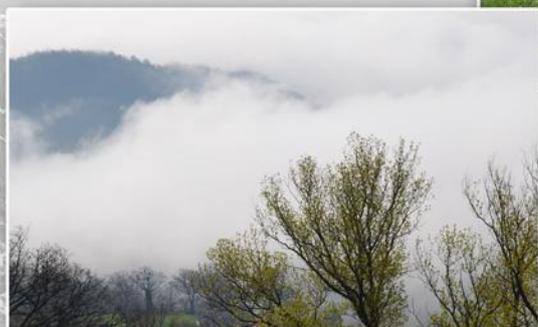


Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2015

ANNO XI



Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2015

ANNO XI

Informazioni legali

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Stato dell'Ambiente 65/2016

ISBN 978-88-448-0779-5

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Franco Desiato, Franco Iozzoli

Coordinamento editoriale:

Daria Mazzella

ISPRA - Settore Editoria

Luglio 2016

Autori

Franco Desiato, Guido Fioravanti, Piero Frascchetti, Walter Perconti, Emanuela Piervitali (ISPRA);
Valentina Pavan (ARPA Emilia-Romagna).

Contributi e ringraziamenti

La pubblicazione rientra tra le attività dell'ISPRA, 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 dei seguenti organismi (tra parentesi, i referenti per il sistema SCIA):

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;

CREA-CMA (Carmen Beltrano);

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), 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 – SIAS (Luigi Pasotti);

Regione Marche, Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche – ASSAM (Daniele Sparvoli);

Regione Puglia, Servizio Agrometeorologico Regionale – ASSOCODIPUGLIA (Gennaro Laera);

Regione Basilicata, Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura - ALSIA (Emanuele Scalcione);

Regione Lazio, Servizio Integrato Agrometeorologico - ARSIAL (Paolo Onorati).

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;

Centro Funzionale Regione Autonoma Valle d'Aosta;

Centro Funzionale Regione Marche;

Centro Funzionale Regione Molise;

Centro Funzionale Regione Umbria;

Centro Funzionale Regione Basilicata;

Centro Funzionale Regione Lazio;

Centro Funzionale Decentrato Regione Puglia;

ARPA Sardegna e Protezione Civile Regione Sardegna;

ARPA Calabria e Centro Funzionale Regione Calabria;

ARPA-SIMC Emilia-Romagna;

ARPA Liguria e Centro Funzionale Regione Liguria ARPAL;

ARPA Piemonte - Dipartimento Servizi Previsionali;

ARPA Lombardia - Servizio Meteorologico Regionale;

ARPA Veneto Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio;

Province Autonome di Trento e di Bolzano;

SIAS Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano;

Consorzio LaMMA e Servizio Idrologico del Centro Funzionale Regione Toscana;

Osservatorio Meteorologico Regionale OSMER ARPA Friuli Venezia Giulia;

Regione Friuli Venezia Giulia, Unità Idrografica regionale;

Regione Abruzzo - Servizio Idrografico e Mareografico.

Indice generale

SINTESI.....	6
1. INTRODUZIONE.....	8
2. IL CLIMA NEL 2015.....	9
2.1 Il clima 2015 a grande scala.....	9
2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia.....	15
3. TEMPERATURA.....	25
4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE.....	46
5. PRECIPITAZIONE.....	49
6. UMIDITÀ RELATIVA.....	68
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	72

SINTESI

L' XI rapporto della serie "Gli indicatori del clima in Italia" illustra l'andamento del clima nel corso del 2015 e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia. Il rapporto si basa in gran parte su dati, statistiche, indici e indicatori climatici derivati dal Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, www.scia.isprambiente.it), realizzato dall'ISPRA in collaborazione e con i dati degli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale. Complessivamente, nel 2015 gli indicatori di temperatura e precipitazione sono stati derivati da circa 1100 stazioni distribuite sull'intero territorio nazionale.

Lo studio della variabilità del clima presente e passato è di fondamentale importanza per valutare gli impatti e definire le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Per questo motivo, anche questa edizione del rapporto riporta le stime delle tendenze climatiche nell'ultimo mezzo secolo, attraverso indicatori rappresentativi dell'andamento sia dei valori medi che degli estremi di temperatura e precipitazione.

Temperatura

Dopo il 2014, anche il 2015 ha segnato nuovi record della temperatura media, sia a scala globale che in Italia.

A livello globale (terraferma e oceani) il 2015 è stato l'anno più caldo dal 1880 ad oggi.

Sulla terraferma, l'anomalia della temperatura media globale rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990 è stata di $+1.23^{\circ}\text{C}$ ed è la più alta della serie a partire dal 1961; dal 1986 l'anomalia termica media globale sulla terraferma è stata sempre positiva. Tutti gli anni successivi al 2000 ed il 1998 sono i più caldi dell'intera serie storica.

In Italia, il valore della temperatura media nel 2015 è stato il più elevato dell'intera serie dal 1961, appena superiore a quello del 2014. L'anomalia media annuale è stata di $+1.58^{\circ}\text{C}$ e va attribuita a tutte e quattro le stagioni, con l'anomalia più marcata in estate ($+2.53^{\circ}\text{C}$). L'anomalia della temperatura media annuale del 2015 va attribuita leggermente di più alle temperature massime rispetto alle temperature minime.

Dall'analisi della serie storica dell'ultimo mezzo secolo, all'inizio degli anni '80 prende avvio il periodo con rateo di riscaldamento più elevato. La stima aggiornata del rateo di variazione della temperatura media in Italia dal 1981 al 2015 è $+0.33 \pm 0.06^{\circ}\text{C} / 10$ anni, a cui corrisponde, nello stesso periodo, un aumento di $1.12 \pm 0.20^{\circ}\text{C}$; quello della temperatura minima è $+0.30 \pm 0.05^{\circ}\text{C} / 10$ anni, quello della temperatura massima di $+0.37 \pm 0.08^{\circ}\text{C} / 10$ anni.

Distinguendo tra macro-aree geografiche, l'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di $+2.07^{\circ}\text{C}$ al Nord, $+1.70$ al Centro e $+1.28^{\circ}\text{C}$ al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2015 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di settembre al Nord e febbraio al Sud e sulle Isole; al Centro le anomalie sono state positive in tutti i mesi del 2015. Ovunque il mese più caldo rispetto alla norma è stato luglio, con un'anomalia media di $+4.31^{\circ}\text{C}$ al Nord, $+4.27^{\circ}\text{C}$ al Centro e $+2.88^{\circ}\text{C}$ al Sud e sulle Isole. Il mese meno caldo rispetto alla norma è stato settembre al Nord (-0.11°C), febbraio al Centro ($+0.36^{\circ}\text{C}$) e al Sud e sulle Isole (-0.55°C).

Anche gli indici degli estremi di temperatura caratterizzano il 2015 come uno degli anni più caldi dell'ultimo mezzo secolo. In particolare, il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di 20°C , ha registrato nel 2015 il secondo valore più alto dell'intera serie dal 1961 (dopo il 2003), con una anomalia di +26 notti rispetto al valore normale. L'indice rappresentativo delle onde di calore (*warm spell duration index*, WSDI) colloca il 2015 al 4° posto della serie a partire dal

1961, con un'anomalia di +28 giorni nell'anno rispetto alla norma 1961-1990. Tra gli altri indici, il 2015 ha fatto registrare il secondo valore più basso di "notti fredde" (dopo il record registrato nel 2014) e il secondo valore più alto di notti calde dell'intera serie.

Il 2015 si contraddistingue come l'anno più caldo dell'ultimo mezzo secolo anche per aver segnato il record della temperatura media annuale della temperatura superficiale dei mari che bagnano la nostra penisola: con un'anomalia media di +1.28°C, il 2015 si colloca infatti al 1° posto dell'intera serie dal 1961, superando i precedenti record del 2014 e del 2012. Negli ultimi 20 anni l'anomalia media è stata sempre positiva.

Precipitazione

Le precipitazioni cumulate annuali del 2015 in Italia sono state complessivamente inferiori alla media climatologica del 13% circa. Il valore medio di anomalia annuale presenta sensibili differenze tra diverse aree del territorio italiano. Al Nord e al Centro il 2015 è stato nettamente meno piovoso della norma (rispettivamente -21% e -17%), al Sud e sulle Isole pressoché nella norma.

Il carattere mediamente "secco" dell'anno è confermato dal dato dell'umidità relativa media annuale nazionale, che colloca il 2015 al terzo posto nella classifica degli anni più secchi a partire dal 1961.

Al Nord e al Centro le precipitazioni sono state inferiori alla norma soprattutto nei mesi di luglio, novembre e dicembre. Nel mese di dicembre, in particolare, è stata registrata una quasi totale assenza di precipitazioni praticamente su tutto il territorio nazionale. Al Sud e sulle Isole il clima è stato più piovoso della norma da gennaio a marzo, a giugno e da agosto ad ottobre, con un record di anomalia positiva pari a +85% circa a febbraio.

Nell'intervallo 1951-2015 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano in leggera diminuzione ma non risultano tendenze statisticamente significative.

Come già nel 2014, anche nel 2015 la precipitazione massima giornaliera è stata registrata dalla stazione di Linguaglossa (CT, 590 m s.l.m.) della rete agrometeorologica regionale della Sicilia, in occasione dell'evento estremo del 1 ottobre: 365 mm. Segue la stazione di Fiorino (GE, 236 m s.l.m.) della rete regionale della Liguria che ha registrato 302.8 mm il 16 giugno.

I valori più elevati del numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm, sono stati registrati a Ventimiglia e Capo Mele (Liguria) con 326 giorni. Il valore più basso è stato registrato dalla stazione di Passo Cereda (TN, 237 giorni) seguito da Alagna (VC, 242 giorni). L'indice di siccità (numero massimo di giorni asciutti consecutivi, CDD) presenta nel 2015 valori distribuiti tra un minimo di 6 giorni per la stazione di Passo di Giovi (6 giorni) e un massimo per la stazione di Lampedusa con 135 giorni.

Gli indici rappresentativi della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati aggiornati utilizzando un numero di serie temporali sensibilmente più alto rispetto agli anni precedenti. Tuttavia, le principali conclusioni che si possono trarre dall'analisi delle serie rimangono sostanzialmente invariate. L'andamento degli indici non mostra trend statisticamente significativi dal 1971 al 2015, con l'unica eccezione dell'indice R95p che rappresenta la somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della distribuzione normale delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi. Al Sud e sulle Isole l'indice R95p risulta in aumento (+15.4 mm / 10 anni) e ha registrato nel 2015 il secondo valore più elevato dell'intera serie.

Complessivamente, dall'analisi degli indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo. Si può tuttavia segnalare che l'indice SDII, che rappresenta l'intensità di pioggia giornaliera, al Centro e al Sud ha registrato nel 2015 il valore più elevato dell'intera serie.

1. INTRODUZIONE

Per favorire l'elaborazione, la rappresentazione e la disponibilità di indicatori sul clima italiano, 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 è stato alimentato nel corso del tempo con i dati e grazie alla collaborazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (AM), dell'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (CRA-CMA), di numerose Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e dei Servizi Agrometeorologici Regionali della Sicilia, delle Marche della Puglia, della Basilicata e, da quest'anno, del Lazio.

Attraverso l'elaborazione delle serie temporali di dati misurati da diverse reti di osservazione, il sistema SCIA rende disponibili i valori decadali, mensili e annuali e i valori climatologici normali di diverse variabili meteo climatiche.

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. 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].

La disponibilità degli indicatori climatici, insieme alle capacità di monitoraggio e di analisi delle agenzie ambientali, offrono l'opportunità di redigere un rapporto periodico sullo stato del clima italiano e sulle sue tendenze, in cui sono raccolti e presentati i principali elementi che hanno caratterizzato il clima in un certo anno, confrontandoli anche, laddove possibile, con i valori climatologici normali [8] e con l'andamento negli ultimi decenni. In questo rapporto vengono utilizzati prevalentemente i valori climatologici normali 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.

La pubblicazione regolare di un rapporto annuale sul clima in Italia, promossa e avviata dal sistema delle agenzie ambientali nel 2006, prosegue con questo XI rapporto. Sono state confermate e aggiornate le parti che riguardano la stima e la rappresentazione delle variazioni climatiche, basate sulla selezione di stazioni con serie temporali sufficientemente lunghe e omogenee. Tali indicatori rispondono anche all'esigenza crescente di aggiornare con continuità la stima delle tendenze climatiche in corso, che riveste un'importanza prioritaria per la definizione della strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici.

Il calcolo e la diffusione di indici e indicatori climatici potranno progressivamente giovare di un insieme più vasto di serie temporali controllate di temperatura e precipitazione con passo giornaliero [9]. Già in questa edizione la base di dati utili al calcolo e all'aggiornamento degli indici di estremi di precipitazione è stata significativamente allargata. È stata inoltre introdotta la precipitazione massima oraria, sebbene limitatamente ai dati del 2015 e con esclusione di 5 regioni di cui non sono disponibili dati orari.

Il rapporto è articolato in vari capitoli. Il capitolo 2 descrive sinteticamente gli aspetti salienti del clima nel 2015, 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. Vengono poi riportate le principali caratteristiche delle condizioni del tempo mese per mese, con particolare riguardo agli eventi meteorologici di rilievo, per i quali viene fornita una breve descrizione dei fenomeni e di eventuali impatti locali. I capitoli successivi sono dedicati ciascuno ad una variabile climatica. La prima parte di ogni capitolo illustra sinteticamente gli indicatori dell'anno 2015, 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 2015 gli indicatori attraverso i quali è possibile stimare la variabilità e le tendenze del clima nell'ultimo mezzo secolo.

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” [10, 11].

2. IL CLIMA NEL 2015

2.1 IL CLIMA NEL 2015 A GRANDE SCALA

Il 2015 è stato l’anno più caldo dell’intera serie storica dal 1961, sia a livello globale che in Italia (**figura 2.1**). A livello globale (terraferma e oceani) la temperatura media annuale ha superato di 0.16 °C il precedente record del 2014, mentre sulla terraferma lo scarto dal precedente record del 2007 è di 0.25°C. Dieci mesi su dodici hanno registrato valori record delle medie mensili di temperatura; in particolare l’anomalia di dicembre 2015 (+1.11°C rispetto alla media del XX secolo) è stata la più alta anomalia mensile mai registrata dall’inizio delle osservazioni.

L’anomalia 2015 della temperatura media globale sulla terraferma rispetto alla media 1961-1990 è stata di +1.23°C (www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/). I 17 anni più caldi dell’intera serie storica sono il 1998 e tutti gli anni successivi al 2000.

In Italia nel 2015 l’anomalia della temperatura media rispetto al trentennio 1961-1990 è stata di 1.58°C (**figura 3.10**), appena superiore a quella dell’anno scorso. Le anomalie termiche positive sono state registrate in tutti i mesi dell’anno, con un picco nei mesi di luglio ed agosto, quando l’Italia è stata interessata da ripetute ed intense ondate di calore. Anche i mesi autunnali sono stati caratterizzati da intense anomalie termiche positive; i valori più elevati sono stati registrati in quota sulle aree alpine, a seguito di frequenti inversioni termiche a bassa quota (**figura 3.6**). L’anomalia termica è stata accompagnata da valori degli indici estremi di temperatura sensibilmente superiori alla norma (v. cap.3).

L’anomalia media 2015 della temperatura globale superficiale degli oceani rappresenta il valore più alto della serie: +0.74°C. Nell’emisfero nord ciò è stato determinato in particolare dalla prevalenza di intense anomalie positive nel Pacifico tropicale centro-orientale ed extra-tropicale orientale. Intense anomalie positive sono state osservate anche nel settore occidentale dell’Oceano Atlantico settentrionale e nell’Oceano Indiano.

Anche sui mari italiani l’anomalia media annuale ha segnato un nuovo massimo della serie, superando il precedente record del 2012 (**figura 4.4**). Tutto il 2015 è stato caratterizzato da anomalie positive, con una intensificazione nel corso di luglio e agosto, quando le anomalie mensili sono state superiori a 2°C, valori che non si registravano da molti anni (**figura 4.3**).

Nella **figura 2.2** è riportata una sintesi dei principali eventi che hanno caratterizzato il clima a scala globale nel corso del 2015.

Gran parte delle aree continentali ha presentato valori positivi di anomalia termica annuale, più marcati su Europa centro-orientale, Russia e continente asiatico (dove il 2015 è stato l’anno con temperatura media continentale più alta), America centrale e meridionale (dove il 2015 è stato l’anno più caldo), e Africa centro-orientale, dove durante la tarda primavera australe si sono verificate varie ondate di calore che hanno fatto registrare nuovi record locali di temperatura massima giornaliera. Le uniche aree continentali che hanno presentato anomalie termiche annuali negative rispetto alla media del secolo scorso sono il Quebec (Canada) e la punta meridionale dell’Argentina.

Per quanto riguarda le precipitazioni, a livello globale i valori medi del 2015 sono stati inferiori alla norma 1961-1990. Valori particolarmente bassi sono stati registrati in Europa centrale, Cile (dove il 2015 è stato l’anno meno piovoso di sempre), Canada orientale (con siccità da moderata ad estrema in diverse aree), e Sud Africa (dove il periodo da luglio 2014 a giugno 2015 è stato il più secco dal 1991-1992 ed il terzo più secco dell’intera serie).

Diversamente, su Balcani, Anatolia, Europa settentrionale, Stati Uniti orientali e Argentina settentrionale, il 2015 è stato un anno molto piovoso, e in qualche caso il più piovoso delle serie. Mesi particolarmente piovosi sono stati marzo in Messico, maggio negli Stati Uniti e l’intera estate in Cina,

dove nelle province meridionali il mese di maggio del 2015 è stato il più piovoso dall'inizio delle rilevazioni. Infine, il 6 agosto a Marrakech (Marocco) è caduta in una sola ora una quantità di pioggia pari a 13 volte il valore medio mensile.

Per quanto riguarda gli eventi tropicali, nell'agosto 2015 per la prima volta dal 1948 sono stati osservati contemporaneamente tre uragani nel bacino del Pacifico (Kilo, Ignacio e Jimena), mentre il ciclone tropicale Chapala è stato il primo uragano a toccare la penisola dello Yemen.

La mappa dell'anomalia media annuale del geopotenziale a 500 hPa (**figura 2.3**), mostra che nel 2015 sull'Europa centro-meridionale hanno prevalso valori superiori alla media 1981-2010, con massimi sull'Europa centrale, mentre valori inferiori alla media sono stati osservati sull'Atlantico settentrionale e sulla Groenlandia, con un minimo sullo stretto di Danimarca. Questa configurazione ha prevalso anche in parte dell'estate e nella seconda metà dell'anno, determinando in Italia condizioni prevalenti di blocco con temperature superiori alla media climatologica.

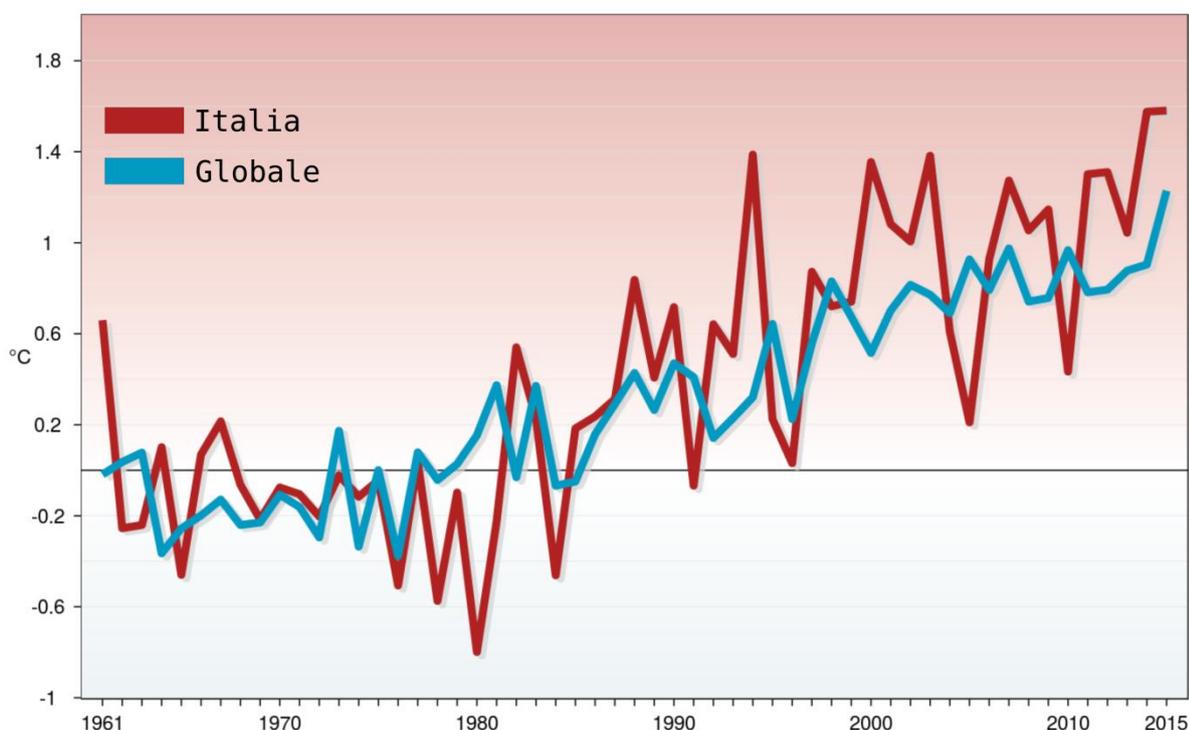


Figura 2.1: Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.

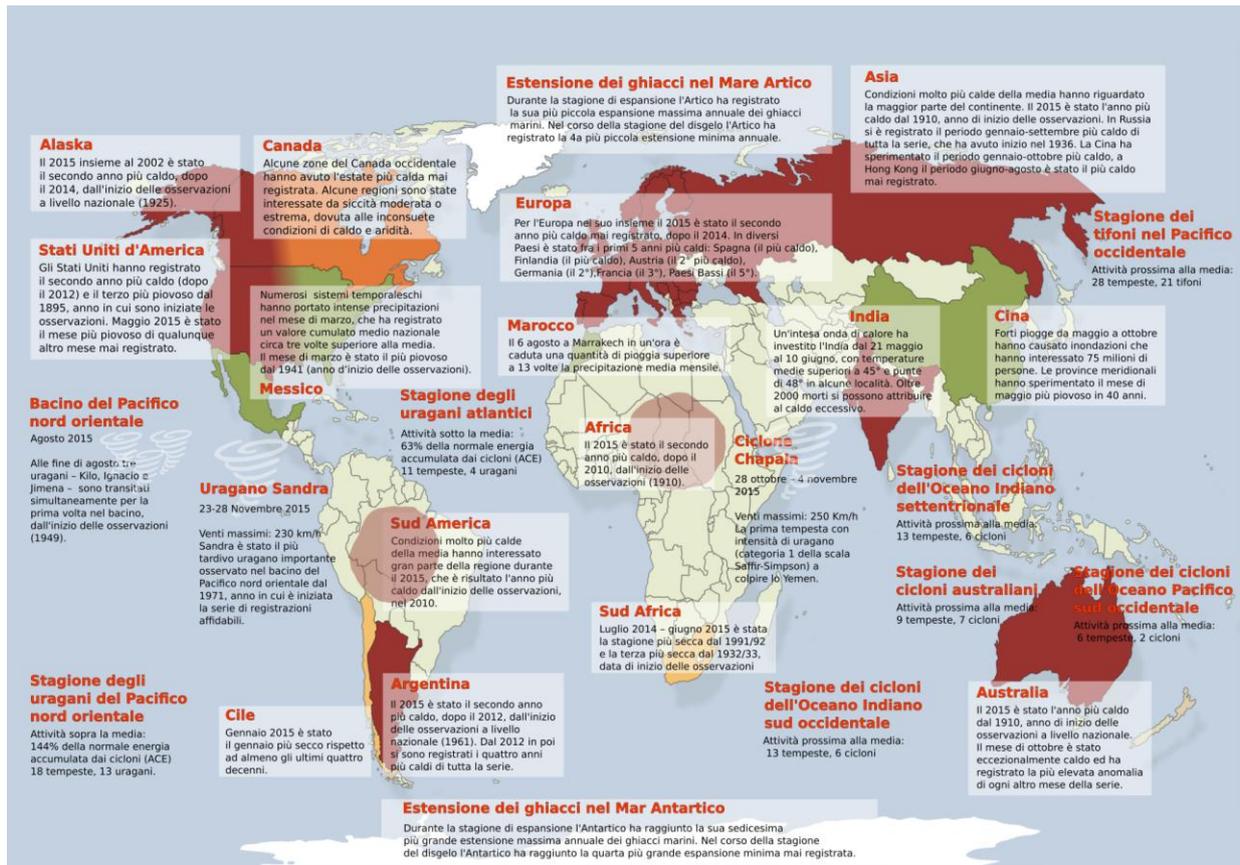


Figura 2.2: Sintesi delle principali anomalie climatiche globali verificatesi nel corso del 2015. Fonte: NOAA. Elaborazione: ISPRA.

