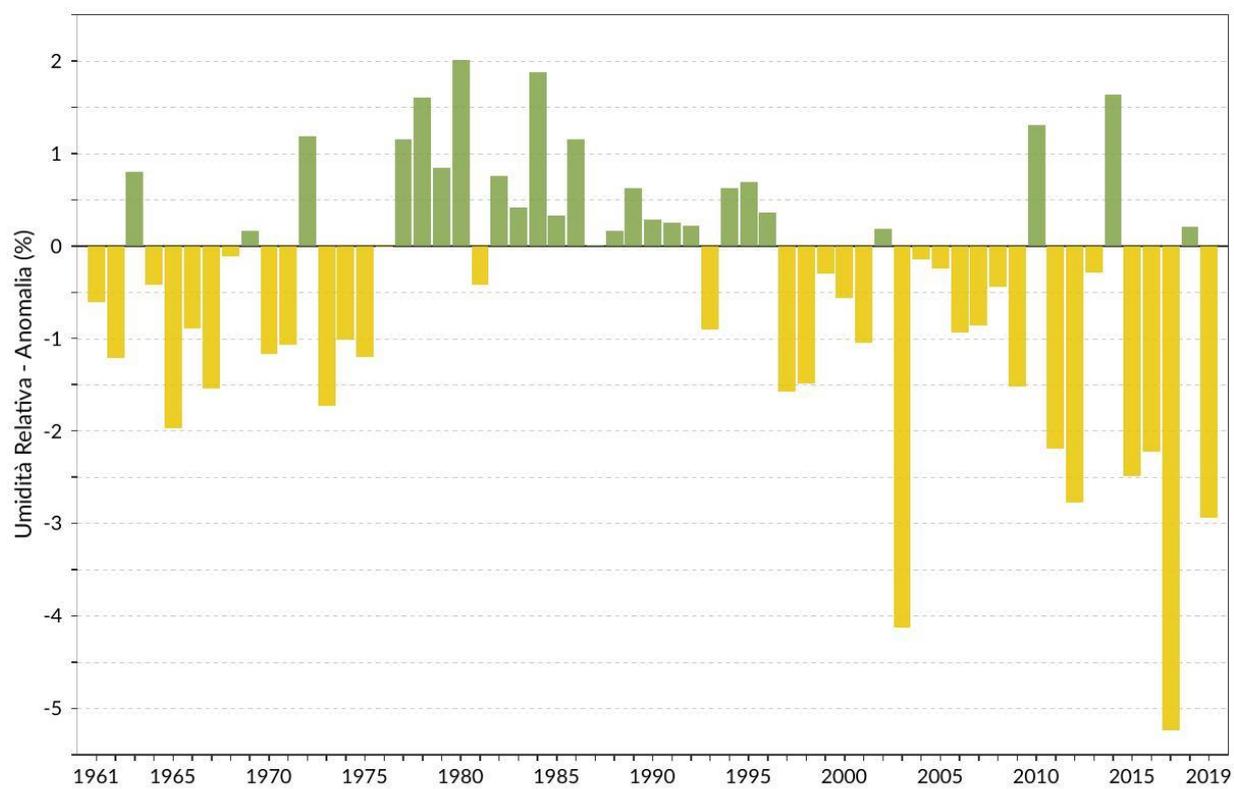
Nella **figura 6.3** viene rappresentata la serie annuale dell'anomalia media di umidità relativa in Italia, ottenuta elaborando i dati di 42 stazioni che soddisfano i requisiti di completezza e continuità delle serie nel periodo 1961-2019. Il valore medio di umidità relativa del 2019 (-2.9%) si colloca al terzo posto tra gli anni più secchi a partire dal 1961, dopo il 2003 (-4.1%) e il 2017 (-5.2%).



**Figura 6.1:** *Umidità relativa media 2019.*



**Figura 6.2:** Anomalia media 2019 (annuale e mensile) dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.



**Figura 6.3:** Serie delle anomalie medie annuali in Italia dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.

---

## BIBLIOGRAFIA

[1]

Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2006, Un sistema per tutti – climatologia: i dati italiani. Sapere, Anno 72, n. 2, 62-69.