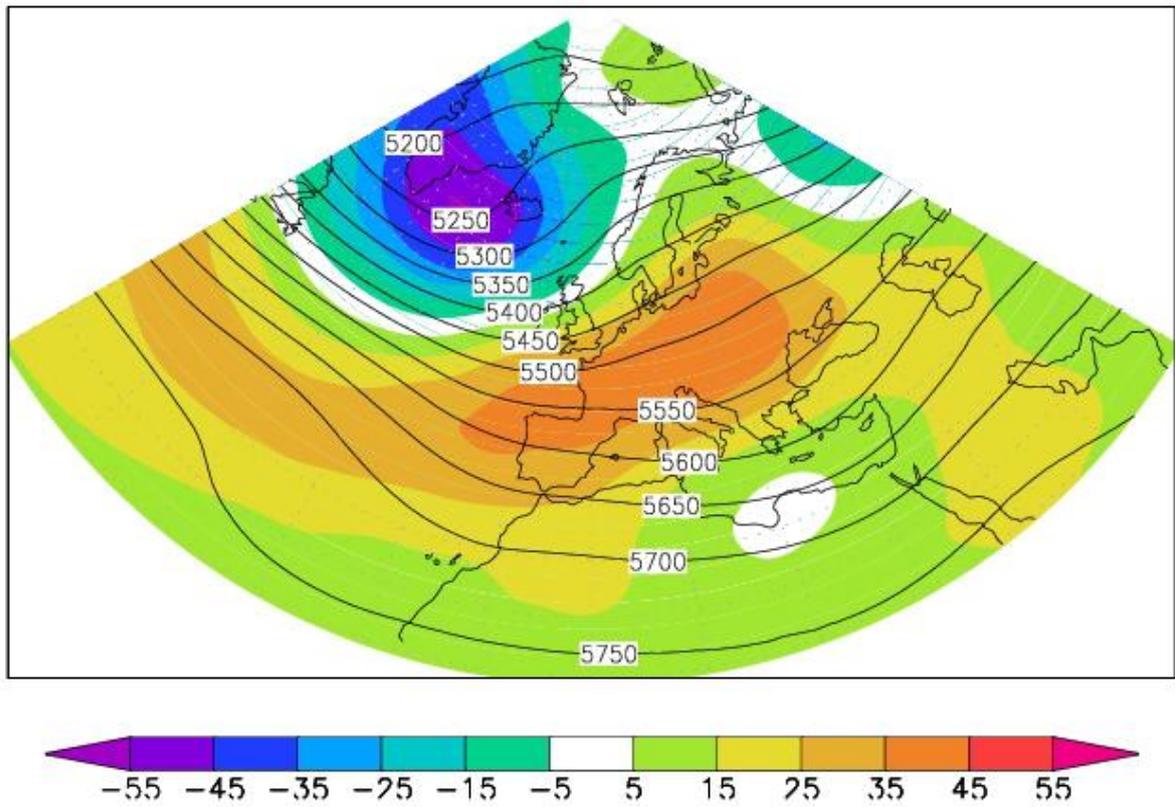


Figura 2.3: *Mappa del geopotenziale medio annuale 2015 a 500 hPa. L'intervallo tra le isolinee è 50 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2015 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.*

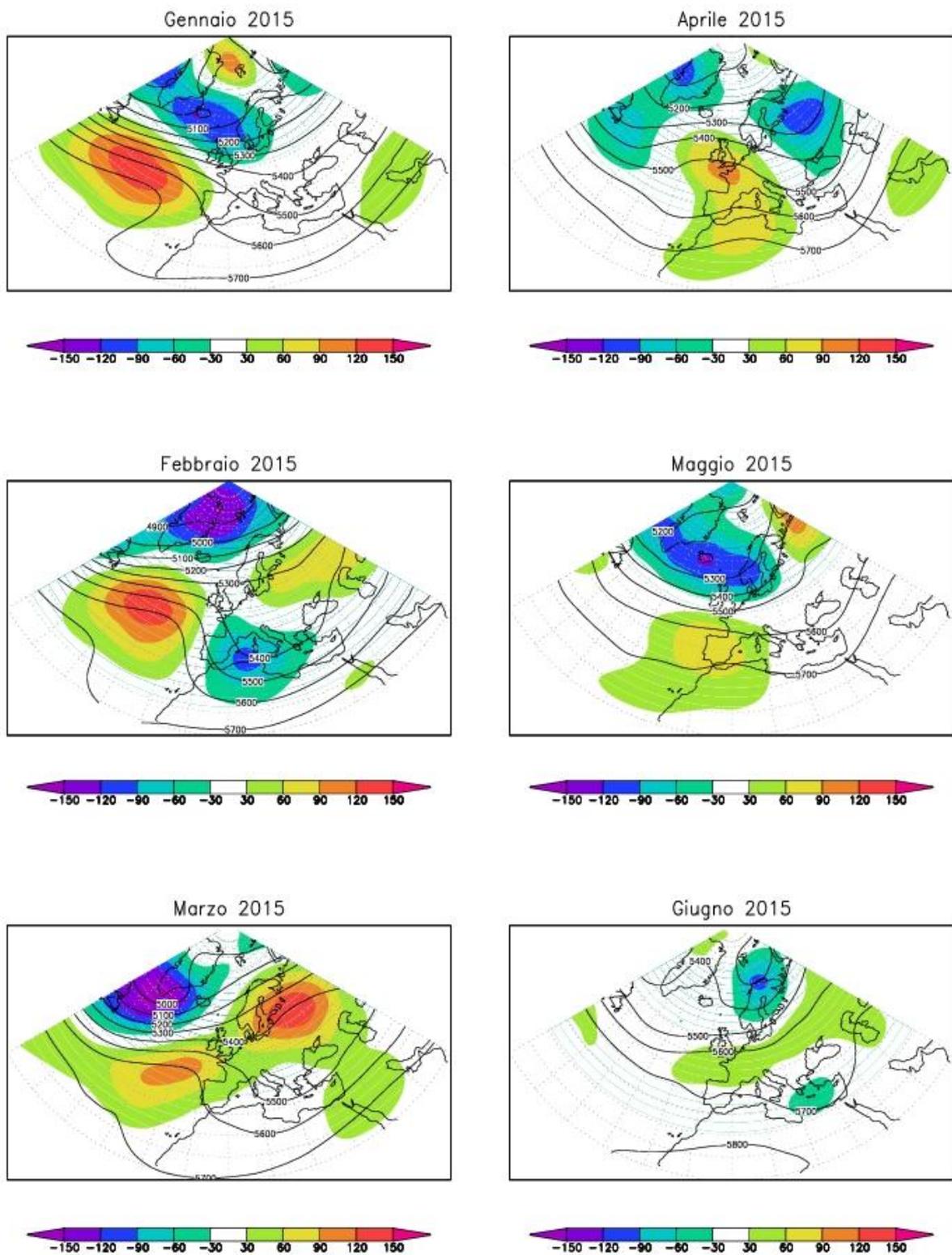


Figura 2.4a: Mappa del geopotenziale medio mensile (da gennaio a giugno 2015) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2015 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.

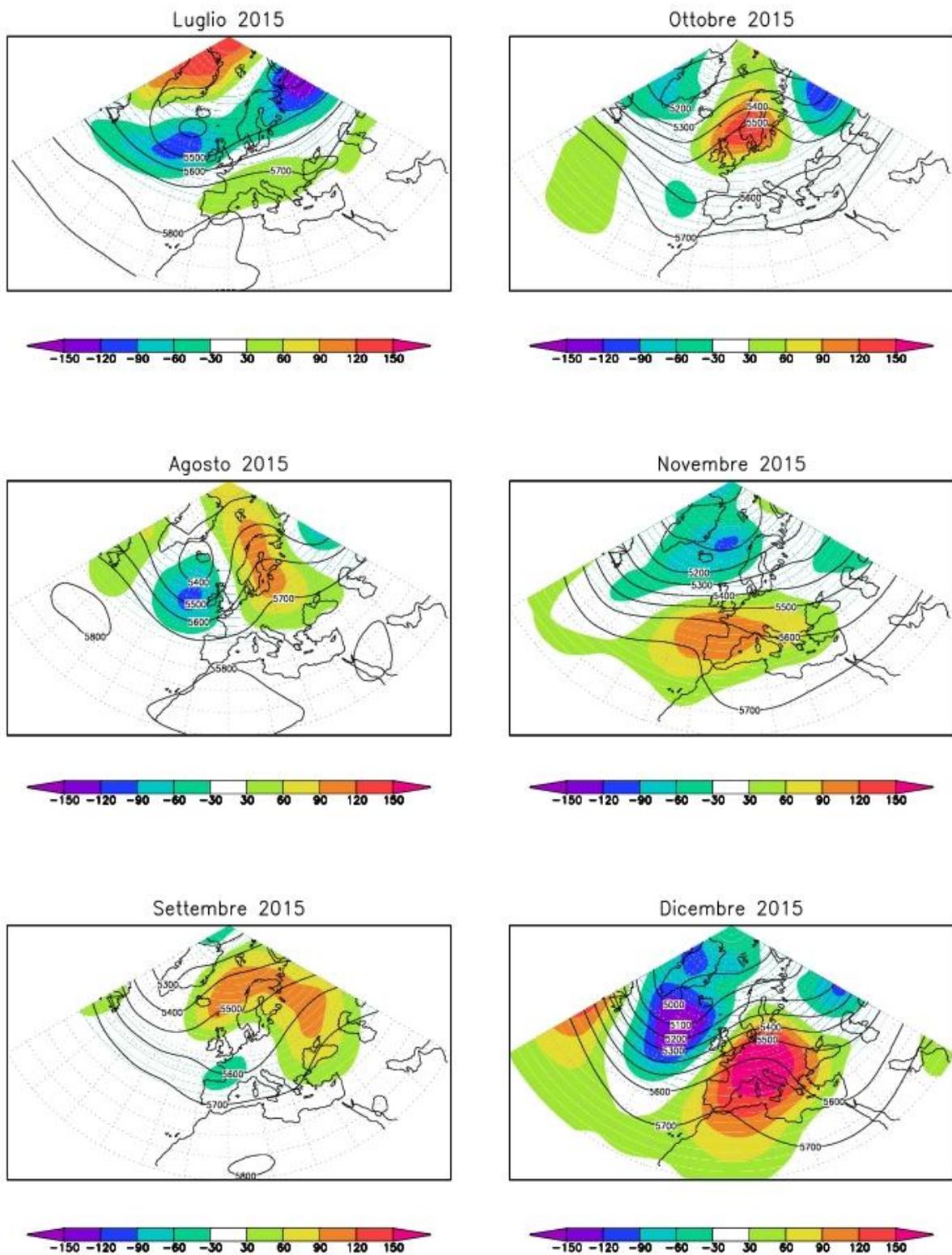


Figura 2.4b: Mappa del geopotenziale medio mensile (da luglio a dicembre 2015) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 m. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2015 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.

2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia

Inverno

Nel corso dell'inverno la circolazione a grande scala è stata caratterizzata da una fase positiva ed intensa della Oscillazione Nord Atlantica; tale anomalia ha contribuito a determinare sull'Italia temperature nettamente superiori alla media nel mese di gennaio. Le precipitazioni sono state inferiori alla media al Nord e al Centro e superiori alla media al Sud. Alcune stazioni sciistiche dell'arco alpino sono rimaste senza neve per molti giorni dopo il periodo natalizio, con notevoli danni economici per gli operatori. Il 1° gennaio la neve è caduta invece in Sicilia, dove una nevicata di 10 cm, appesantita dalla pioggia caduta a fine evento (per un totale giornaliero di 40-50 mm) ha danneggiato le colture in serra dei comuni di Pachino e Portopalo (SR), Pozzallo e Scicli (RG).

Alla fine del mese di gennaio, nonostante lo spostamento a sud del jet Atlantico, la circolazione sull'Europa è cambiata, portando sulle nostre regioni masse d'aria nettamente più fredde e precipitazioni abbondanti, anche di natura nevosa fino a quote basse.

Al termine della stagione sull'arco alpino lo spessore della neve è risultato in genere confrontabile o inferiore alla media e le temperature miti hanno provocato un innalzamento della quota limite delle nevicata. Il vento ha influenzato la copertura del manto nevoso, sia in positivo, accumulando la neve sui crinali, che in negativo, spazzandola via come nel caso dei Piani del Montasio in Friuli Venezia Giulia a fine stagione (**figura 2.5**). In questa regione, la neve caduta dal 1° novembre 2014 al 30 aprile 2015 è stata relativamente scarsa anche in quota.

Le nevicatae occorse tra il 5 e il 9 febbraio hanno interessato anche parte della Pianura Padana e dell'Appennino Marchigiano. La **figura 2.6** presenta la copertura nevosa vista dal satellite MODIS il 9 febbraio 2015. In pianura, le temperature relativamente alte hanno reso la neve pesante e gli accumuli hanno provocato la rottura di tralicci elettrici, l'abbattimento di alberi e l'interruzione di servizi di pubblica utilità, come l'erogazione dell'acqua e dell'elettricità. La momentanea interruzione della viabilità di molte strade e l'elevato numero di danni al territorio hanno reso difficile il ripristino dei servizi, con conseguenti disagi per la popolazione. Sulle regioni adriatiche la nevicata è stata accompagnata anche da forti venti di bora e condizioni del mare con altezze d'onda sottocosta superiori a 4 metri che, combinate a un livello del mare 1 metro al di sopra della media, hanno causato gravi danni sulle coste romagnola e marchigiana. In Romagna, dove la neve è caduta solo a quote alte, molti fiumi sono stati interessati da piene caratterizzate da un lento deflusso verso il mare, causato dalla forte mareggiata e dal concomitante innalzamento di marea.

Negli stessi giorni il vento è stato molto intenso anche in Friuli Venezia Giulia: a Trieste la velocità del vento ha toccato i 156 km/h e in diverse località della costa e sul monte Matajur ha superato i 100 km/h.

Il mese di febbraio è stato particolarmente piovoso in Sicilia: in diverse località il numero di giorni piovosi è risultato compreso tra 21 e 23. Il valore massimo della cumulata mensile è stato registrato dalla stazione di Linguaglossa: 565 mm. Molti invasi della Sicilia occidentale hanno raggiunto la capacità massima, determinando la tracimazione o l'apertura degli scarichi. Nella provincia di Agrigento le piogge abbondanti hanno determinato il 22 febbraio l'esondazione del fiume Verdura, con rilevanti danni alle coltivazioni. Danni alla rete stradale sono stati provocati da frane, come quella che ha interrotto via XXV Aprile ad Agrigento e da ondate di piena, come nel caso del crollo del ponte della SP 37 sul fiume Sosio-Verdura (**figura 2.7**).

Primavera

Il mese di marzo è stato mediamente caldo in tutte le regioni e le precipitazioni sono state abbondanti al Centro e al Sud e nella media al Nord.

Tra il 5 e il 6 marzo fenomeni alluvionali, forti raffiche di vento, mareggiate ed eccezionali nevicatae hanno colpito i versanti appenninici di Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo e Molise.

Nelle Marche, sui versanti orientali dei Sibillini, i venti molto forti di garbino (libeccio) hanno provocato un eccezionale accumulo di neve fresca con conseguente destabilizzazione del manto nevoso e diffusa attività valanghiva spontanea; in particolare una serie di valanghe di grosse dimensioni ha interessato la rete viaria del comune di Montemonaco (**figura 2.8**).

In questi giorni i comuni di Capracotta (Molise) e Pescocostanzo (Abruzzo) sono stati al centro di un episodio di erronea informazione che ha avuto grande rilievo anche sui media. Il Corpo Forestale dello Stato e il Dipartimento di Protezione Civile regionale avevano comunicato ufficialmente per il 6 marzo rilevazioni di cumulate di neve fresca non superiori ai 90 cm su 36 ore. La bassa densità della neve e i forti venti di bora, che hanno ripetutamente superato i 100 km/h, hanno successivamente determinato nei comuni di Capracotta e Pescocostanzo un accumulo della neve con una distribuzione spaziale molto irregolare, che ha raggiunto valori eccezionali di 256 cm a Capracotta e 240 cm a Pescocostanzo; tali valori sono stati erroneamente riportati dalla stampa come cumulati di neve fresca in 18 ore. Se confermati, essi avrebbero rappresentato il record mondiale di cumulata di neve fresca su 24 ore attualmente detenuto dalla nevicata del 14-15-aprile 1921 a Silver Lake (Colorado, USA), che è di 221 cm.

Nei primi giorni di marzo in Abruzzo le cumulate pluviometriche sono state molto elevate; il massimo totale di evento è stato registrato dalla stazione di Cupello (CH) con 214.4 mm e i tempi di ritorno sono risultati compresi tra 50 e 100 anni per le cumulate su 24 ore, tra 100 e 200 anni per le cumulate su 12 ore e tra 10 e 50 anni per le cumulate su 3 e 6 ore. Le precipitazioni intense hanno causato l'innalzamento dei livelli nei bacini del settore adriatico con piene significative di molti fiumi.

Il 5 marzo le stazioni in quota in Toscana, Umbria, Abruzzo e Molise hanno registrato valori di velocità del vento molto elevati; in particolare, in Abruzzo l'intensità ha raggiunto 112.3 km/h (corrispondenti a "tempesta violenta") e il vento molto sostenuto, con direzione prevalente dai quadranti settentrionali, ha ostacolato il deflusso al mare dei fiumi, contribuendo all'esondazione di alcuni corsi d'acqua. In Umbria, le raffiche di vento hanno raggiunto intensità di "uragano" di 121 Km/h a Città di Castello (PG) e 147 km/h a Norcia (PG). Intensità di raffica lievemente inferiori, corrispondenti a venti di "burrasca forte" sono state registrate ad Assisi (PG, 82 km/h), Gubbio (PG, 77 km/h) e Casigliano (TR, 79 km/h). In Toscana il vento ha interessato tutto il territorio regionale con valori massimi di 167 km/h a Candia Scutarola (MS) e 159 km/h sul Passo del Giogo (FI, 880 m s.l.m.). Presso la stazione meteo dell'Aeronautica Militare di Firenze Peretola, le raffiche hanno raggiunto i 130 km/h e l'evento è stato il più intenso degli ultimi 20 anni.

Tra il 16 e il 17 marzo la provincia di Catania è stata investita da piogge abbondanti, con 325 mm di cumulata in soli due giorni presso la stazione di Linguaglossa, dove un'eccezionale grandinata ha determinato accumuli di ghiaccio al suolo di oltre 15 cm.

I mesi di aprile e maggio sono stati caratterizzati da intense anomalie termiche positive. Le piogge sono state scarse entrambi i mesi al Centro e al Sud, mentre nelle regioni settentrionali, dopo un aprile secco, si è avuta una parziale ripresa delle precipitazioni a maggio, che è risultato nella norma.

In Sicilia, nel territorio del comune di Caltavuturo (PA), il 10 aprile le piogge persistenti hanno provocato una frana, che ha causato l'inclinazione dei piloni dell'autostrada A19 Catania – Palermo (**figura 2.9**). Il 17 maggio una serie di celle temporalesche ha determinato estese grandinate nella piana di Catania nei pressi di Mineo e Palagonia, danneggiando decine di ettari di agrumeti.

Estate

L'evento climatico più rilevante dell'estate sono state le ripetute ondate di calore di luglio e inizio agosto, che hanno colpito non solo tutte le regioni italiane, ma anche gran parte dell'Europa meridionale. Le anomalie di geopotenziale a 500 hPa (**figura 2.4 b**) indicano che nel corso del mese di luglio c'è stato un netto spostamento a nord del jet atlantico (indice di Oscillazione Nord Atlantica a luglio pari a -3.17) che ha portato ad una estensione verso nord delle alte pressioni tropicali, tipiche delle aree meridionali e centrali del Mediterraneo. Diversi servizi meteorologici nazionali hanno riportato temperature estremamente alte; in particolare, in Austria quello del 2015 è stato il luglio più caldo dall'inizio delle misurazioni, mentre nella Svizzera meridionale è stato il mese più caldo mai registrato. A Ginevra è stata rilevata una massima giornaliera di 38.9°C, quasi 1°C al di sopra del precedente record del 28 luglio 1921, e in assoluto la massima più alta mai registrata a nord delle Alpi. In Italia le temperature massime hanno superato i valori massimi osservati nel 2003, anno in cui i mesi con le anomalie termiche più elevate erano stati comunque giugno e agosto. Le ripetute onde di calore hanno reso la temperatura media estiva in Italia del 2015, la terza più alta dal 1961, dopo quelle del 2003 e del 2012.

A Milano, a luglio, 2 giorni hanno registrato una temperatura massima inferiore ai 30°C, 24 giorni superiore a 32°C e 12 giorni superiore a 35°C. Anche le minime sono state particolarmente elevate e non sono mai scese al di sotto di 20°C; un picco di 27.5°C è stato registrato la notte del 7 luglio.

In Piemonte, l'estate 2015 è risultata la seconda più calda nella serie a partire dal 1958, con un'anomalia positiva di 2.4°C rispetto alla norma del periodo 1971-2000. Il mese di luglio è risultato il più caldo della serie storica, addirittura più caldo del mese di agosto 2003 che deteneva il primato di mese più caldo in assoluto dell'intera serie storica mensile.

A Bolzano quello del 2015 è stato il mese più caldo dall'inizio delle misurazioni: si sono registrati ben 28 giorni con temperature oltre i 30°C e in 15 giorni sono stati superati 35°C. Per quanto riguarda le minime, durante 21 notti le temperature non sono scese sotto 20° C; il 16 luglio la minima è stata di 25.7°C, il valore più elevato della serie storica che inizia nel 1956. Anche la prima parte del mese di agosto è stata molto calda con punte fino a 38°C.

In diverse località del Trentino luglio è stato il più caldo dall'inizio delle misurazioni e sono state registrate anomalie positive di temperatura tra 3 e 5°C rispetto al trentennio 1961-1990.

In Veneto le stazioni di monitoraggio di Conegliano Veneto e Breda di Piave (TV) hanno rilevato record stagionali di temperatura massima giornaliera, pari rispettivamente a 38.4°C e 39.1°C.

In Friuli Venezia Giulia le temperature più elevate sono state registrate il 22 luglio, con massime giornaliere oltre 39°C e un picco di 40,9°C a Vacile (PN). Per molte località della regione questa è stata la giornata più calda dagli anni '50.

In Emilia-Romagna le temperature massime giornaliere hanno superato diffusamente in pianura i 34-35°C con punte sino a 40°C e anomalie giornaliere tra +4 e +6°C rispetto al periodo 1991-2010. A Bologna, le temperature massime e medie di luglio sono state le più calde dal 1961 e luglio è stato il secondo mese più caldo dopo agosto 2003.

A Genova il picco di caldo si è avuto il 9 luglio nella stazione di Genova Centro Funzionale con 34.6°C e un'umidità relativa del 50% (corrispondenti ad una temperatura percepita di 41°C), mentre la notte più calda sulla costa è stata quella del 4 luglio con una temperatura minima di 26.2°C e un'umidità relativa giornaliera del 60%.

A Firenze, nel corso di tre onde di calore, sono state osservate temperature massime di 37.2°C a inizio luglio, 39.2°C a fine luglio e 38.2°C ad agosto.

Nel corso dell'estate la configurazione a grande scala ha permesso in diverse occasioni l'ingresso di masse d'aria più fresche sulle nostre regioni, favorendo lo sviluppo di temporali ed eventi convettivi di varia intensità.

Il 10 giugno in Sicilia una cella temporalesca ha determinato una forte grandinata nei pressi di Bronte (CT), che ha devastato decine di ettari di pistacchietti.

L'8 luglio nelle provincie di Venezia e Padova c'è stata una tromba d'aria, con intensità di raffiche superiori a 270 km/h, che ha causato una vittima.

Il 1° agosto un violento temporale con forti raffiche e grandinate si è abbattuto su Firenze. L'intensità di pioggia ha raggiunto 40-45 mm in un'ora e 20-25 mm in 15 minuti, con tempi di ritorno di circa 20 anni. Le raffiche, generate anche dalle intense correnti discendenti connesse alla cella temporalesca, hanno provocato nel settore orientale della città la caduta di alberi e rami e il danneggiamento di veicoli e tendoni.

Il 4 agosto un intenso sistema temporalesco ha interessato il Veneto. A Cancia, in Cadore, sono state rilevate intensità di 10.2 mm in 5 minuti, 38.1 mm in 30 minuti, 42.4 mm in un'ora e 44.6 mm in 3 ore. Le piogge intense hanno causato 3 vittime.

Il 12 agosto un'area depressionaria molto localizzata, centrata sulle regioni meridionali, ha scaricato in Calabria, a Corigliano Calabro, 38.6 mm in un'ora, 97.8 mm in 3 ore, 155.8 mm in 6 ore, 219.6 mm in 12 ore e 230.4 mm in 24 ore. Sono stati stimati tempi di ritorno di 100 anni per i massimi triorari, oltre 150 anni per i massimi su 6 ore, e oltre 200 anni per i massimi su 12 ore.

Temporali intensi si sono verificati il 24 e 25 agosto in Toscana. A Monticiano (SI) è stata rilevata una cumulata di 328.6 mm in 24 ore, mentre a Monteroni d'Arbia (SI) la cumulata ha raggiunto 226.4 mm. A Monticiano (SI) e a Pisa Agraria nella giornata del 24 sono stati rilevati massimi di intensità trioraria rispettivamente di 160 e 140 mm, per i quali sono stati stimati tempi di ritorno dell'ordine di 200 anni. Anche presso la stazione di Pari (GR), per l'intensità di 110 mm in 3 ore sono stati stimati tempi di ritorno di poco inferiori a 200 anni, mentre nella provincia di Livorno sono stati stimati tempi di ritorno delle intensità triorarie di circa 50 anni. Nelle provincie di Siena e Grosseto, in concomitanza dei fenomeni temporaleschi più intensi, sono state registrate intensità superiori a 30 mm in 15 minuti, mentre massimi di circa 28 mm in 15 minuti sono stati registrati nella provincia di Pisa. Le piogge intense hanno causato l'esondazione dell'Ombrone a Bonconvento e degli affluenti Arbia, Merse, Pavone e Gretano. Per quanto riguarda i dati idrometrici rilevati nella parte alta del bacino dell'Ombrone grossetano, questo evento si configura come il più importante dall'inizio delle

misurazioni.

Negli stessi giorni a Levanto (SP) sono stati rilevati venti molto intensi con massimi di 140 km/h, piogge con intensità di 180 mm in 6 ore e un elevatissimo numero di fulminazioni. In mattinata sono state registrate frane e allagamenti dei torrenti tra Bonassola Levanto e Monterosso (SP).

Autunno e dicembre

Il mese di settembre è stato caratterizzato da temperature medie prossime alla norma al Nord e superiori alla norma al Centro e al Sud, mentre le precipitazioni sono state nella norma al Nord, inferiori alla norma al Centro e superiori alla norma al Sud. Nonostante l'assenza di anomalie climatiche di grande rilievo, localmente non sono mancati eventi meteo-climatici intensi.

In Sicilia la seconda decade del mese è risultata la più calda degli ultimi 15 anni. Tra l'8 e il 9 settembre un vortice ciclonico ha investito la Sicilia sud-orientale, con intensi temporali prefrontali e intensità di pioggia diffusamente superiori a 100 mm/h. Tra i maggiori valori di precipitazione cumulata di evento si registrano i 147 mm misurati nella piana di Gela il giorno 9. Diverse stazioni hanno registrato raffiche di vento ai massimi delle serie iniziata nel 2002 (a Gela, 93 km/h).

Tra il 13 e il 14 del mese, precipitazioni molto intense hanno interessato la valle del Trebbia in Emilia Romagna e i vicini bacini liguri; le intensità massime associate a questo evento sono state di 108.4 mm in 1 ora e 229.6 mm in 3 ore nella stazione di Alpe di Gorreto, mentre hanno raggiunto il valore record di 123.6 mm in 1 ora e 189.0 mm in 3 ore a Cabanne e 107.6 mm in 1 ora e 201.8 mm in 3 ore a Salsominore; i tempi di ritorno stimati sono dell'ordine di 500 anni. Le piogge hanno causato colate detritiche sui versanti e una piena fluviale che si è propagata ad altissima velocità percorrendo la distanza tra l'idrometro di Ferriere e quello di Farini, a circa 12.2 km di distanza, in soli 20 min (il tempo di una piena ordinaria è di circa 50 min o più). Il Trebbia ha raggiunto un livello di 7.86 m presso l'idrometro di Farini danneggiando gravemente le case a ridosso del ponte, trascinando con sé la statale che costeggia il fiume a Bettola e causando la morte di due persone su un'auto in transito (**figura 2.10**).

In corrispondenza di questo evento, a Genova le piogge hanno provocato il repentino innalzamento del livello del Bisagno, che pur essendo secco a inizio evento, ha risposto immediatamente alle precipitazioni temporalesche alzandosi pericolosamente nelle prime ore del 14 settembre per arrivare a soli 40 cm dall'argine.

Il mese di ottobre ha visto l'intensificarsi di un blocco centrato sulla penisola scandinava, che ha portato ad una divisione del jet in due parti: una verso le regioni artiche, l'altra verso il Mediterraneo. Le precipitazioni sulle nostre regioni sono state ovunque superiori alla media e in molte località, soprattutto al Centro e al Sud, sono state eccezionali.

Tra il 30 settembre e il primo ottobre le precipitazioni hanno interessato principalmente la costa nord-orientale della Sardegna, dal Cagliariitano alla Maddalena (OT). I totali di precipitazione in 24 ore sono stati di 222 mm a Dorgali (OT), 193 mm alla Maddalena, 191 mm a Loiri Porto S.Paolo (OT) e 182 mm a Golfo Aranci (OT). Sono stati stimati tempi di ritorno tra 100 e 200 anni alla Maddalena e tra 10 e 50 anni nelle altre località.

Contemporaneamente, dalla sera del 30 settembre alla tarda mattinata del 2 ottobre, la Sicilia è stata interessata da precipitazioni diffuse con quantitativi mediamente moderati ma localmente elevati sul settore ionico. In una vasta area delle province di Messina, Catania e Siracusa, sulla quale ha stazionato a lungo una linea di groppo, sono stati registrati accumuli compresi tra 100 e 400 mm. Le intensità di pioggia su 12 e 24 ore hanno superato in molte stazioni le soglie di elevata criticità; a Linguaglossa i massimi di intensità rilevati sono stati di 72 mm in 1 ora, 170 mm in 3 ore, 225 mm in 6 ore, 238 mm in 12 ore, 369 mm in 24 ore; le soglie di elevata criticità sono state superate per tutti gli intervalli temporali considerati. Le cumulate più rilevanti su tutto l'evento, durato 48 ore, sono le seguenti: Linguaglossa 379 mm, Canicattini Bagni (SR) 276 mm, Zafferana Etnea (CT) 268 mm, Acireale (CT) 283 mm, Giarre (CT) 259 mm e Catania 127 mm. Le piogge hanno causato dissesti dei versanti ed una frana ha invaso l'autostrada A18 Catania –Messina nel comune di Letojanni.

Tra il 9 e il 10 di ottobre, la Sicilia è stata colpita da un altro vortice ciclonico; il vento forte ha causato danni alle strutture serricole nelle aree di Caltanissetta e Licata (AG). Le precipitazioni sono state intense, specie sui monti Peloritani, dove la stazione di Antillo ha registrato 229 mm in 48 ore, con un'intensità massima oraria di 60 mm/h. L'evento ha causato l'esondazione del fiume Mela, danni ingenti sul litorale tirrenico e diffusi fenomeni di dissesto su quello ionico.

Il 14 ottobre piogge molto intense si sono abbattute sul Lazio, tra le province di Roma e Frosinone e

sull'Abruzzo, in provincia dell'Aquila. Nel Lazio, la massima intensità pluviometrica sulle 3 ore è stata di 102.2 mm a Trevi del Lazio (FR), con un tempo di ritorno stimato dell'ordine di 200 anni. Per le cumulate a 12 ore, invece, sono stati rilevati valori massimi a Marano Equo (FR), pari a 130 mm, con tempi di ritorno dell'ordine di 100 anni. Le piogge hanno causato una frana, che ha travolto un'auto, causando una vittima a Paliano (RM). In Abruzzo, a Case Incile (AQ) sono invece state rilevate intensità massime di 63.0 mm in 1 ora, 138 mm in 3 ore, 158 mm in 6 ore e 162 mm in 12 ore, con tempi di ritorno stimati superiori a 500 anni. Le piogge hanno causato il crollo di un muretto di contenimento a Civitella Roveto (AQ), causando la morte di una donna, mentre un fulmine ha ucciso un uomo a Tagliacozzo (AQ).

Tra il 14 e il 15 ottobre, in Campania, sono state rilevate precipitazioni di forte intensità nel Beneventano, ed intensità elevate nell'Avellinese. I valori massimi sono stati osservati a S. Agata dei Goti (BN): 55.4 mm in 1 ora, 105.8 mm in 3 ore, 134.2 mm in 6 ore, 143.0 mm in 12 ore e 150.2 in 24 ore; il tempo di ritorno stimato è superiore a 100 anni. A Benevento sono state rilevate intensità di 55.8 mm in 1 ora, 99.8 mm in 3 ore, 148.8 mm in 6 ore, 153.4 mm in 12 ore e 156.4 mm in 24 ore e anche in questo caso i tempi di ritorno stimati sono superiori a 100 anni. Pochi giorni dopo, tra il 19 e il 20 ottobre le piogge sono tornate a colpire la regione con massime intensità di 58.4 mm in un'ora, 128.2 mm in 3 ore, 141.8 mm in 6 ore, 142.4 mm in 12 ore e 144.6 mm in 24 ore a Colle Sannita, nell'alto Beneventano ai confini con il Molise; piogge molto intense sono cadute anche sull'isola di Capri. Le precipitazioni hanno determinato le piene dei fiumi Calore e Volturno e causato 2 vittime.

Tra il 20 e il 22 ottobre un nuovo vortice ciclonico ha colpito la Sicilia. L'area più colpita da piogge eccezionalmente abbondanti ed a tratti molto intense è stata la fascia ionica catanese, per effetto di una persistente autoalimentazione della linea dei temporali proprio sull'interfaccia suolo-mare. I valori massimi sono stati registrati dalla stazione di Riposto (150.6 mm in 12 ore e 198.6 in 24 ore), tuttavia le stazioni dell'Osservatorio delle Acque e stazioni amatoriali hanno registrato tra Catania e Fiumefreddo quantitativi ancora maggiori, compresi tra 200 e 400 mm. Nel corso dell'evento i venti hanno raggiunto una velocità massima fino a 115 km/h a Fiumedinisi (ME).

Tra il 31 ottobre e il 2 novembre la Sicilia è stata nuovamente interessata da un vortice ciclonico, con piogge molto abbondanti. Tra i massimi cumulati nei tre giorni si segnalano i 552 mm di Linguaglossa Etna Nord e i 298 mm di Linguaglossa. Oltre agli effetti del singolo evento, i danni verificatisi in questi giorni sono da considerarsi conseguenza degli accumuli complessivi del periodo, con diffusi fenomeni di dissesto idrogeologico ed esondazione di corsi d'acqua e canali. In particolare, vanno messi in evidenza gli estesi allagamenti che hanno interessato la piana di Catania. Nel complesso le precipitazioni cumulate mensili sono state eccezionali, con un massimo di 830 mm a Linguaglossa.

Successivamente e per un lungo periodo la circolazione è stata dominata da un regime anticiclonico, che ha raggiunto la massima intensità nel mese di dicembre e ha determinato scarsità o assenza di precipitazioni e anomalie termiche da record su gran parte delle regioni italiane, fino a +3 °C circa in media al Nord.

A dicembre le temperature medie mensili sono state molto più alte della norma soprattutto in quota nelle provincie di Trento e Bolzano, raggiungendo +7°C di anomalia rispetto agli ultimi 10 anni sul monte Zoncolan (1750 m s.l.m). In provincia di Bolzano il 9 novembre, l'aria mite e l'effetto del Föhn hanno fatto registrare a Silandro una temperatura massima di 23.6°C, record assoluto per il mese di novembre in Alto Adige. In questa provincia, a dicembre il limite della neve è stato particolarmente elevato, con difficoltà per la produzione di neve artificiale; solo il 27 dicembre sono state registrate nevicate fino a fondovalle. In generale, su tutto l'arco alpino i paesaggi hanno mantenuto un aspetto autunnale fino a fine dicembre come documenta la foto scattata in Valseriana il 28 dicembre (**figura 2.11**).

In molte regioni le temperature miti hanno portato ad un forte anticipo della fioritura.

Nel corso degli ultimi mesi dell'anno, le regioni settentrionali e in particolare l'arco alpino hanno registrato cumulate pluviometriche da minimi storici; in diverse regioni non sono state rilevate precipitazioni se non quelle dovute alla nebbia o a qualche isolato piovasco. Il periodo siccitoso si è concluso solo a febbraio 2016; in Piemonte i 100 giorni secchi consecutivi, oltre a rappresentare il 4° periodo secco più lungo degli ultimi 60 anni, hanno determinato una drastica riduzione delle riserve idriche. In inverno, le portate dei corsi d'acqua della regione sono state confrontabili con i minimi storici del periodo: presso la sezione idrometrica di Isola S. Antonio (AL), il 19 gennaio è stata registrata una portata del fiume Po di circa 103 mc/s, che rappresenta il minimo storico invernale negli ultimi 20 anni.

In Trentino, dalla fine di ottobre agli inizi di gennaio 2016, si è registrata un'assenza di precipitazioni

che ha determinato per molte stazioni il periodo più lungo di giorni secchi consecutivi. Spicca in particolare l'anomalia del mese di novembre, che in alcuni casi (ad esempio per la stazione di Trento Laste), è risultato l'unico privo di precipitazioni dal 1921.

L'unico evento meteorologico di rilievo si è verificato tra il 26 e il 27 novembre ed ha interessato l'Abruzzo e il Molise. Tra il pomeriggio del 26 e la mattina del 27 precipitazioni intense hanno interessato le province di Chieti, Pescara e Campobasso. Le massime cumulate su 24 ore sono state rilevate a Mafalda (CB) dove sono caduti 148 mm di pioggia in 24 ore, di cui 114 mm in 12 ore, con tempi di ritorno stimati tra 50 e 100 anni; contemporaneamente a Palata (CB) sono piovuti 155 mm in 24 ore, di cui 113 in 12 ore, a Vasto (CH) 146 mm in 24 ore, di cui 118 in 12 ore e a Orsogna (CH) 180 mm in 24 ore, di cui 114 mm in 12 ore. Si stima che le ultime intensità riportate siano state caratterizzate da tempi di ritorno tra 10 e 50 anni. Le piogge hanno causato allagamenti diffusi a Campomarino (CB) con l'esondazione del torrente Saccione; in Abruzzo molti fiumi hanno superato le soglie di allarme e sono esondati i torrenti Sinello a Chieti e il Fore a Ortona. Le esondazioni hanno causato l'interruzione dei servizi di pubblica utilità per 30.000 abitanti delle province di Pescara e Chieti.

In sintesi, il 2015 in Italia è stato un anno caratterizzato dalla conferma del trend di aumento della temperatura e da numerosi eventi estremi di precipitazione.

Dal punto di vista termico, il 2015 ha segnato il nuovo record della temperatura media annuale, sia pure appena al di sopra del precedente registrato nel 2014. Gli scarti rispetto ai valori normali sono stati particolarmente marcati nel mese di luglio e negli ultimi due mesi dell'anno, quando il clima mite ha accompagnato un lungo periodo di tempo stabile e secco su quasi tutto il territorio nazionale. Nuovi record di temperatura sono stati registrati soprattutto sulle regioni settentrionali e sulle stazioni in quota dell'arco alpino.

Per quanto riguarda le precipitazioni, esse sono state mediamente inferiori alla norma quasi ovunque, con la notevole eccezione della Sicilia che è stata teatro di un numero significativo di eventi estremi, soprattutto nel mese di ottobre. Altri episodi di precipitazione molto intensa e spesso concentrata in poche ore hanno interessato nel corso dell'anno diverse regioni italiane, consolidando la percezione di una tendenza all'aumento della frequenza e della intensità di eventi estremi. Resta tuttavia difficile identificare in modo inequivocabile la presenza di trend nei dati delle serie locali di intensità pluviometriche su brevi intervalli di tempo.

L'altra faccia delle anomalie di precipitazione è rappresentata dai periodi di siccità, che nel 2015 si sono manifestati in particolare negli ultimi mesi dell'anno, determinando gravi condizioni di deficit idrico soprattutto sulle regioni settentrionali.



Figura 2.5: Gruppo del Montasio, 27 febbraio 2015. Nella foto sono visibili i Piani del Montasio che presentano ancora dei prati con una scarsa copertura nevosa, dovuta sia alle scarse deposizioni, sia ai forti venti di febbraio. Fonte: ARPA-OSMER.

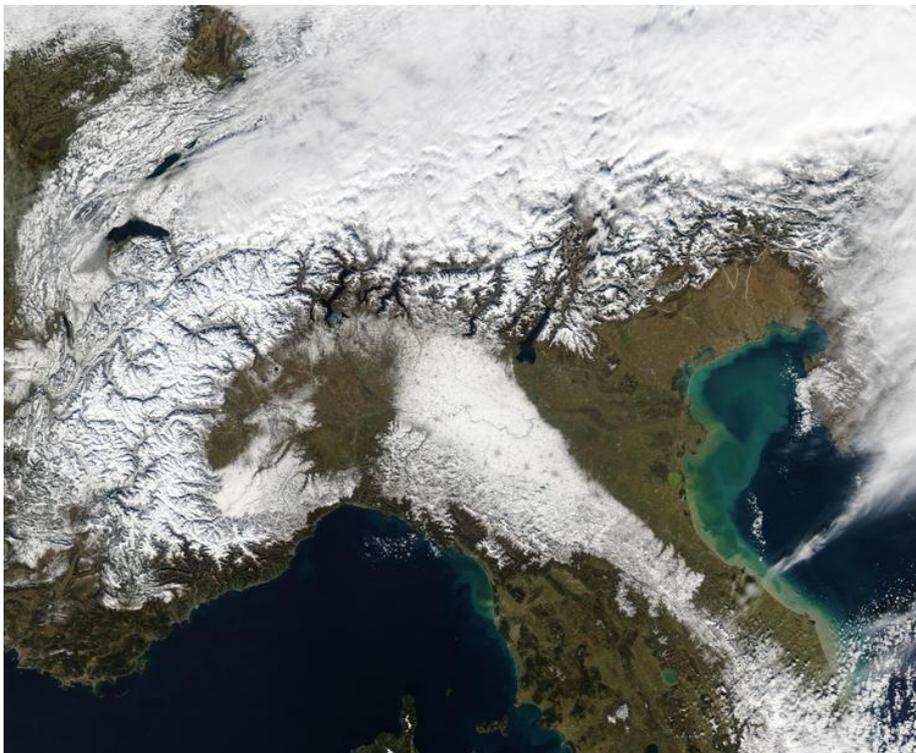


Figura 2.6: Immagine nel canale visibile del sensore MODIS a bordo del satellite NASA AQUA alle ore 12:30 del 9 febbraio 2015.



Figura 2.7: Crollo del ponte della SP 37 sul Fiume Sosio-Verdura, presso il comune di Caltabellotta (AG), a seguito delle piogge intense del 17 e 22 febbraio 2015. Fonte: Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.



Figura 2.8: Foto della valanga di Sassotetto scattata durante il sopralluogo di sabato 7 marzo. Fonte: Centro Funzionale Regione Marche.



Figura 2.9: Comune di Caltavuturo (PA). Inclinazione dei piloni dell'autostrada A-19 CT-PA, investiti da un movimento franoso in data 10 aprile 2015. Fonte: Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.



Figura 2.10: Foto aerea della statale che costeggia il fiume Trebbia a Bettola dopo l'alluvione del 14 settembre. Fonte: Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.



Figura 2.11: Paesaggi autunnali in Valseriana in Lombardia, il 28 dicembre 2015. Fonte: ARPA Lombardia.

3. TEMPERATURA

Anno 2015

Nelle **figure 3.1-3.5** sono rappresentati i valori annuali di temperatura media, minima (media annuale), massima (media annuale), minima assoluta e massima assoluta, calcolati sulle serie di dati disponibili per il 2015. Le stazioni di misura sono rappresentate da simboli diversi a seconda della rete di appartenenza.

Le temperature medie sono comprese tra il valore più basso di -4.6°C registrato a Pian Rosà (AO, 3488 m s.l.m.) e il valore più alto registrato a Lampedusa (20.5°C dalla stazione della rete mareografica; 19.8°C dalla stazione della rete sinottica).

I valori medi di temperatura minima giornaliera sono compresi tra -7.2°C di Pian Rosà e 18.5°C di Lampedusa (rete mareografica; 18.2°C rete sinottica). I valori medi di temperatura massima giornaliera sono compresi tra -2.1°C di Pian Rosà e 25.3°C di Aliano (MT, rete RAN) e Catania Sigonella (SR, rete sinottica).

Le temperature minime assolute sono comprese tra -22.0°C di Pian Rosà e 7.6°C di Lampedusa (rete mareografica; 7.0°C rete sinottica). Le temperature massime assolute sono comprese tra 12.4°C di Pian Rosà e 44.9°C di Libertinia (CT, rete RAN), seguita da 44.3°C di Aliano (MT, rete RAN).

L'andamento della temperatura in Italia nel corso del 2015 è illustrato dalla **figura 3.6**. I valori di anomalia rappresentano le differenze tra le temperature medie del 2015 e quelle normali riferite al periodo climatologico 1961-1990. Il 2015 è stato l'anno più caldo di tutta la serie dal 1961, con intensità decrescente da Nord a Sud. L'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di $+2.07^{\circ}\text{C}$ al Nord, $+1.70^{\circ}\text{C}$ al Centro e $+1.28^{\circ}\text{C}$ al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2015 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di settembre al Nord e febbraio al Sud e sulle Isole. Ovunque il mese più caldo rispetto alla norma è stato luglio, con un'anomalia media di $+4.31^{\circ}\text{C}$ al Nord, $+4.27^{\circ}\text{C}$ al Centro e $+2.88^{\circ}\text{C}$ al Sud e sulle Isole. Il mese meno caldo rispetto alla norma è stato settembre al Nord (-0.11°C) e febbraio al Centro ($+0.36^{\circ}\text{C}$) e al Sud e sulle Isole (-0.55°C).

Le anomalie della temperatura media nel 2015 sono illustrate anche dalle mappe nella **figura 3.7** (anomalia annuale) e nelle **figure 3.8a e 3.8b** (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 3.9** mette a confronto le anomalie della temperatura minima e della temperatura massima. Nel 2015 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 a partire dal 1961 (**figure 3.10, 3.11 e 3.12**). I valori di anomalia sono stati ottenuti elaborando i dati di un gruppo di stazioni distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale e selezionate in base a criteri di completezza e omogeneità delle serie [10, 11].

Il valore dell'anomalia media annuale ($+1.58^{\circ}\text{C}$) colloca il 2015 al 1° posto nell'intera serie dal 1961 al 2015 (battendo di poco il precedente record dello scorso anno) e rappresenta il 24° valore annuale positivo consecutivo. Gli anni più caldi dell'ultimo mezzo secolo sono stati dopo il 2015, il 2014, il 1994, il 2003 ed il 2000, con anomalie della temperatura media comprese tra $+1.35$ e $+1.58^{\circ}\text{C}$. L'aumento della temperatura media annuale si può attribuire in modo abbastanza uniforme alle quattro stagioni, con una anomalia più marcata in estate ($+2.53^{\circ}\text{C}$) rispetto alle altre stagioni. Nel 2015 l'anomalia positiva della temperatura media annuale va attribuita in parte maggiore alle temperature massime rispetto alle temperature minime.

Nella tabella 1 vengono riassunti i trend di temperatura a partire dal 1981 e aggiornati al 2015, calcolati con un modello di regressione lineare; all'inizio degli anni '80 viene infatti identificato un cambiamento del trend di temperatura in Italia e ha inizio il periodo caratterizzato da un riscaldamento più marcato nel corso dell'ultimo secolo [12]. Il valore stimato del rateo di variazione della temperatura media in Italia dal 1981 al 2015 è $+0.33 \pm 0.06^{\circ}\text{C} / 10$ anni; quello della temperatura

minima $+0.30 \pm 0.05^{\circ}\text{C} / 10$ anni, quello della temperatura massima di $+0.37 \pm 0.08^{\circ}\text{C} / 10$ anni. Su base stagionale, i trend della temperatura media sono più forti in estate ($+0.42 \pm 0.13^{\circ}\text{C} / 10$ anni) e in primavera ($+0.34 \pm 0.11^{\circ}\text{C} / 10$ anni).

Estremi

Per l'analisi degli estremi di temperatura (**figure 3.13-3.20**), sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti da un Gruppo di Lavoro specifico della Commissione per la Climatologia dell'OMM [13, 14]. 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 [15,16], sono descritti in dettaglio in [11]. 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.

Per un'analisi dettagliata dei dati e dei metodi di stima degli estremi di temperatura in Italia v. [17].

Anche nel 2015 l'indice relativo al numero di giorni con gelo, cioè il numero medio di giorni con temperatura minima minore o uguale a 0°C , ha registrato un valore negativo; esso è stato inferiore al valore normale 1961-1990 di circa 16 giorni in un anno (**figura 3.13**). Negli ultimi 20 anni i giorni con gelo sono stati sempre inferiori alla norma, ad eccezione del 2005.

Il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di 20°C , ha registrato nel 2015 il secondo valore più alto dell'intera serie dal 1961 dopo il 2003, con una anomalia di circa +26 notti rispetto al valore normale (**figura 3.14**). Il 2015 è il 16° anno consecutivo con numero di notti tropicali superiore alla media climatologica.

Anche il numero medio di giorni estivi, cioè con temperatura massima maggiore di 25°C , è stato nettamente superiore alla media climatologica: in media, circa 20 giorni in più nell'anno; il 2015 è il 16° anno consecutivo con valore superiore alla norma 1961-1990 (**figura 3.15**).

L'indice rappresentativo delle onde di calore è il *Warm Spell Duration Index* (WSDI). Ai fini del calcolo di questo indice, un'onda di calore è un evento della durata di almeno 6 giorni consecutivi nei quali la temperatura massima è superiore al 90° percentile della distribuzione delle temperature massime giornaliere nello stesso periodo dell'anno sul trentennio climatologico. L'indice WSDI conta il numero dei giorni caratterizzati da un'onda di calore, così definita, in un anno. Come sempre negli ultimi 30 anni, nel 2015 il WSDI è stato superiore alla media 1961-1990 e si colloca al 4° posto della serie a partire dal 1961, con un'anomalia di circa +28 giorni nell'anno (**figura 3.16**).

Altri indici di estremi di temperatura che si basano sul confronto con la distribuzione statistica dei valori normali sono le notti fredde (TN10p), cioè la percentuale di giorni in un anno con temperatura minima inferiore al 10° percentile della corrispondente distribuzione sul periodo climatologico, i giorni freddi (TX10p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima inferiore al 10° percentile, le notti calde (TN90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura minima superiore al 90° percentile e i giorni caldi (TX90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima superiore al 90° percentile. Come illustrato dalle **figure 3.17-3.20** negli ultimi 50 anni 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 2015 ha fatto registrare il secondo valore più basso di notti fredde (TN10p) dell'intera serie (dopo il record registrato nel 2014) e il secondo valore più alto di notti calde (TN90p) dell'intera serie. Sia le notti calde che i giorni caldi (TX90p) negli ultimi 30 anni sono stati sempre più numerosi rispetto alla media climatologica.

INDICATORE	TREND (°C/10 anni)
Temperatura media	+0.33 ± 0.06
Temperatura minima	+0.30 ± 0.05
Temperatura massima	+0.37 ± 0.08
Temperatura media inverno	(+0.16 ± 0.17)
Temperatura media primavera	+0.34 ± 0.11
Temperatura media estate	+0.42 ± 0.13
Temperatura media autunno	+0.25 ± 0.14

Tabella 1: Trend stimati (e relative deviazioni standard) della temperatura in Italia dal 1981 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi.