[2]

Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2007, SCIA: a system for a better knowledge of the Italian climate, Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 48, n. 3, 351-358.

[3]

Desiato F., 2007, SCIA, un sistema nazionale unico per i dati climatologici, ARPA Rivista, N. 1, gennaio-febbraio 2007.

[4]

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Toreti A., 2011, Climate indicators for Italy: calculation and dissemination, Adv. Sci. Res., 6, 147-150. doi:10.5194/asr-6-147-2011.

[5]

WMO (World Meteorological Organization), 2011, Guide to Climatological Practices, WMO-No.100, ISBN 978-92-63-10100-6, Ginevra.

[6]

Baffo F., Suatoni B. e Desiato F., 2005, Indicatori climatici: i controlli di validità e la ricerca dei valori errati, Bollettino Geofisico, Anno XXVIII, N. 1-2.

[7]

Baffo F., Desiato F., Lena F., Suatoni B., Toreti A., Bider M., Cacciamani C. e Tinarelli G., 2005, SCIA - Criteri di calcolo degli indicatori meteo climatici, [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it) - Documentazione.

[8]

Fioravanti G. e Piervitali E., 2018, Variazioni della temperatura in Italia: estensione della base dati e aggiornamento della metodologia di calcolo, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 81/2018.

[9]

Fioravanti G., Piervitali E. e Desiato F., 2019, A new homogenized daily data set for temperature variability assessment in Italy, in corso di pubblicazione su Int. J. Climatol. doi: 10.1002/joc.6177.

[10]

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Piervitali E., 2015, Valori climatici normali di temperatura e precipitazione in Italia, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 55/2014.

[11]

Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W., Piervitali E., e Desiato F., 2016, Controlli di qualità delle serie di temperatura e precipitazione, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 66/2016.

[12]

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Piervitali E., 2012, Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 32/2012.

[13]

Desiato F., Fioravanti G., Piervitali E., 2013, Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura in Italia, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 37/2013.

[14]

Toreti A., Desiato F., 2007, Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. Theor. Appl. Climatol.,

---

91, 51–58. doi:10.1007/s00704-006-0289-6.

[15]

Sen P. K., 1968, Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *J. Am. Stat. Assoc.*, 63, 1379–1389. doi:10.2307/2285891

[16]

Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A. e Plummer N., 2001, Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. World Meteorological Organization, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 pp.

[17]

Toreti A. e Desiato F., 2008, Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years, *International J. of Climatology*, 28, 733-745. doi:10.1002/joc.1576.

[18]

Alexander L. V., Zhang X., Peterson T. C., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A.M.G., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Rupa Kumar K., Revadekar J., Griffiths G., Vincent L., Stephenson D.B., Burn J., Aguilar E., Brunet M., Taylor M., New M., Zhai P., Rusticucci M. Vazquez-Aguirre J.L., 2006, Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *J. Geophys. Res.*, 111, D05109. doi:10.1029/2005JD006290.

[19]

Klein Tank A. M. G. e Können G. P., 2003, Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99, *J. Climate*, 16, 3665-3680. doi:10.1175/1520-0442(2003)016<3665:TIHODT>2.0.CO;2.

[20]

Fioravanti G., Piervitali E. e Desiato F., 2015, Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis, *Theor. Appl. Climatol.*, Vol. 119, No 1-2 2015, doi:10.1007/s00704-014-1362-1.

[21]

Smith, T. M. e Reynolds R. W., 2003, Extended Reconstruction of Global Sea Surface Temperatures Based on COADS Data (1854-1997), *J. Climate*, 16, 1495-1510. doi:10.1175/1520-0442-16.10.1495.

[22]

Smith, T. M. e Reynolds R. W., 2004, Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997). *J. Climate*, 17, 2466-2477. doi:10.1175/1520-0442(2004)017<2466:IEROS>2.0.CO;2.

[23]

Kendon M., Hollis D., 2014, How are UK rainfall-anomaly statistics calculated and does it matter? *Weather*, 69, 2. DOI: 10.1002/wea.2249