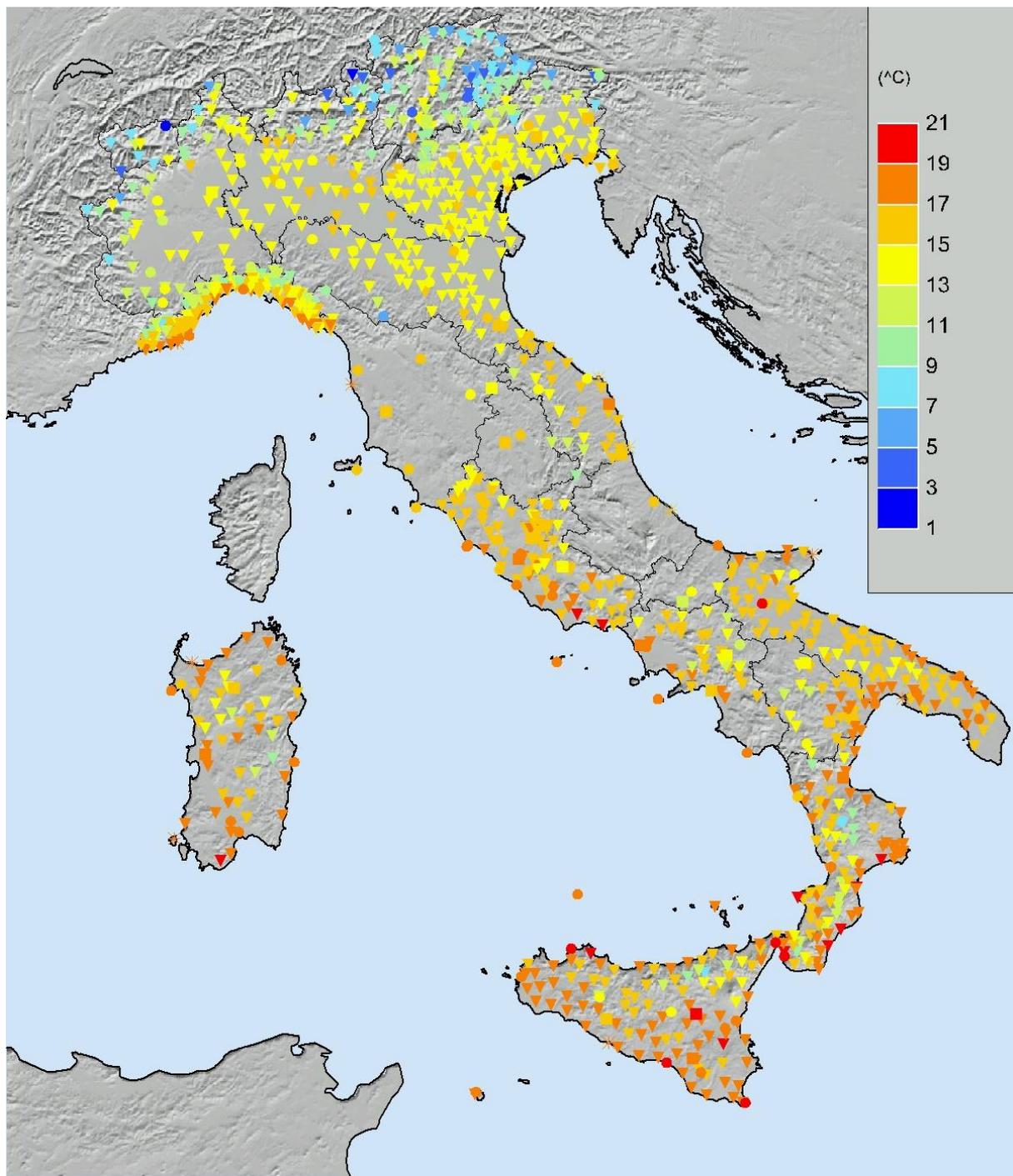


Figura 3.1: *Temperatura media 2015.*

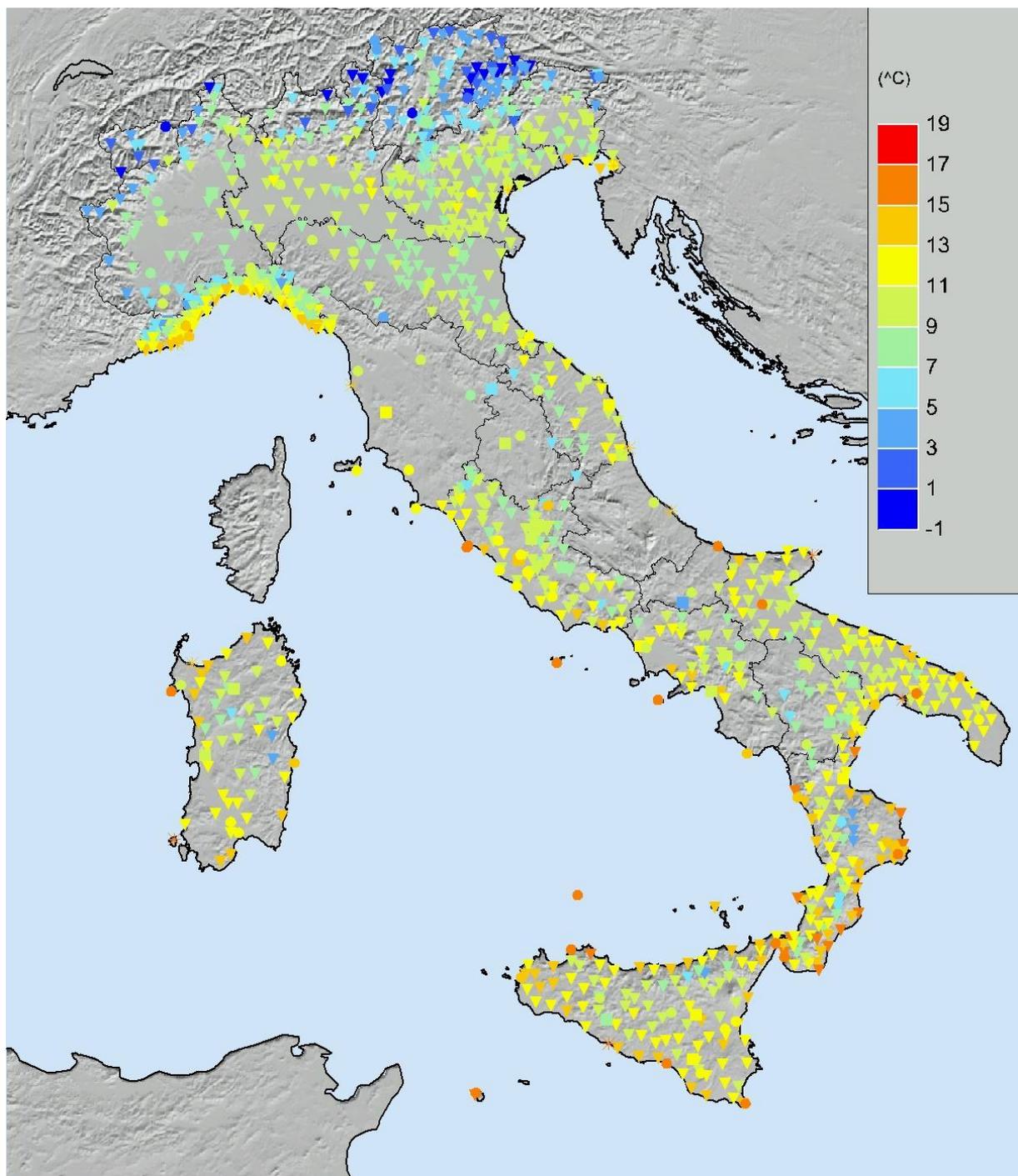


Figura 3.2: *Media della temperatura minima 2015.*

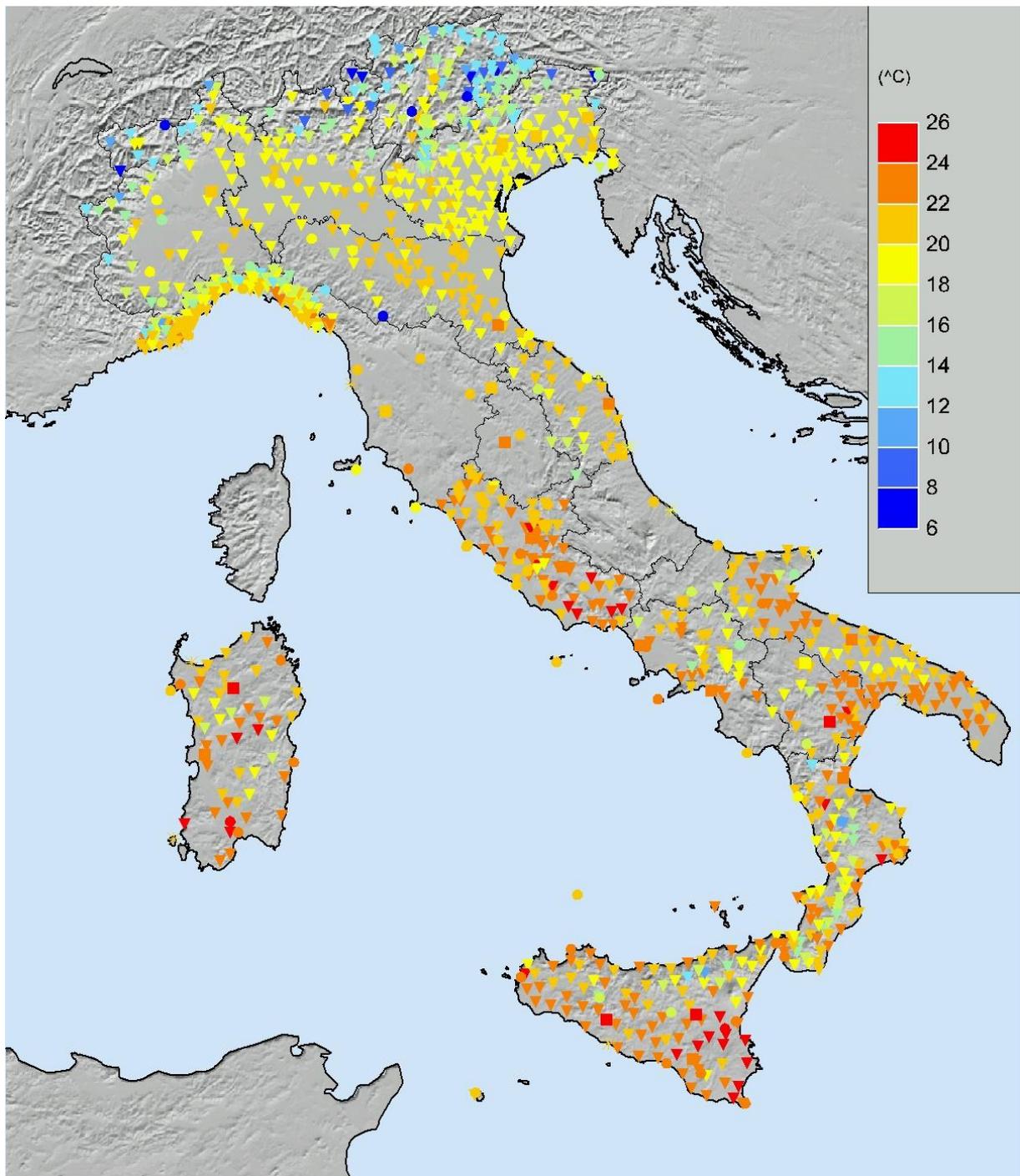


Figura 3.3: *Media della temperatura massima 2015.*

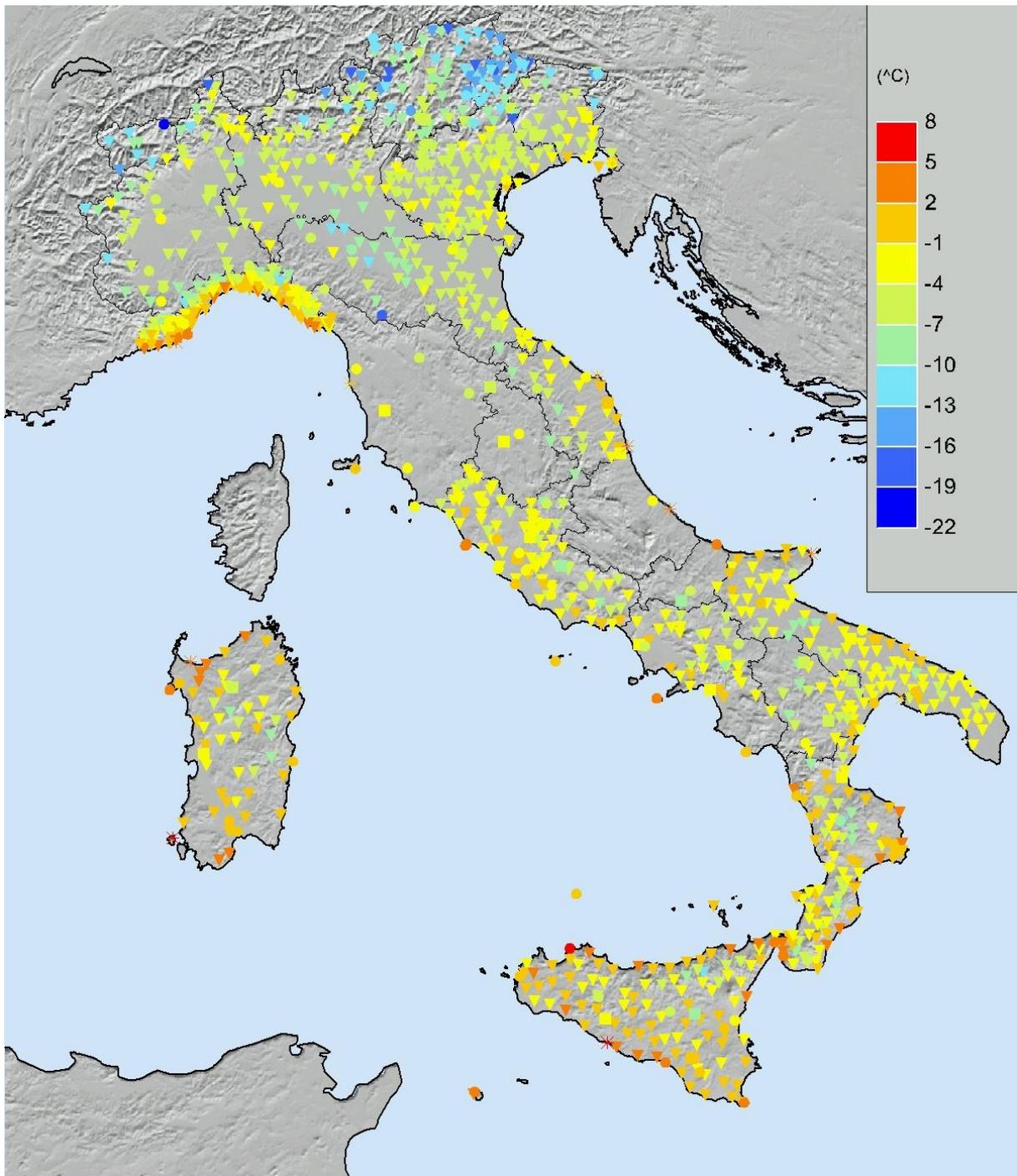


Figura 3.4: *Temperatura minima assoluta 2015.*

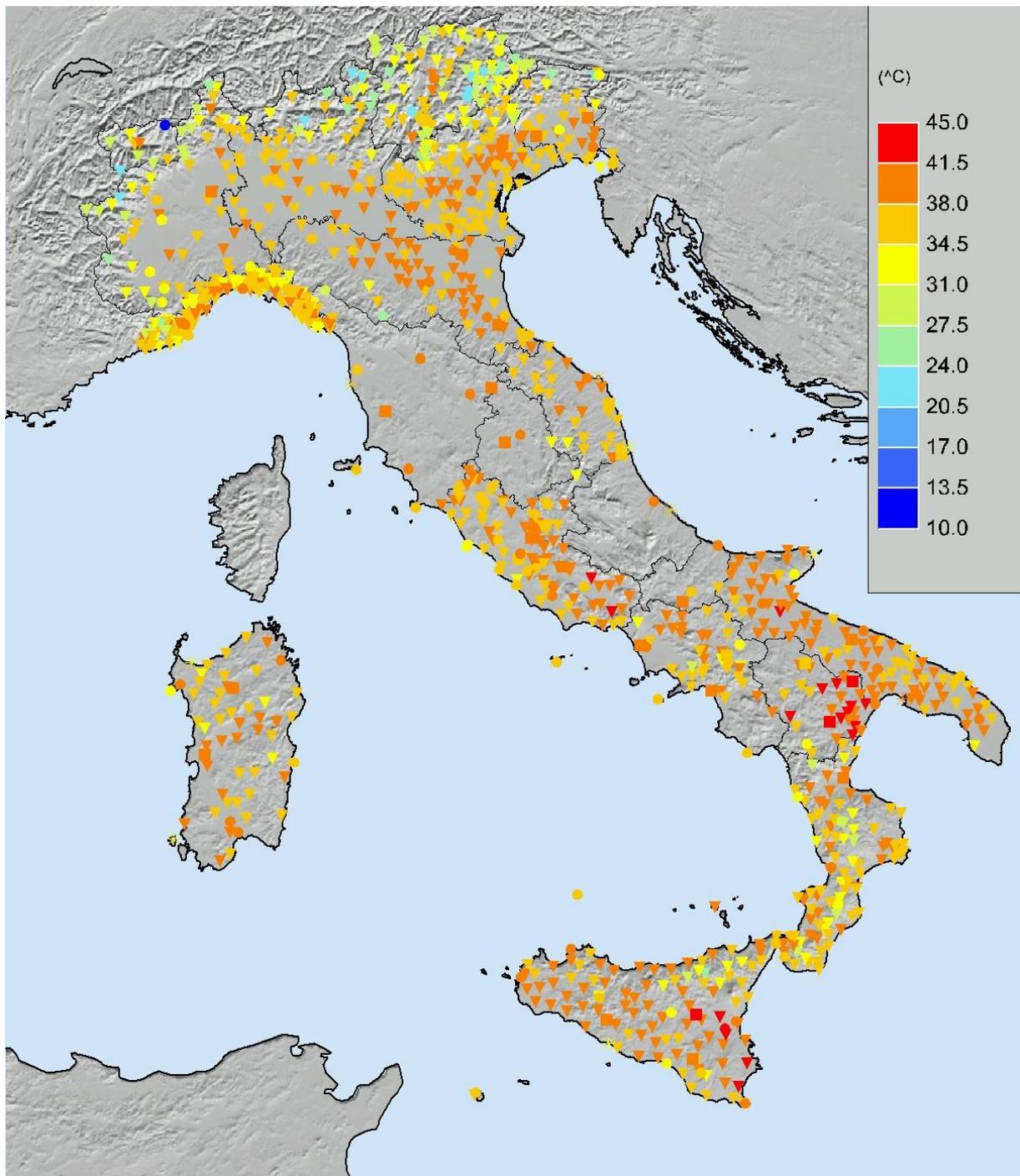


Figura 3.5: *Temperatura massima assoluta 2015.*

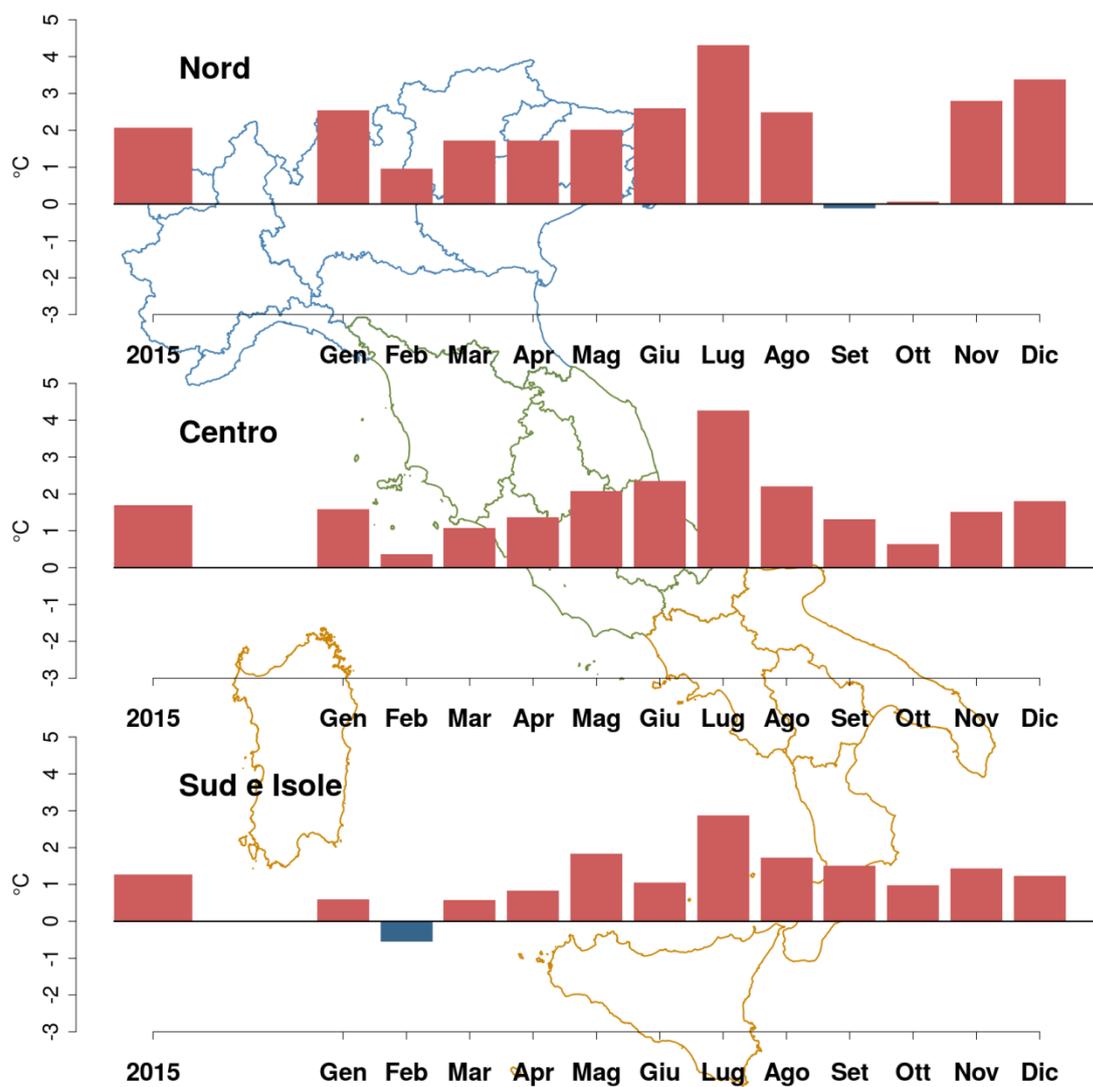


Figura 3.6: Anomalia media 2015 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.

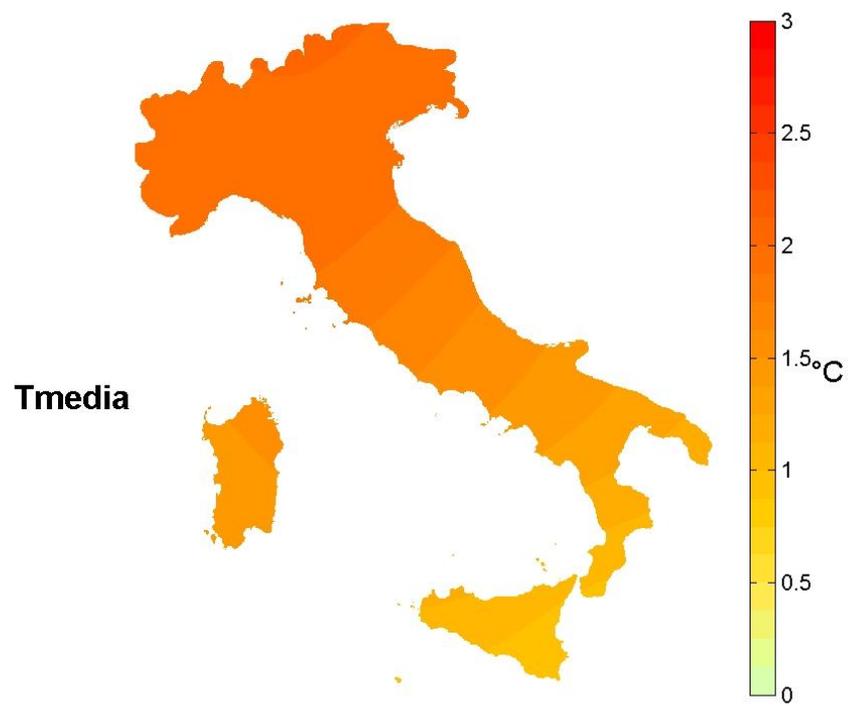


Figura 3.7: *Anomalia della temperatura media annuale 2015 rispetto al valore normale 1961-1990.*

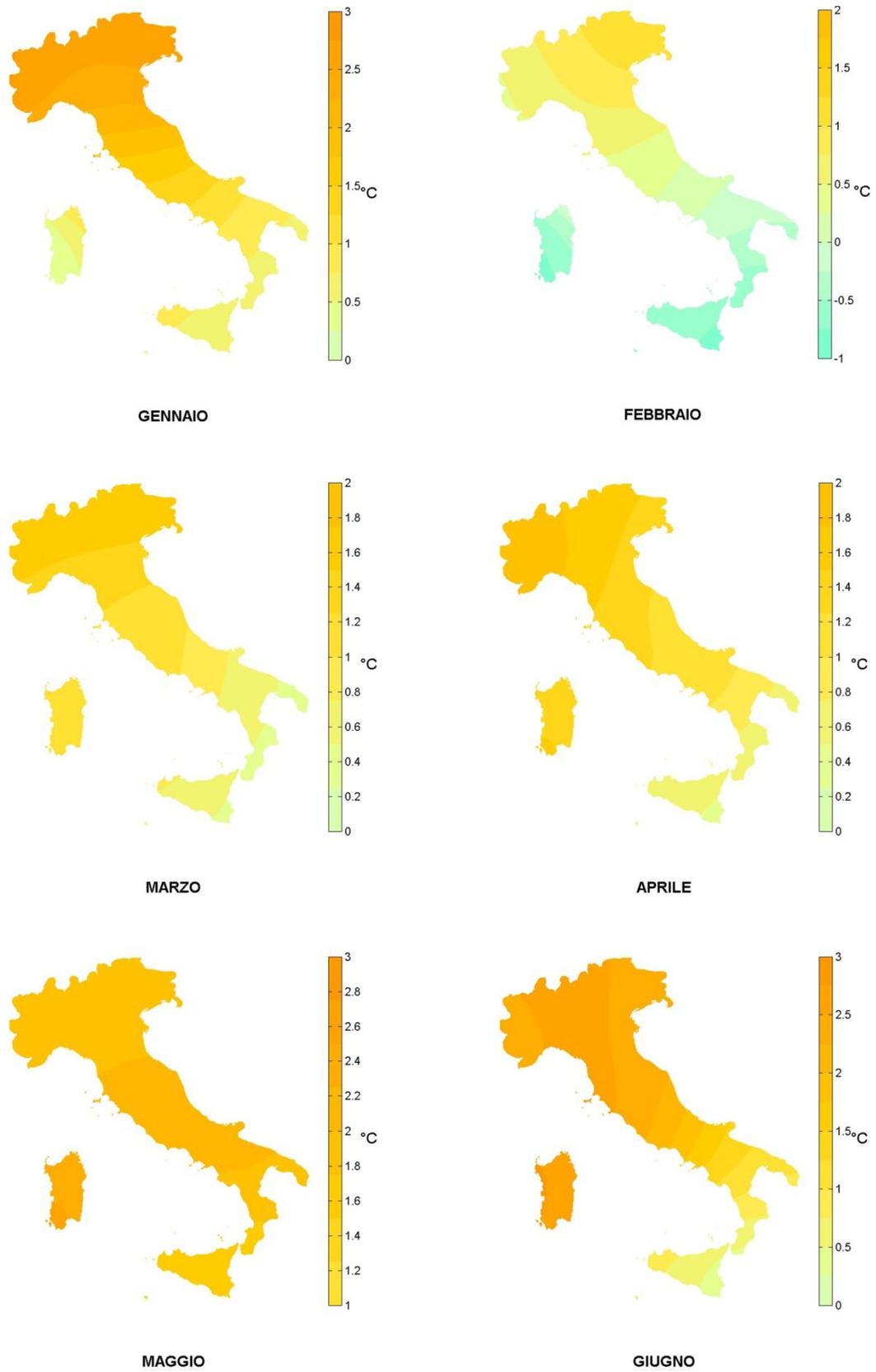


Figura 3.8a: Anomalie della temperatura media mensile 2015 rispetto ai valori normali 1961-1990 (gennaio-giugno). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.

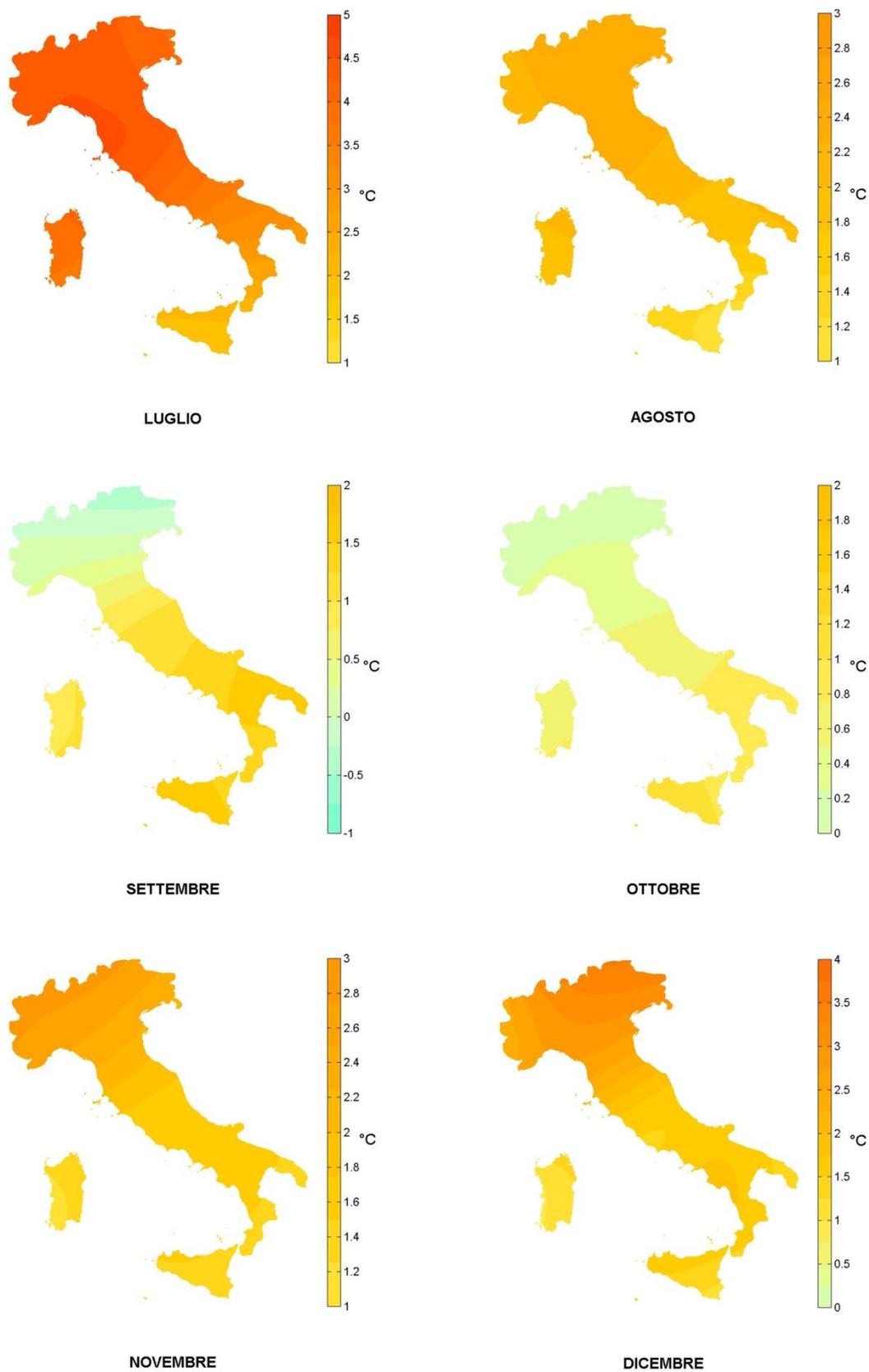


Figura 3.8b: Anomalie della temperatura media mensile 2015 rispetto ai valori normali 1961-1990 (luglio-dicembre). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.

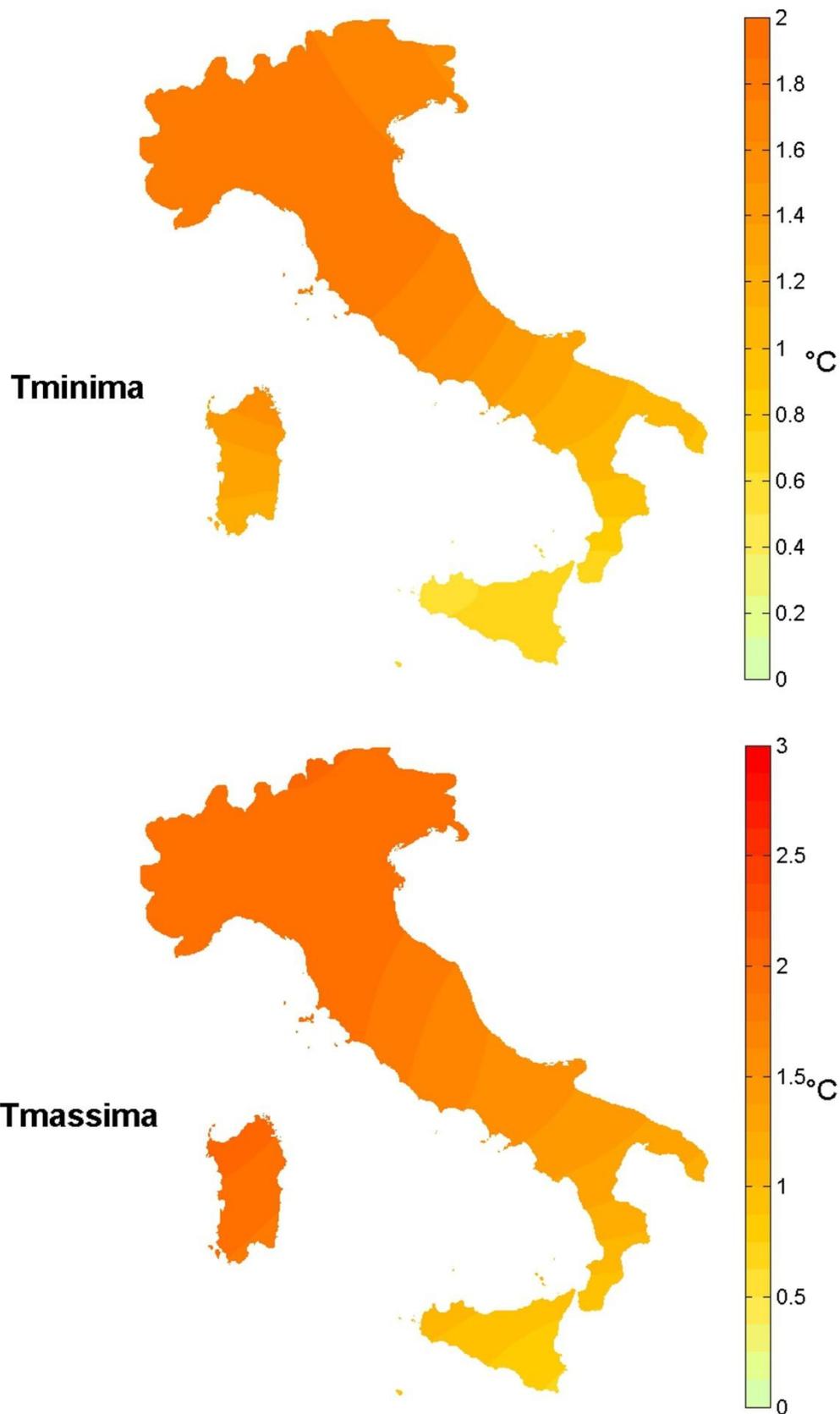


Figura 3.9: Anomalie della temperatura minima e massima annuali 2015 rispetto al valore normale 1961-1990.

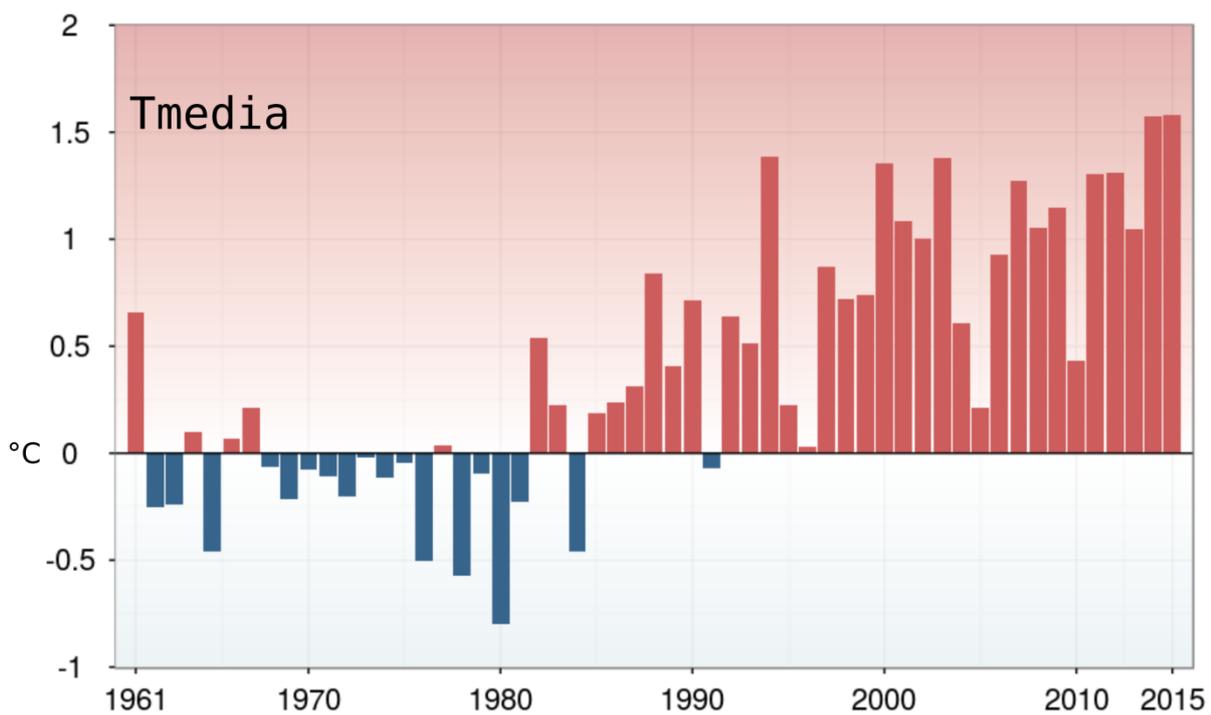


Figura 3.10: Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.

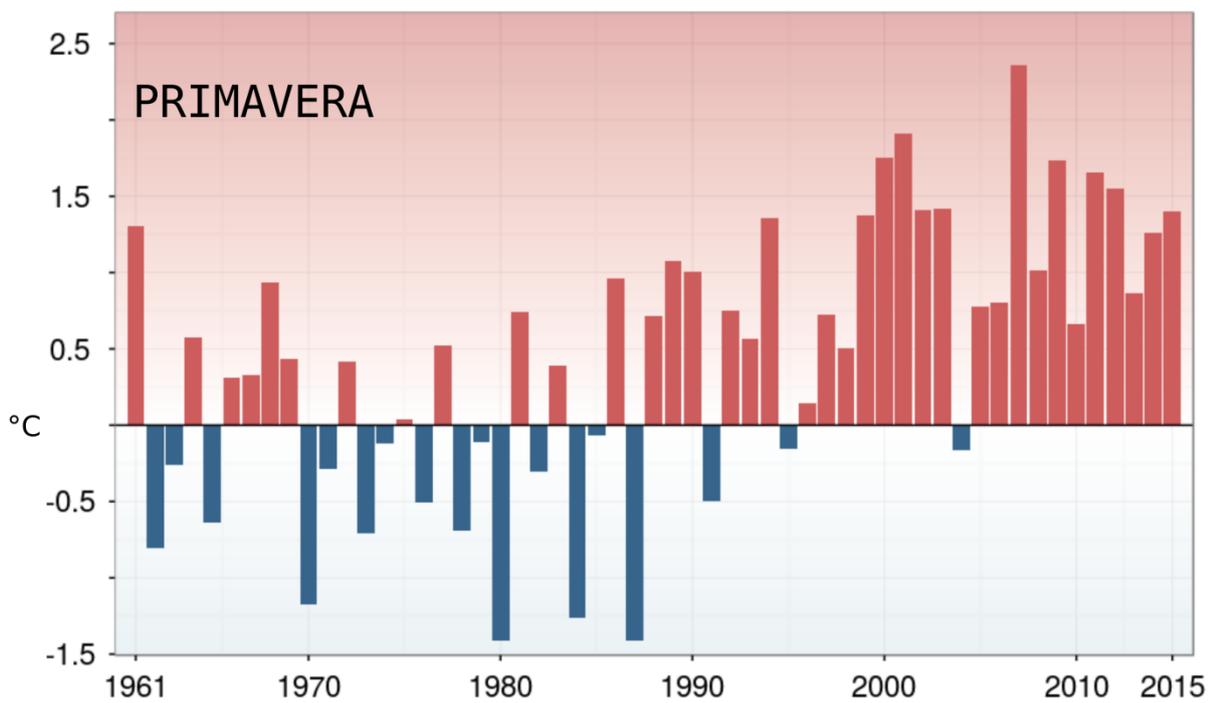
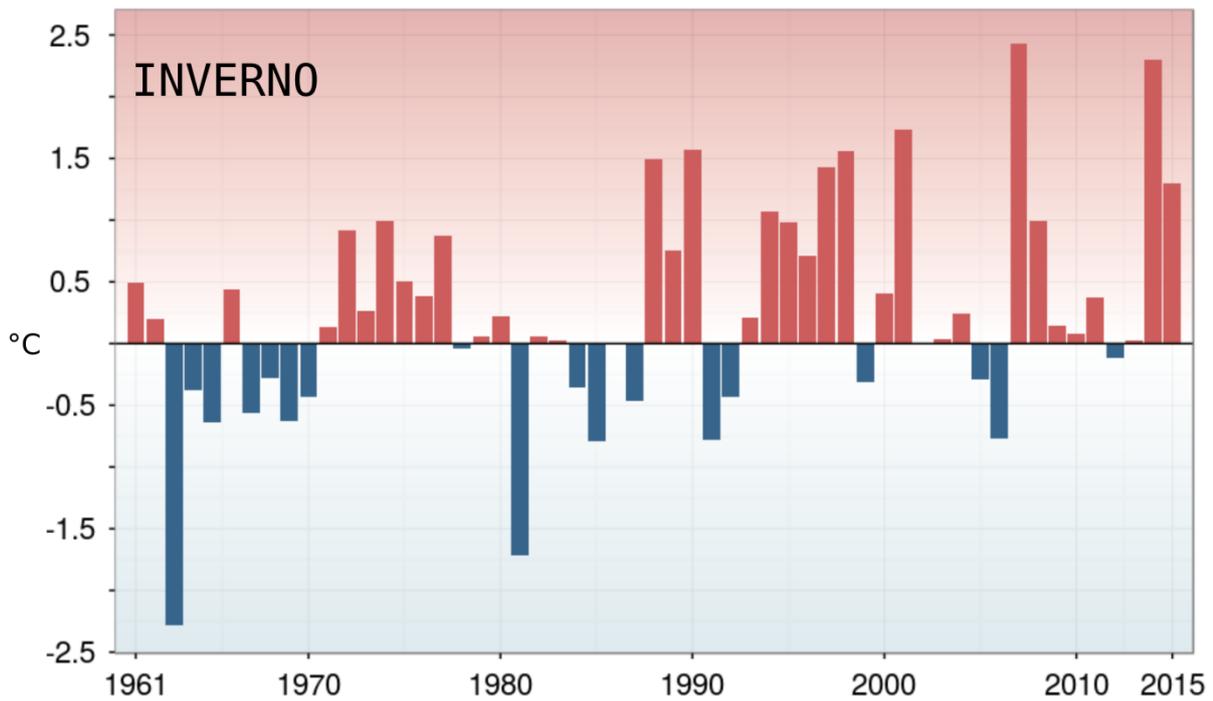


Figura 3.11a: Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (inverno e primavera).

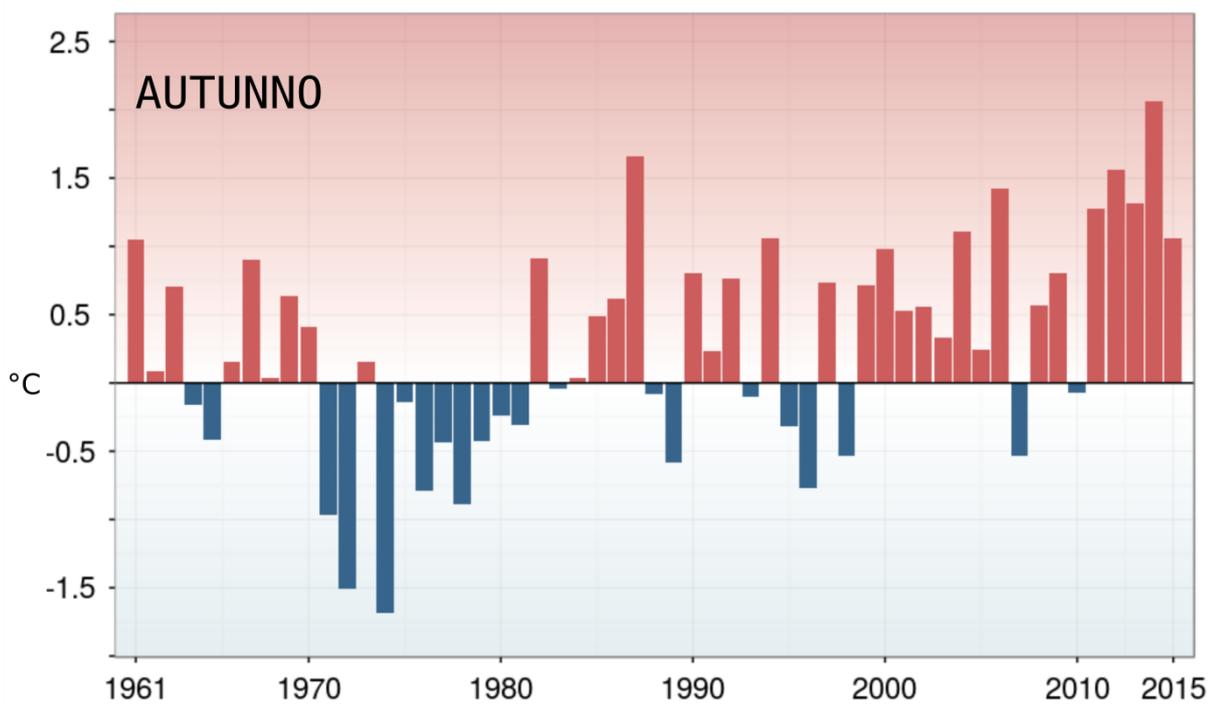
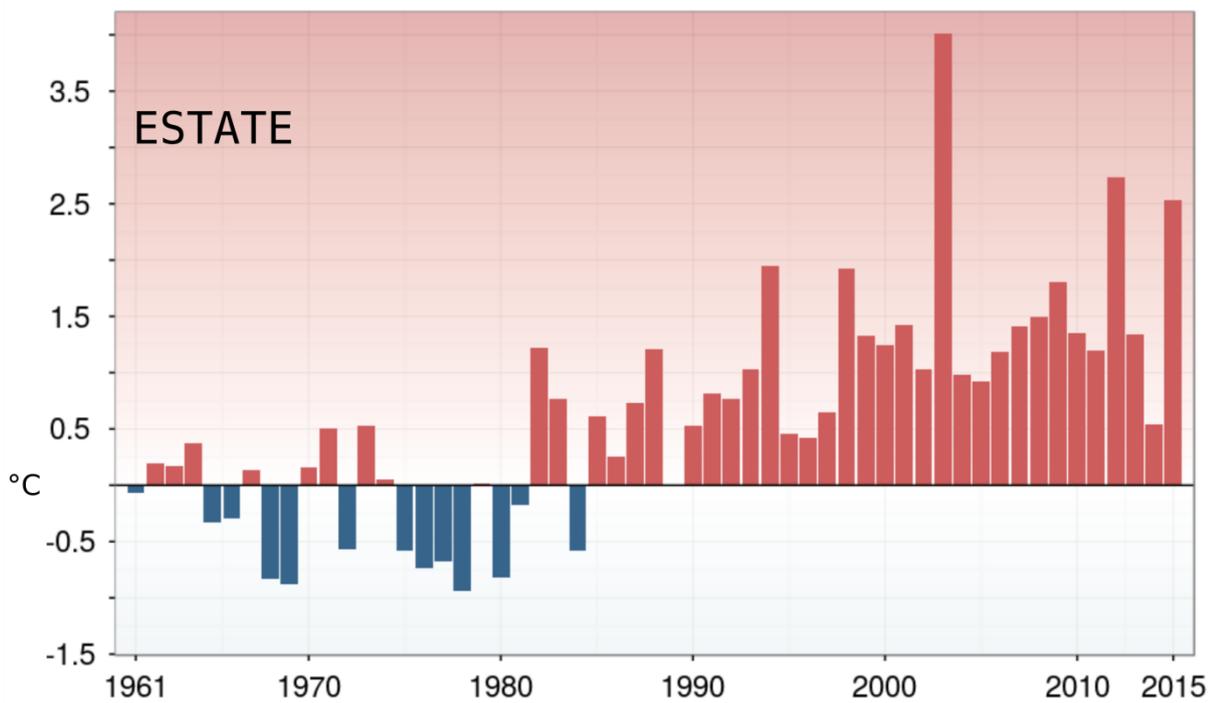


Figura 3.11b: Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (estate e autunno).

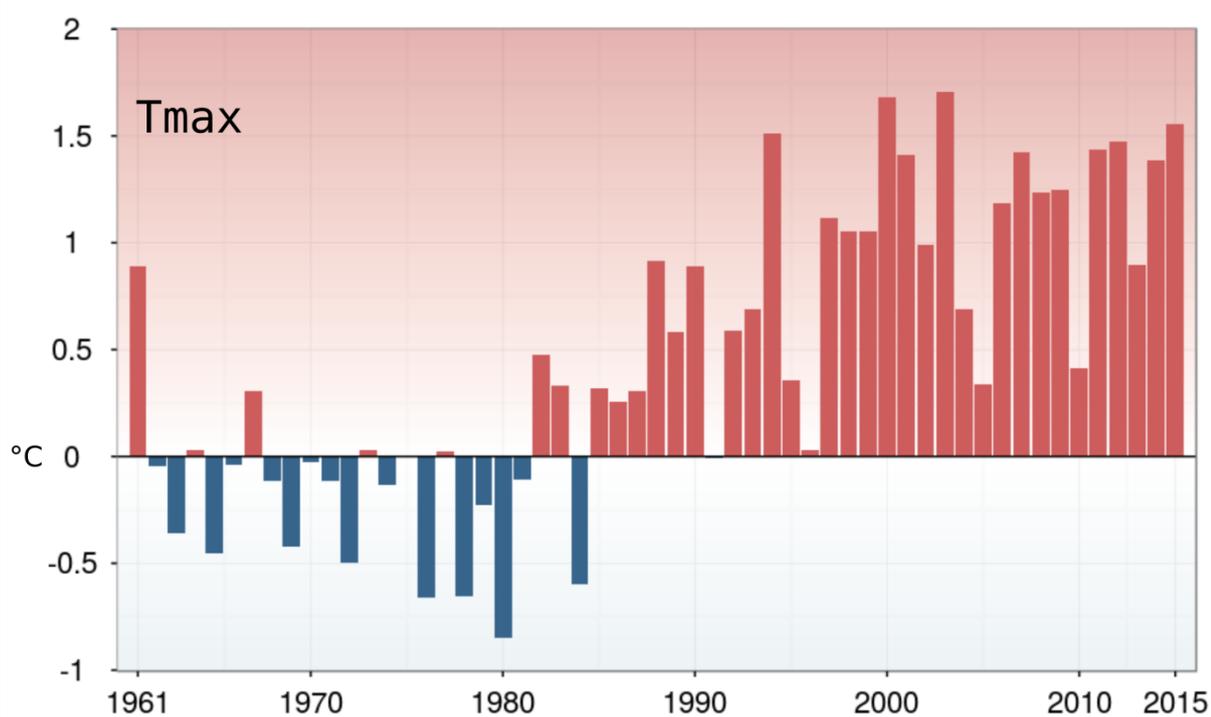
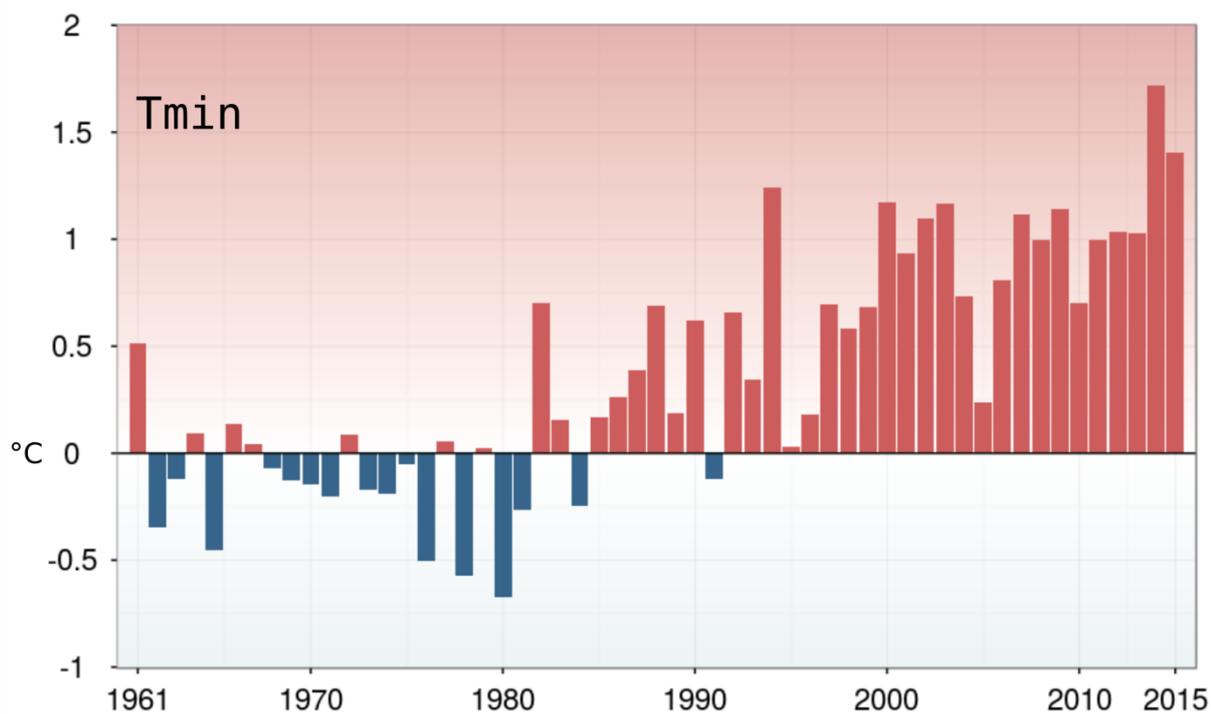


Figura 3.12: Serie delle anomalie medie annuali della temperatura minima e massima in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.

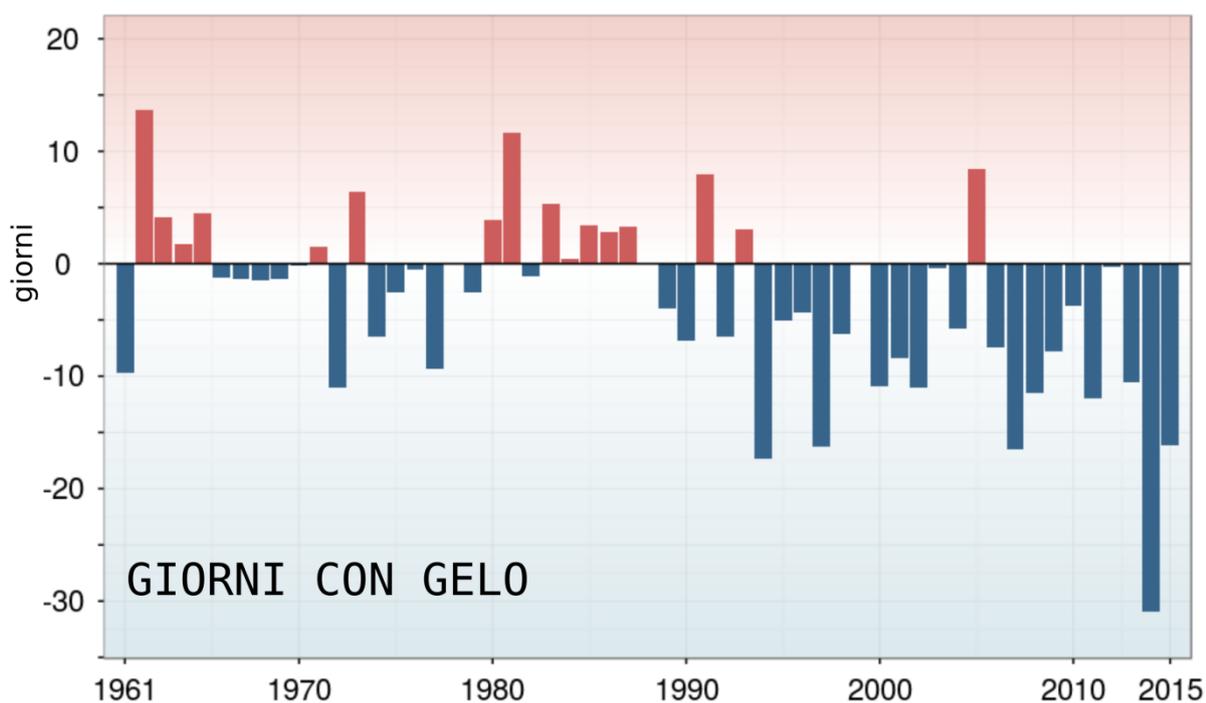


Figura 3.13: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con gelo in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.

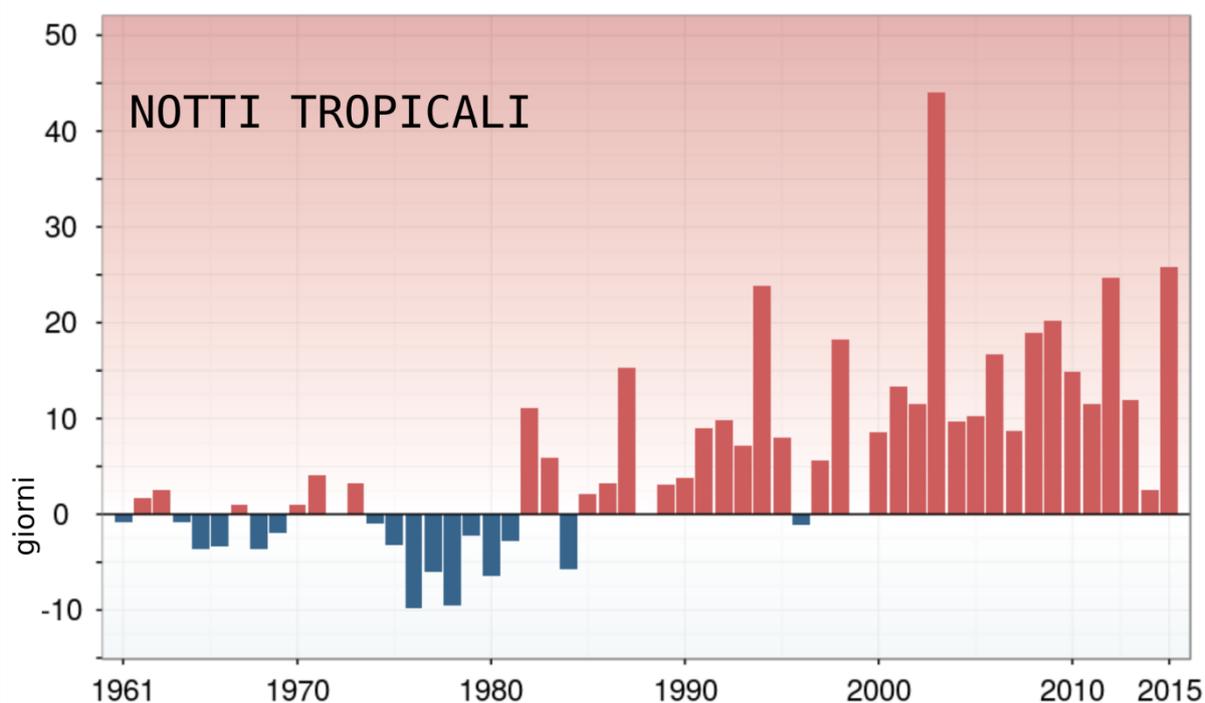


Figura 3.14: Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti tropicali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.

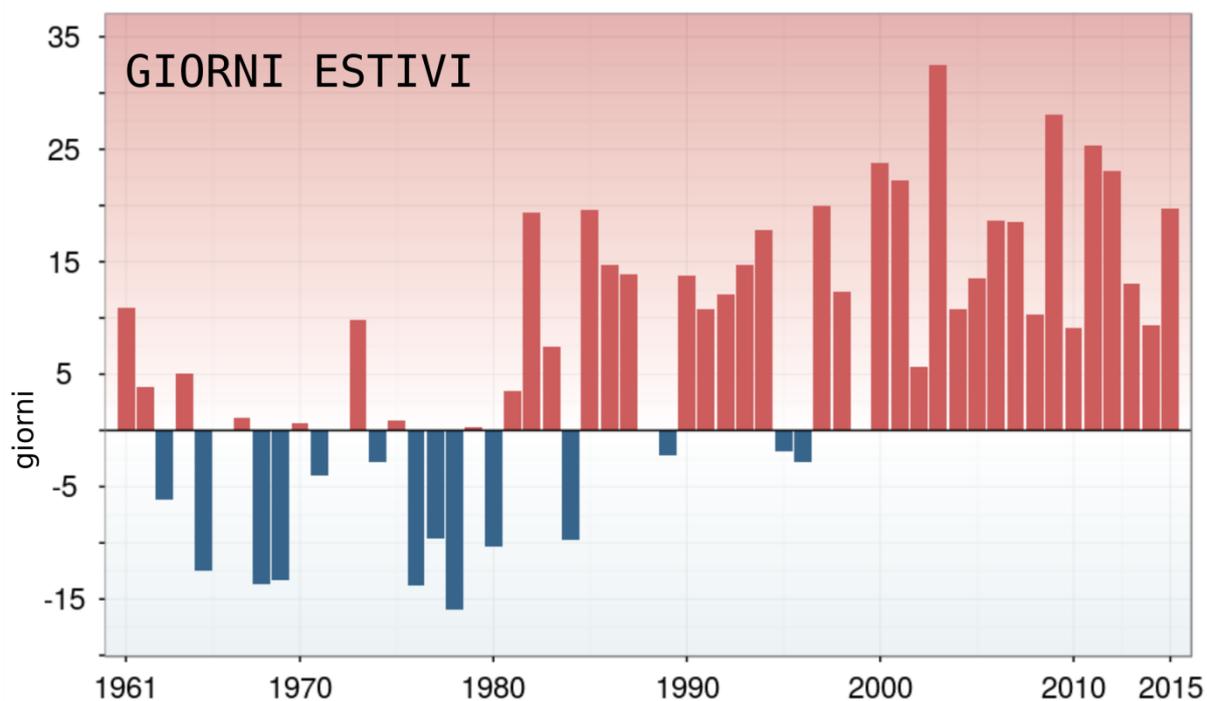


Figura 3.15: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.

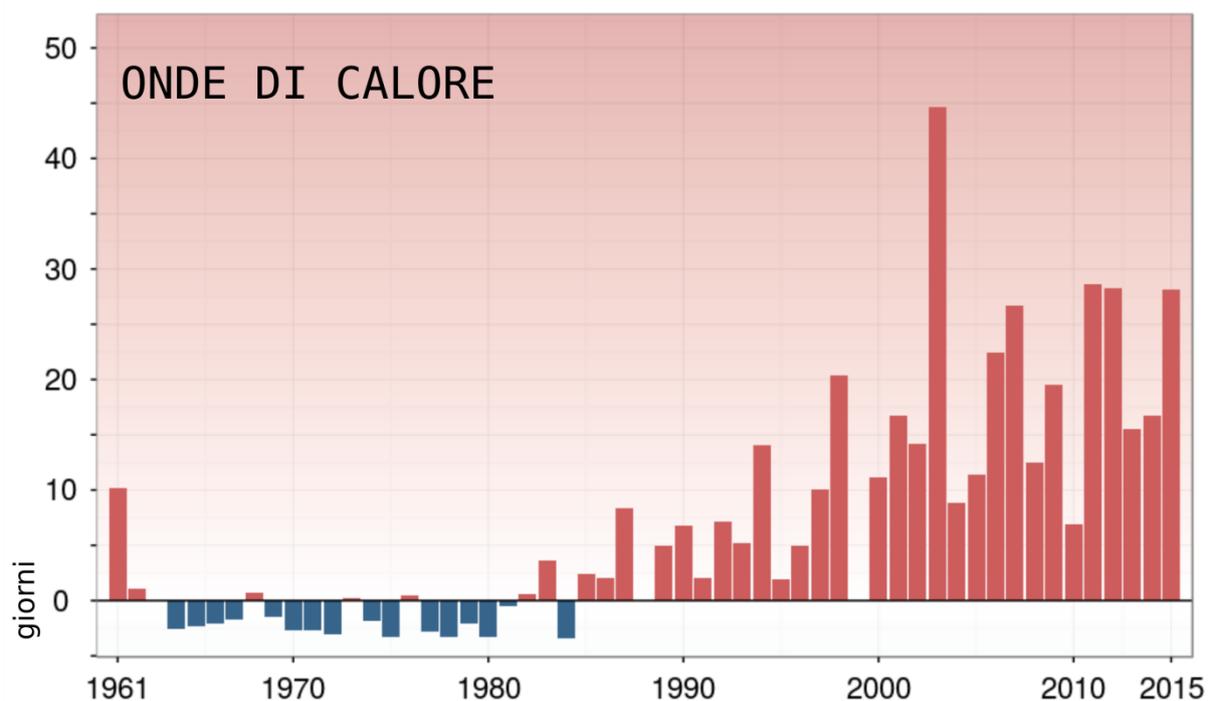


Figura 3.16: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.

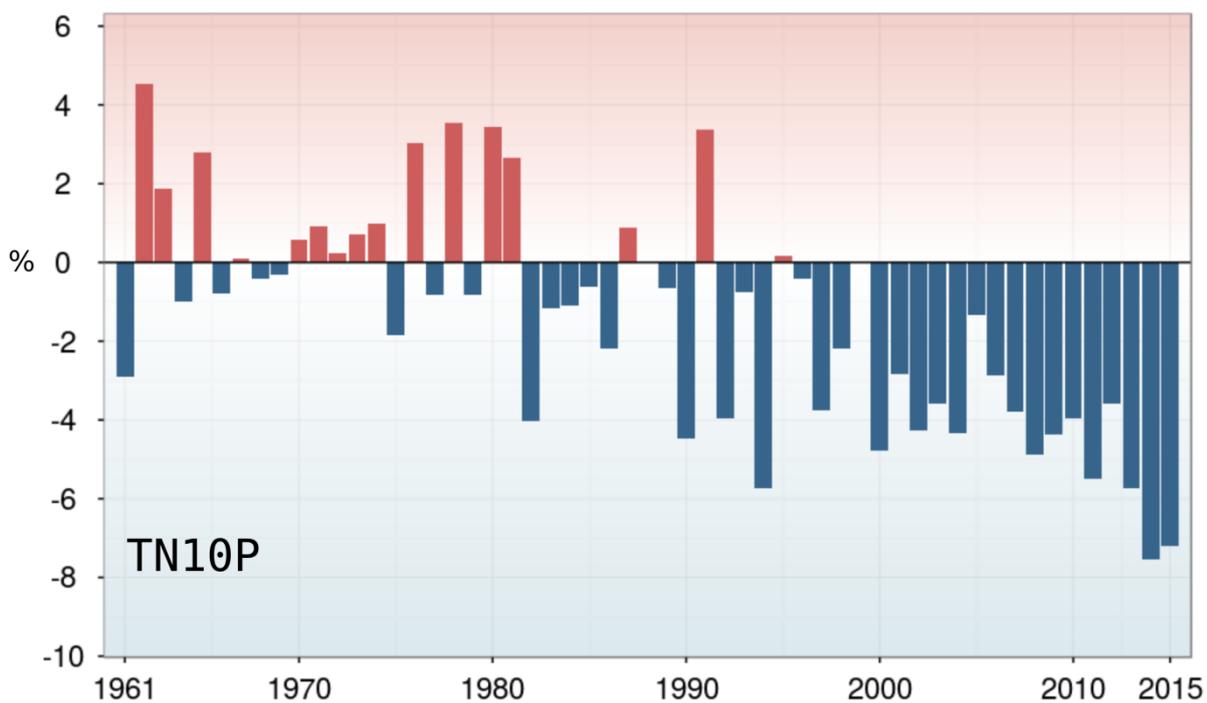


Figura 3.17: Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti fredde in Italia (TN10p), espresso in % di giorni/anno rispetto al valore normale 1961-1990.

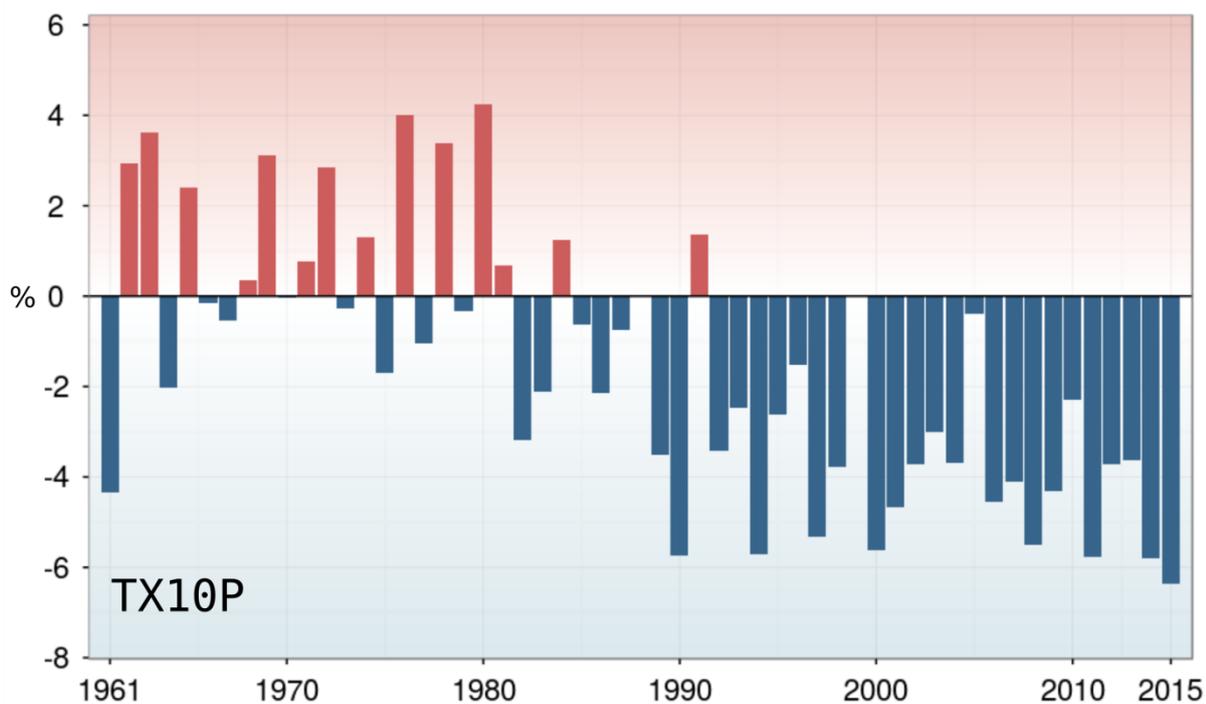


Figura 3.18: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni freddi in Italia (TX10p), espresso in % di giorni/anno rispetto al valore normale 1961-1990.

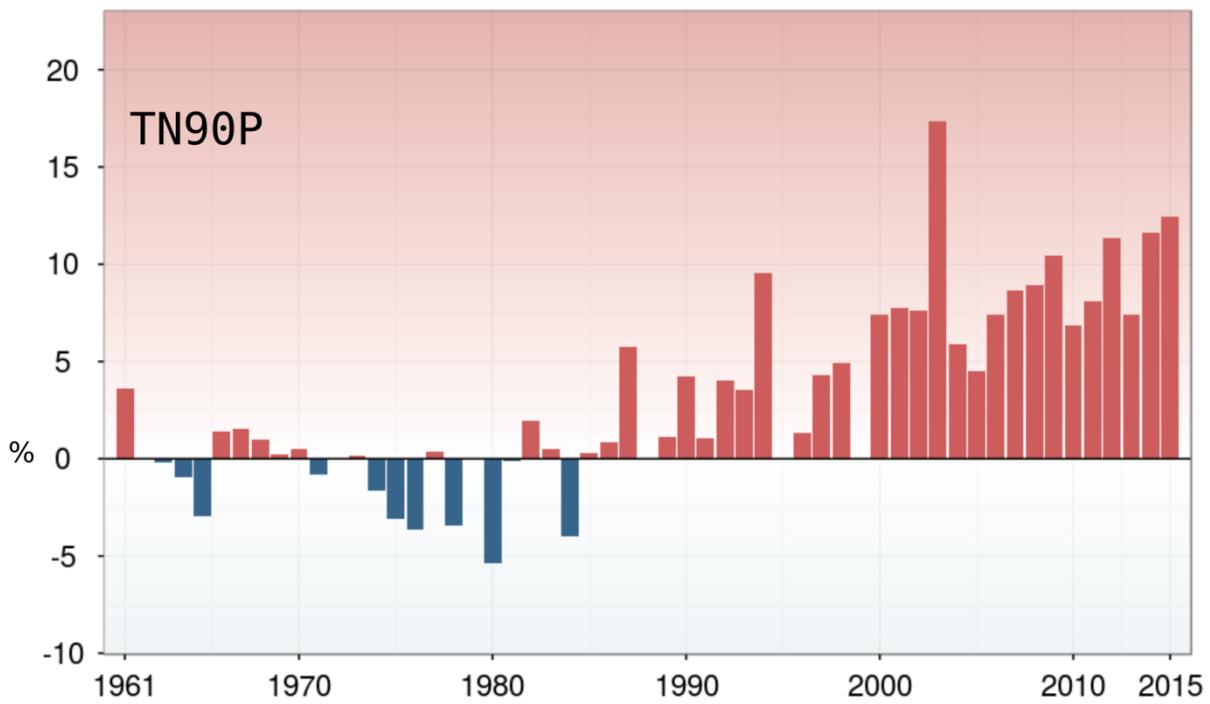


Figura 3.19: Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti calde in Italia (TN90p), espresso in % di giorni/anno rispetto al valore normale 1961-1990.

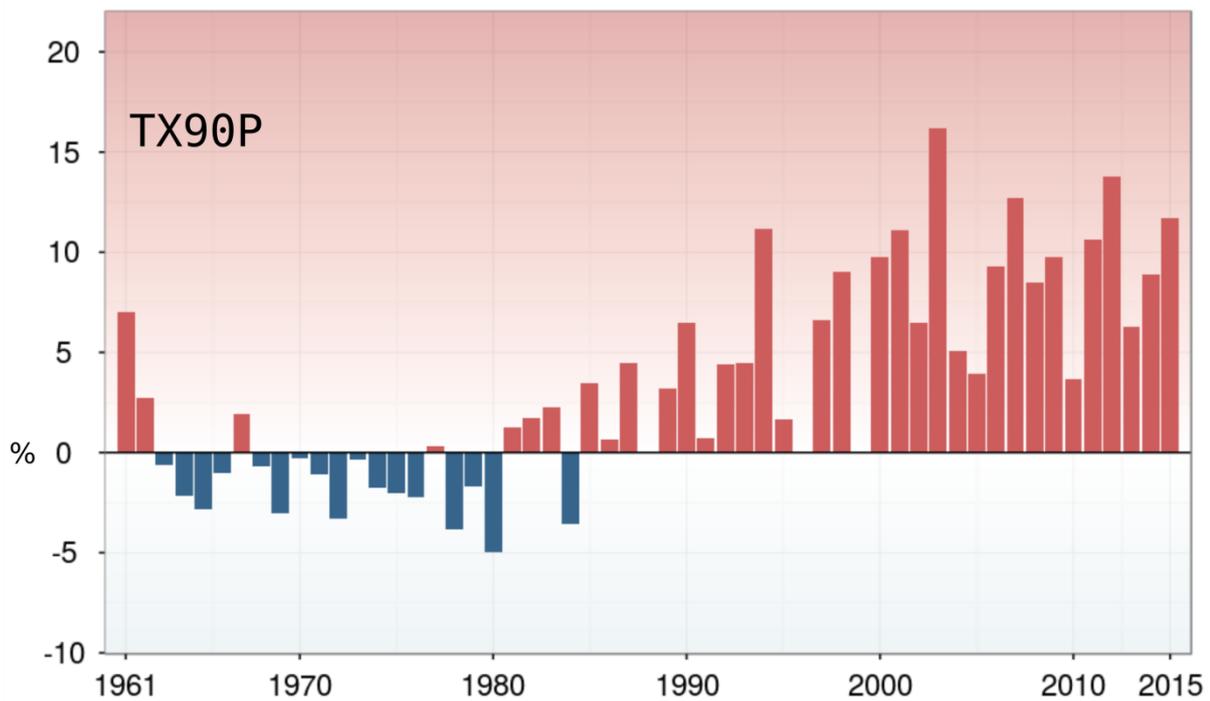


Figura 3.20: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni caldi in Italia (TX90p), espresso in % di giorni/anno rispetto al valore normale 1961-1990.

4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE

Gli indicatori 2015 della temperatura superficiale dei mari italiani sono stati calcolati a partire dai dati elaborati dalla *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Questi dati rappresentano le stime dei valori medi mensili su un grigliato regolare alla risoluzione spaziale di $2^\circ \times 2^\circ$, ottenute dal lavoro di ricostruzione spaziale stabile della temperatura superficiale del mare a scala globale [18,19]. 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**):

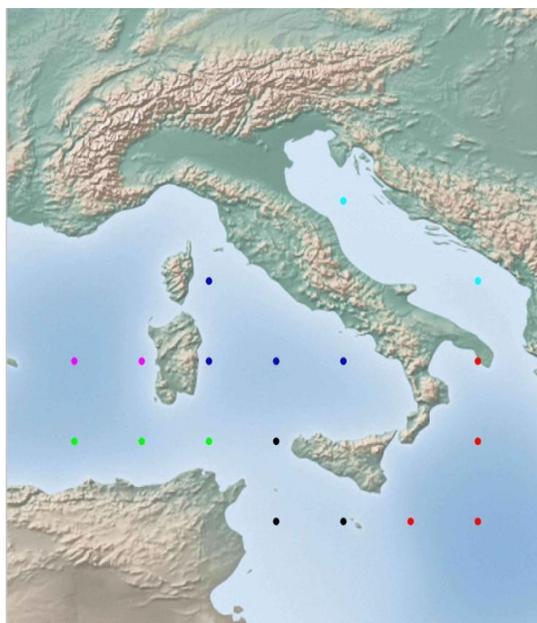


Figura 4.1: Tirreno: punti blu; Adriatico: punti celeste; Ionio: punti rossi; Canale di Sicilia: punti neri; Canale di Sardegna: punti verdi; Mare di Sardegna: punti viola.

I valori medi annui della temperatura media superficiale dei mari italiani nel 2015, così ottenuti, sono compresi tra 19.5°C (Adriatico) e 21.0°C (Ionio) (**figura 4.2**).

Per tutti i mari i valori mensili più bassi si registrano nel mese di febbraio, e i valori massimi nel mese di agosto. Il valore minimo è stato registrato nel mare Adriatico (13.7°C), quello massimo nello Ionio (28.0°C). Analogamente alla temperatura dell'aria, la temperatura superficiale dei mari italiani nel 2015 (**figura 4.3**) è stata nettamente superiore alla media climatologica 1961-1990. L'anomalia media è stata positiva in tutti i mesi dell'anno, più intensa nei mesi estivi e con massimo a luglio ($+2.3^\circ\text{C}$).

Esaminando la serie delle anomalie medie annuali rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, il 2015, con un'anomalia media di $+1.28^\circ\text{C}$, si colloca al 1° posto dell'intera serie, superando il precedente record del 2012. Negli ultimi 19 anni l'anomalia media è stata sempre positiva (**figura 4.4**).

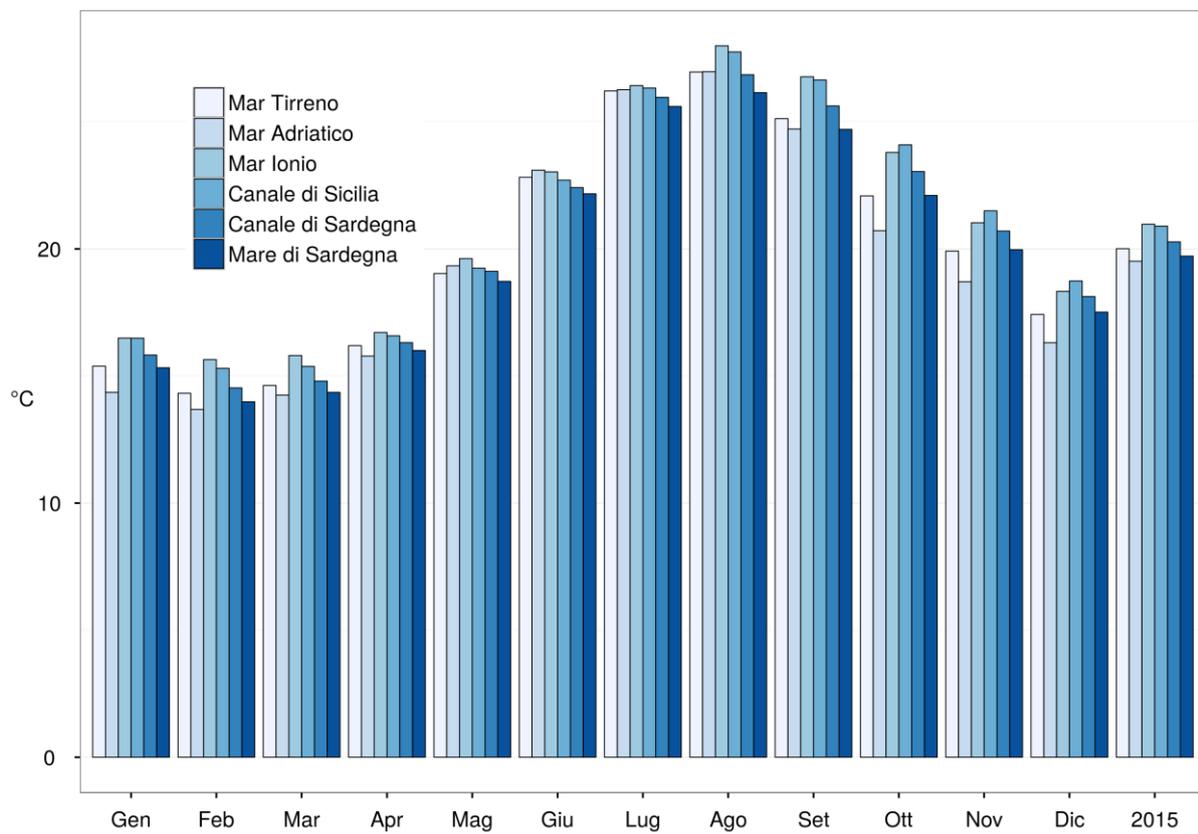


Figura 4.2: *Temperatura media superficiale del mare 2015 in Italia (annuale e mensile). Elaborazione ISPRA su dati NOAA.*

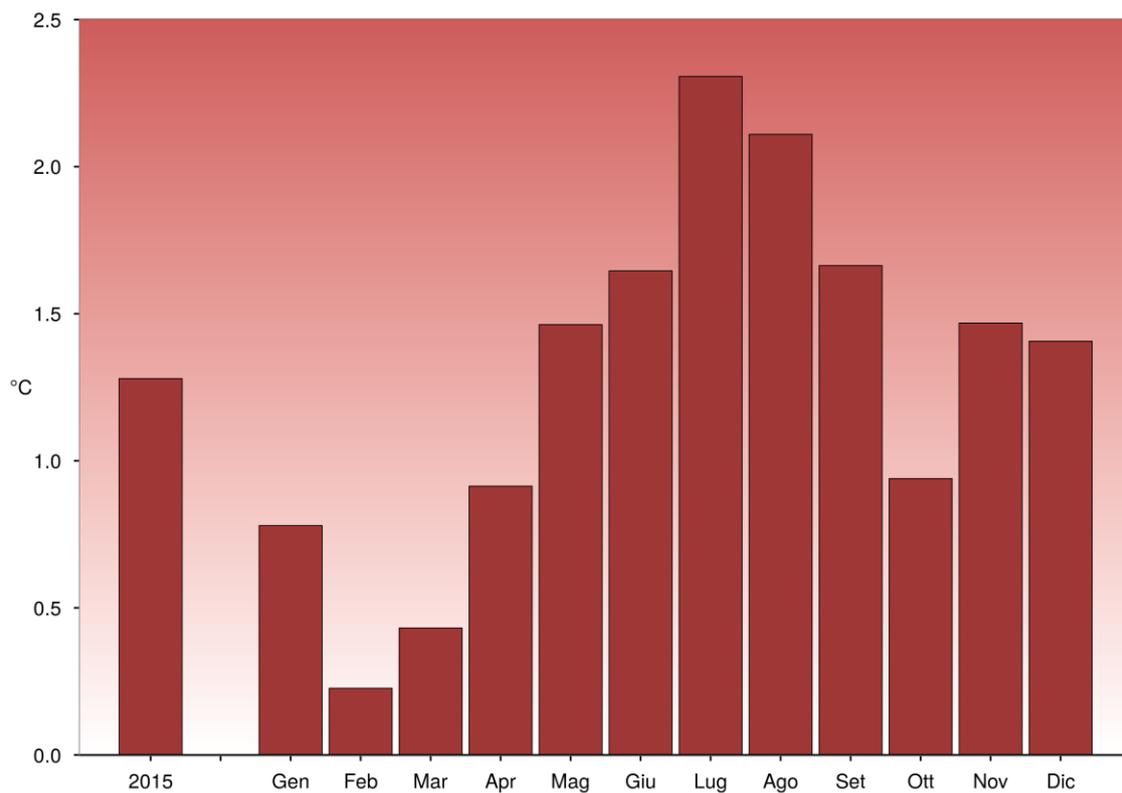


Figura 4.3: Anomalia media 2015 (annuale e mensile) della temperatura media superficiale dei mari italiani rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.

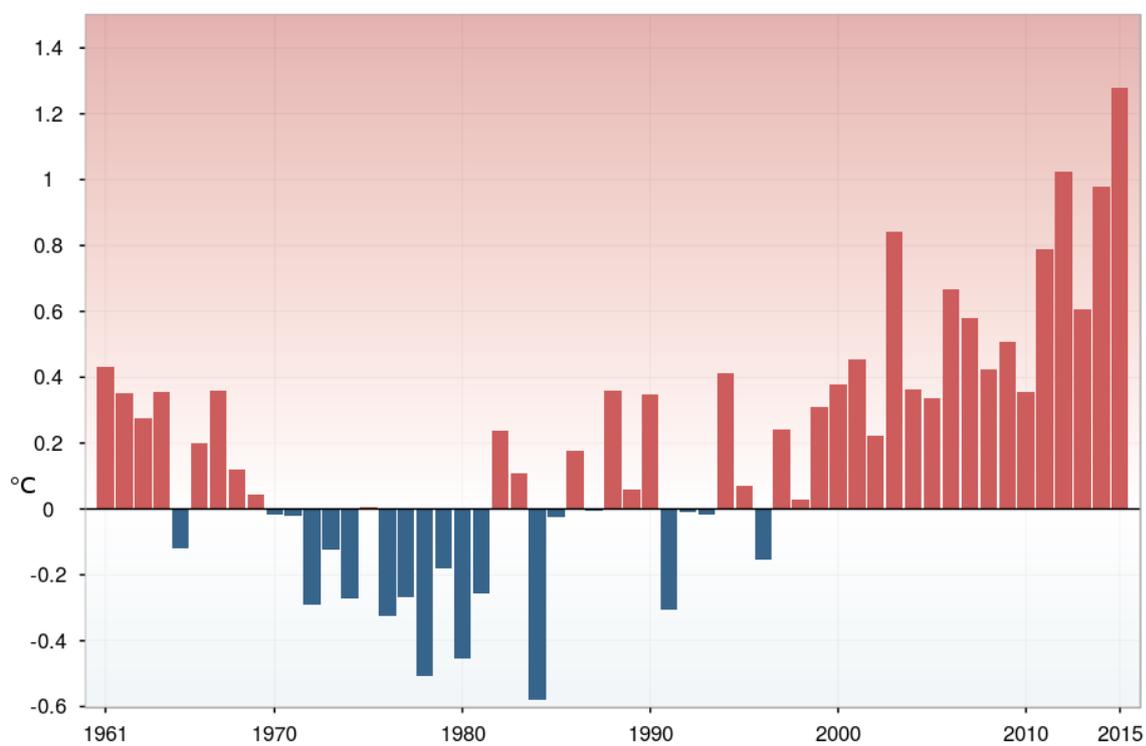


Figura 4.4: Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media superficiale dei mari italiani, rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.

5. PRECIPITAZIONE

Anno 2015

Nella **figura 5.1** sono rappresentate le precipitazioni cumulate annuali calcolate sulle serie di dati disponibili per il 2015. Le stazioni di misura sono rappresentate da simboli diversi a seconda della rete di appartenenza.

I valori di precipitazione cumulata più elevati del 2015 sono stati registrati da Linguaglossa (CT, 590 m s.l.m.) della rete agrometeorologica regionale della Sicilia, con 2726 mm e da Musi (UD, 620 m s.l.m.) della rete regionale del Friuli Venezia Giulia, con 2429 mm.

L'andamento delle precipitazioni in Italia nel corso del 2015 è illustrato dal grafico di **figura 5.2** e dalle mappe delle **figure 5.3–5.5**. I valori di anomalia della precipitazione cumulata sono stati calcolati rispetto al valore climatologico 1951-1980, trentennio che garantisce una migliore copertura spaziale delle stazioni con dati utili.

Le precipitazioni cumulate annuali del 2015 in Italia sono state complessivamente inferiori alla media climatologica del 13% circa. Il valore medio di anomalia annuale presenta sensibili differenze tra diverse aree del territorio italiano. Al Nord ed al Centro il 2015 è stato nettamente meno piovoso della norma, al Sud e sulle Isole pressoché nella norma.

Al Nord e al Centro il clima è stato più piovoso della norma a febbraio, marzo, agosto ed ottobre, con anomalia positiva più consistente a febbraio al Nord e a marzo, agosto ed ottobre al Centro; al Nord e al Centro è stato nettamente meno piovoso della norma a luglio e soprattutto a novembre e dicembre, con un record di anomalia negativa pari a -97% circa al Centro a dicembre. Al Sud e sulle Isole il clima è stato più piovoso della norma da gennaio a marzo, a giugno e da agosto ad ottobre, con anomalie positive più consistenti a febbraio, marzo, agosto ed ottobre, con un record di anomalia positiva pari a +85% circa a febbraio; il clima è stato nettamente più secco della norma ad aprile e a dicembre.

Le **figure 5.3** e **5.4** mostrano la distribuzione spaziale dell'anomalia di precipitazione cumulata annuale del 2015, espressa rispettivamente come differenza percentuale e come differenza in mm di precipitazione rispetto al valore climatologico 1951-1980. Le mappe delle **figure 5.5a** e **5.5b** mostrano l'andamento delle precipitazioni sul territorio nazionale mese per mese: spiccano le forti anomalie negative dei mesi di novembre e dicembre; quella di dicembre, in particolare, si riferisce alla quasi totale assenza di precipitazioni praticamente su tutto il territorio nazionale.

La realizzazione delle mappe comporta uno *smoothing* dei valori di anomalia, per cui le anomalie positive o negative di singole stazioni possono superare significativamente gli estremi della scala riportata sulla destra di ogni mappa. Inoltre, per quanto riguarda la Sardegna le mappe sono rappresentative solo di un numero limitato di stazioni costiere, in quanto il sistema SCIA non dispone, ad oggi, di valori normali mensili ad alta risoluzione spaziale per questa regione. Come per le temperature, stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia su tutte le figure, in modo da renderne più facile e immediato il confronto.

Variazioni e tendenze

L'andamento delle precipitazioni in Italia negli ultimi decenni è illustrato dalle serie di anomalie di precipitazione cumulata annuale nel periodo 1951-2015, rispetto al valore climatologico 1951-1980 (**figura 5.6**). In considerazione sia della notevole variabilità spaziale e temporale delle precipitazioni che della disomogenità dei dati disponibili, le tre serie (Nord, Centro, Sud e Isole) sono state calcolate aggregando spazialmente i dati con il metodo dei poligoni di Thiessen (o tassellatura di Voronoi) [20]. I criteri di selezione delle serie e il procedimento adottato per il calcolo delle anomalie annuali nelle tre macro-aree è descritto in [10].

Nel 2015 le precipitazioni cumulate annuali sono state inferiori alla media climatologica al Nord (-21%) e al Centro (-17%), mentre al Sud e sulle Isole sono state in media praticamente uguali al valore normale 1951-1980.

Nella tabella 2 vengono riassunti i trend della precipitazione cumulata, calcolati con un modello di regressione lineare. Le stime sono sostanzialmente confermate anche applicando un modello non parametrico (stimatore di Theil-Sen e test di Mann-Kendall, [21]).

Sia su base annuale (le tre serie rappresentative di per Nord, Centro, Sud e isole, **figura 5.6**) che su base stagionale (serie aggregata rappresentativa dell'intero territorio nazionale, **figura 5.7**), non risultano tendenze statisticamente significative. Va ricordato che per l'inverno, la precipitazione cumulata stagionale di un certo anno viene determinata aggregando i mesi di gennaio e febbraio con il mese di dicembre dell'anno precedente.

PRECIPITAZIONE CUMULATA	TREND (%/10 anni)
ANNUALE	
Nord	(-1.2 ± 2.0)
Centro	(-1.8 ± 2.1)
Sud e Isole	(-1.8 ± 2.2)
STAGIONALE (Italia)	
Inverno	(-2.3 ± 4.5)
Primavera	(-0.2 ± 2.7)
Estate	(0.2 ± 3.9)
Autunno	(-0.8 ± 2.8)

Tabella 2: Trend stimati (e relative deviazioni standard) delle precipitazioni cumulate dal 1951 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi.

Freuenza, intensità, estremi

Nella **figura 5.8** sono rappresentate le precipitazioni massime giornaliere registrate nel 2015. 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.

Il valore più elevato è stato registrato dalla stazione di Linguaglossa (CT, 590 m s.l.m.) della rete agrometeorologica regionale della Sicilia, in occasione dell'evento estremo del 1 ottobre 2015: 365 mm. Segue la stazione di Fiorino (GE, 236 m s.l.m.) della rete regionale della Liguria che il 16 giugno ha registrato 302.8 mm di precipitazione cumulata giornaliera.

Nella **figura 5.9** sono rappresentate le precipitazioni massime orarie registrate nel 2015. Tra le stazioni con serie di dati orari disponibili (5 regioni non sono rappresentate), i valori più elevati sono stati registrati in Liguria a Levante San Gottardo (SP, 129,2 mm), seguito da Alpe Gorreto (GE, 114,2 mm).

Le precipitazioni massime giornaliere di circa 60 stazioni con i necessari requisiti di continuità e completezza delle serie e distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale, sono state elaborate e aggregate spazialmente per ricavare 3 serie di anomalie annuali rispetto al periodo climatologico 1961-1990, rappresentative dell'andamento nel tempo di questo indicatore in Italia (**figura 5.10**). Dall'analisi di queste serie non emergono segnali statisticamente significativi di variazioni; tuttavia, dalla serie relativa al Nord si nota come negli ultimi 30 anni, solo 7 hanno registrato un valore inferiore alla media climatologica e negli ultimi 8 anni solo il 2013, oltre al 2015, ha registrato un valore inferiore alla media climatologica; dalla serie relativa all'Italia meridionale si nota che anche il 2015, come gli ultimi 13 anni (ad eccezione del 2007), presenta un valore medio delle precipitazioni massime giornaliere più elevato di quello normale di riferimento.

Nella **figura 5.14** sono rappresentati i valori del numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm. I valori più elevati si registrano a Ventimiglia e Capo Mele (Liguria) con 326 giorni. Il valore più basso è stato registrato dalla stazione di Passo Cereda (TN, 237 giorni) seguito da Alagna (VC, 242 giorni).

Nella **figura 5.15** sono rappresentati i valori di un indicatore di siccità, il *Consecutive Dry Days index* (CDD), che rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi nell'anno, con precipitazione giornaliera inferiore o uguale a 1 mm. I valori più bassi sono rappresentati da tre stazioni della rete sinottica nazionale: Passo di Giovi (6 giorni), Aviano (7 giorni) e Udine Rivolto (8 giorni); i valori più

alti dalla stazione di Lampedusa della rete sinottica con 135 giorni, seguita dalla stazione di Roccabernarda-Serrarossa della rete regionale della Calabria con 108 giorni e dalla stazione Arzachena mobile della rete regionale della Sardegna con 99 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 dell'OMM [13]. Vengono presentate le serie temporali di anomalia degli indici per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale, ottenuti aggregando i dati di un certo numero di stazioni appartenenti a ciascuna macro-area. 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 [15,16], sono descritti in [11]. Rispetto alle precedenti edizioni del rapporto, quest'anno è stato possibile incrementare sensibilmente il numero delle serie temporali utili al calcolo degli indici. Ciò grazie, in particolare, alla crescente disponibilità di serie di dati giornalieri, sia attraverso il sistema di accesso ai dati delle reti idrografiche regionali (www.hiscentral.isprambiente.gov.it/hiscentral/default.aspx), che attraverso alcuni portali web di accesso a dati storici regionali. Inoltre, per favorire l'ingresso 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 2015. L'aggiornamento della base di dati con cui sono stati ricalcolati e gli indici fa sì, d'altra parte, che emergano alcune incongruenze rispetto alle serie di indici presentate fino all'anno scorso. Tuttavia, come emerge da quanto segue, le principali conclusioni che si possono trarre dall'analisi delle serie rimangono sostanzialmente invariate.

L'indice R10 rappresenta il numero di giorni nell'anno con precipitazione ≥ 10 mm (**figura 5.11**). 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 5.12**). 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 ≥ 1 mm (**figura 5.13**). Tutte le serie temporali di questi indici, sottoposte ad analisi delle tendenze con modelli di regressione lineari o non parametrici [21], non mostrano trend statisticamente significativi dal 1971 al 2015, con l'unica eccezione dell'R95p in aumento al Sud e sulle Isole (+15.4 mm / 10 anni).

Complessivamente, dall'analisi delle serie temporali di questi indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo.

Tuttavia, dalla figura 5.13 si nota come l'indice SDII al Centro e al Sud e sulle Isole abbia registrato nel 2015 il valore più elevato dell'intera serie dal 1971, e dalla figura 5.12 come l'indice R95p al Sud abbia registrato nel 2015 il secondo valore più elevato dell'intera serie.

Va infine tenuto presente che i risultati sono stati ottenuti su un insieme ancora abbastanza limitato di stazioni di misura. Inoltre, per valutare in modo più approfondito l'esistenza di trend degli eventi di precipitazione intensa, sarebbe necessario elaborare lunghe serie osservative con frequenza oraria.

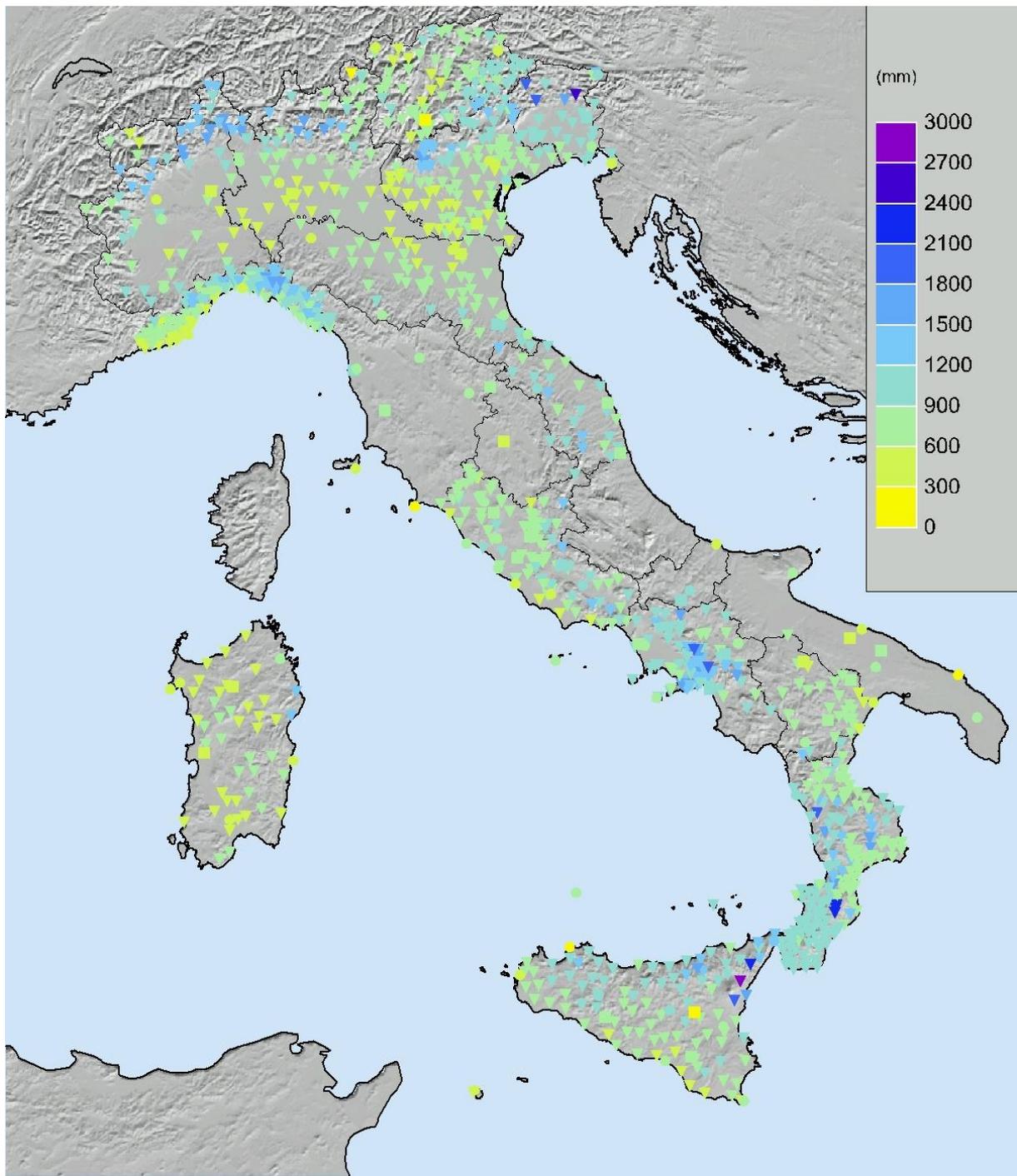


Figura 5.1: *Precipitazione cumulata 2015.*

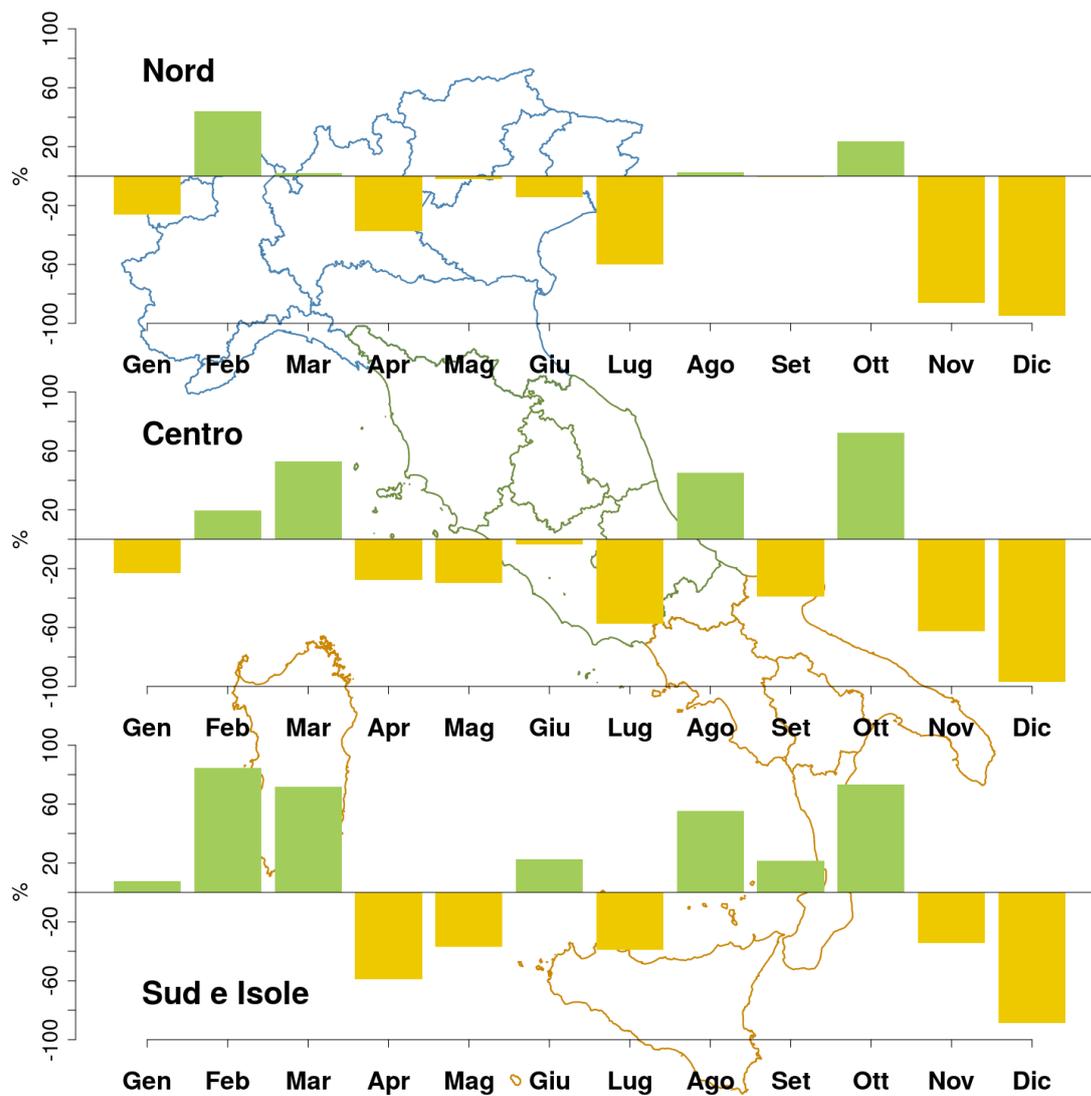


Figura 5.2: Anomalia media mensile 2015, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata rispetto al valore normale 1951-1980.

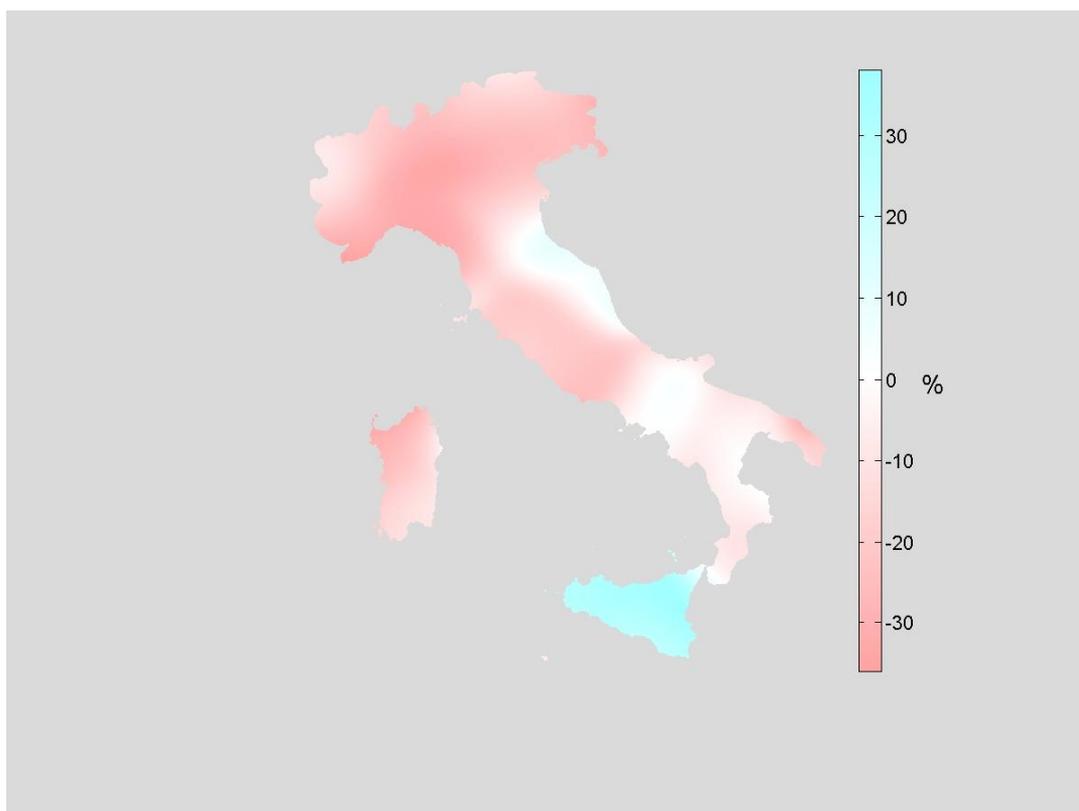


Figura 5.3: *Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2015, espressa in valori percentuali, rispetto al valore normale 1951-1980.*

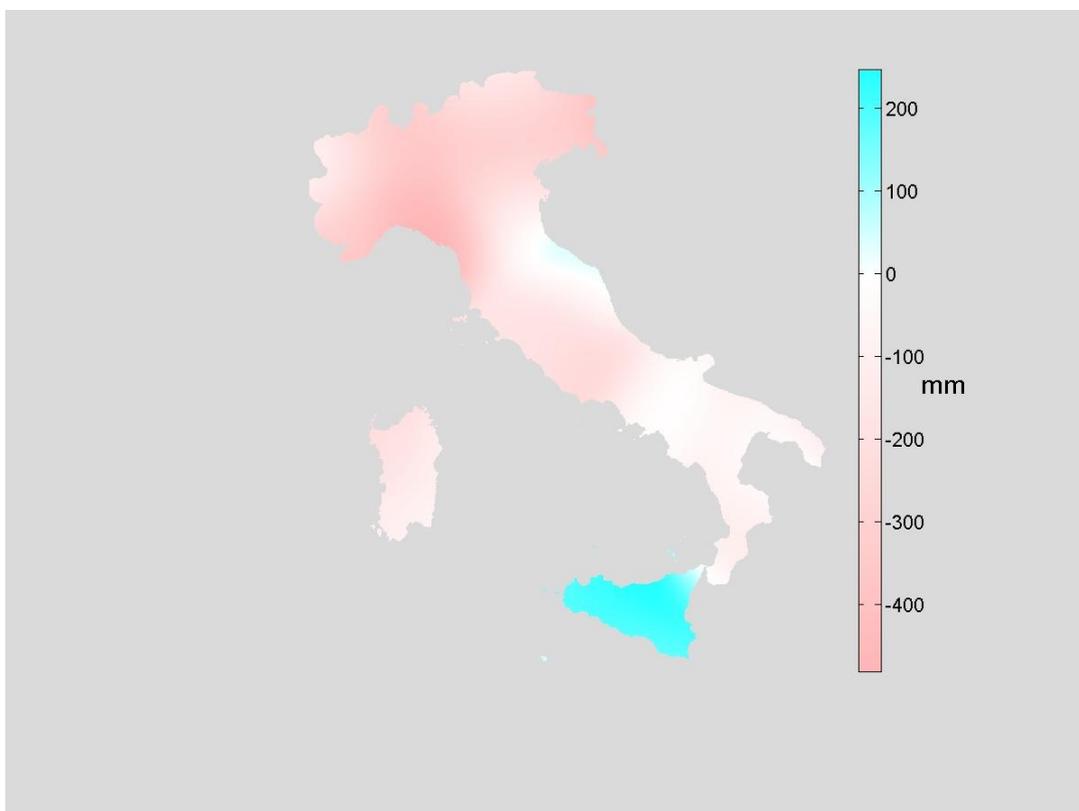


Figura 5.4: *Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2015, espressa in mm, rispetto al valore normale 1951-1980.*

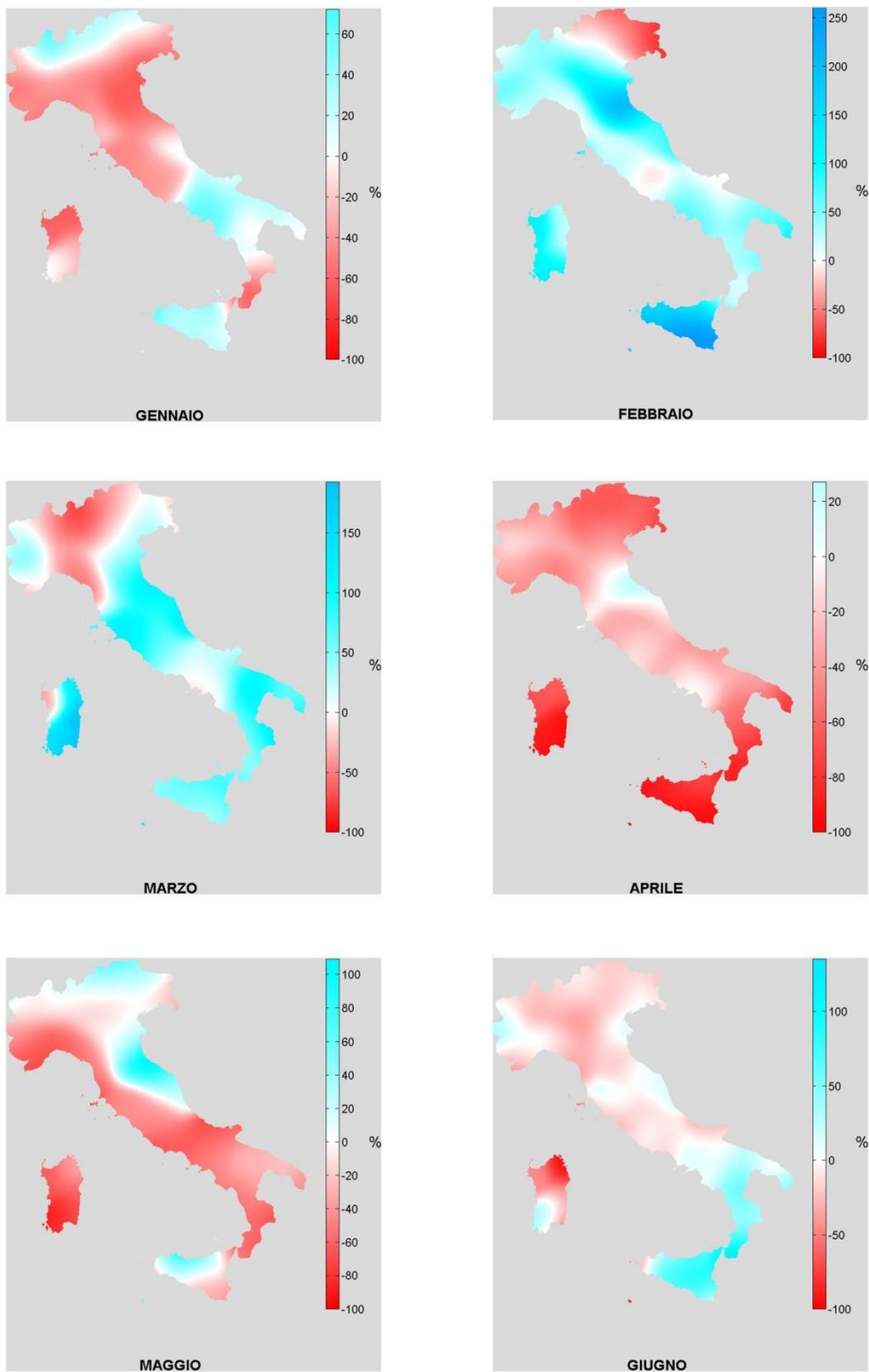


Figura 5.5a: Anomalie della precipitazione cumulata mensile (gennaio-giugno) 2015, espresse in %, rispetto al valore normale 1951-1980. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.

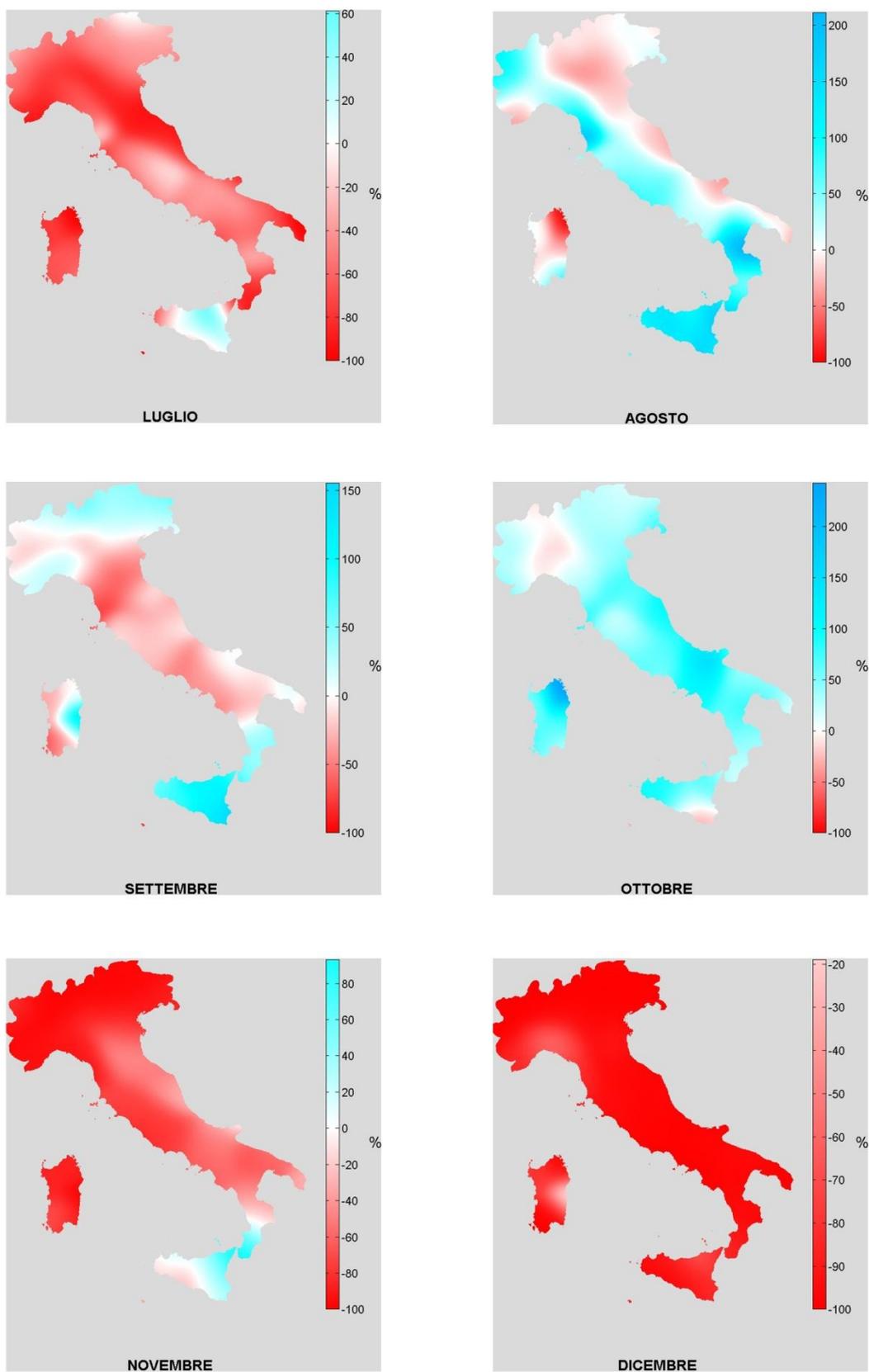


Figura 5.5b: Anomalie della precipitazione cumulata mensile (luglio-dicembre) 2015, espresse in %, rispetto al valore normale 1951-1980. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.

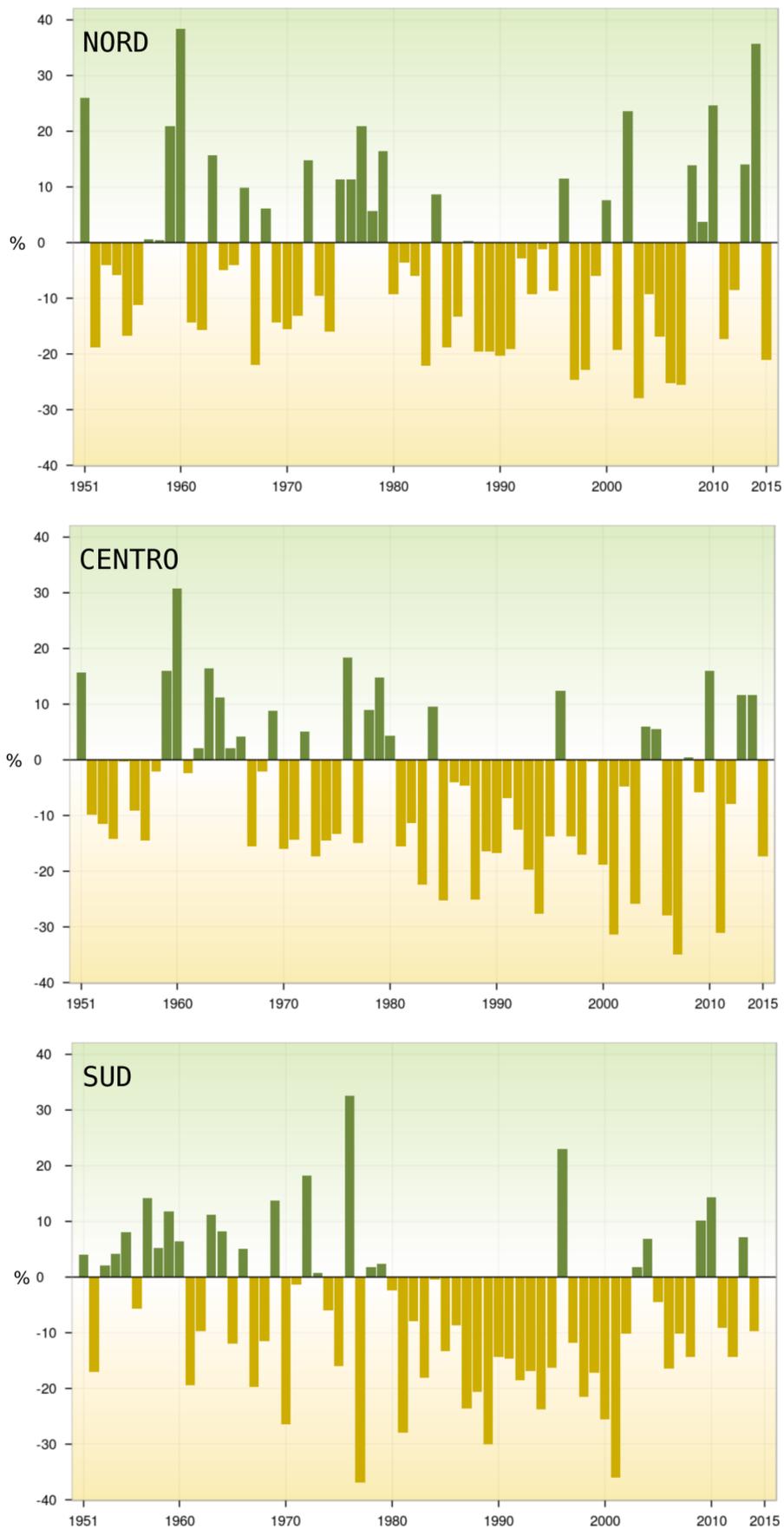


Figura 5.6: Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, espresse in %, della precipitazione cumulata annuale rispetto al valore normale 1951-1980.

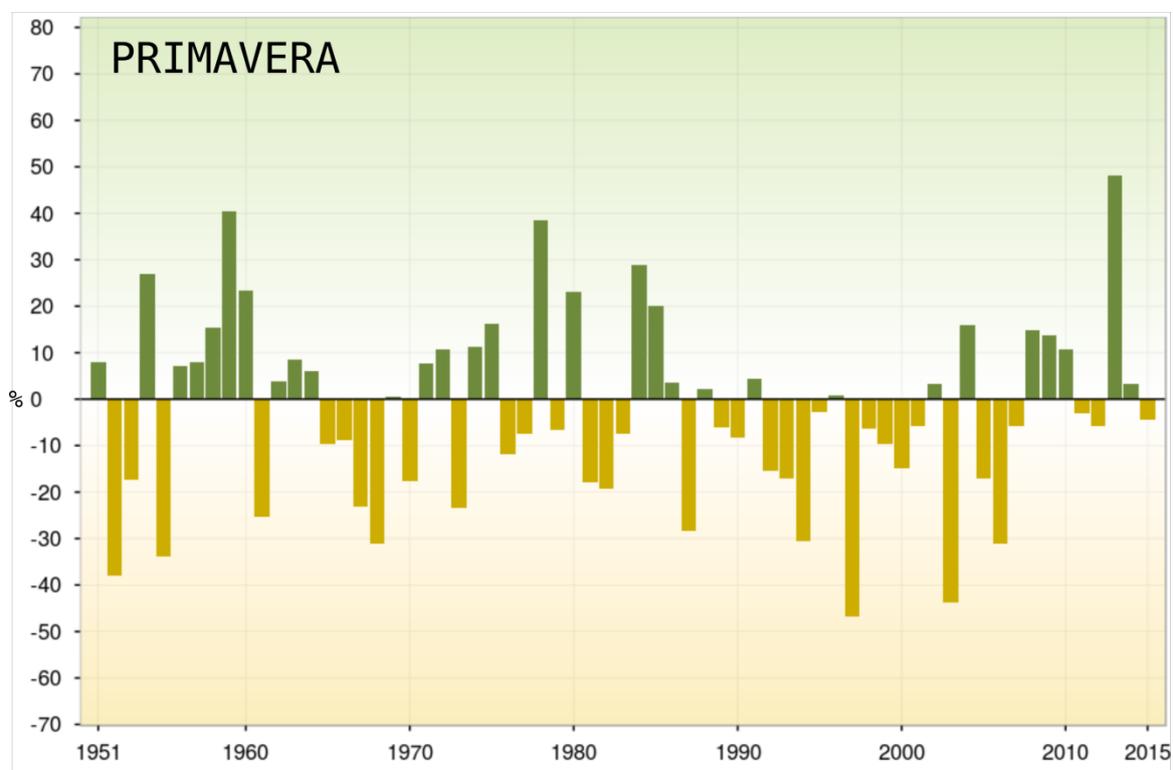
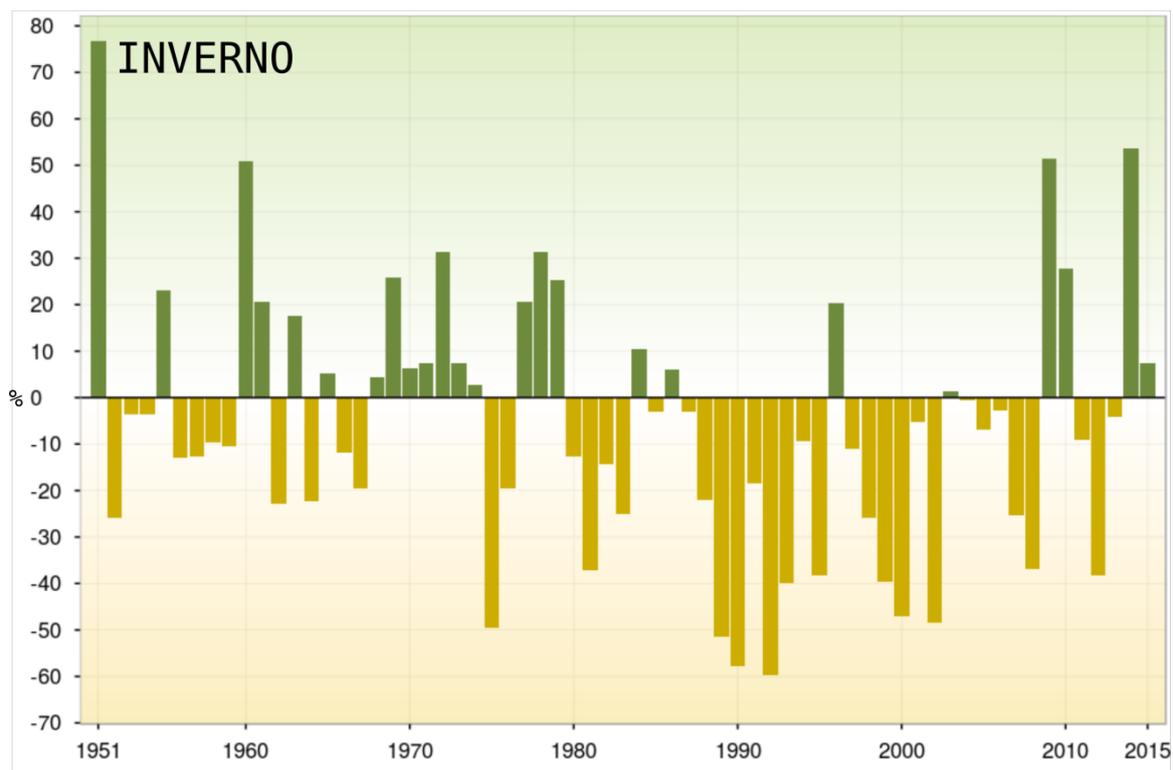


Figura 5.7a: Serie delle anomalie medie, espresse in %, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1951-1980 (inverno e primavera). Per l'inverno, sono stati aggregati i mesi di gennaio e febbraio 2015 con il mese di dicembre del 2014

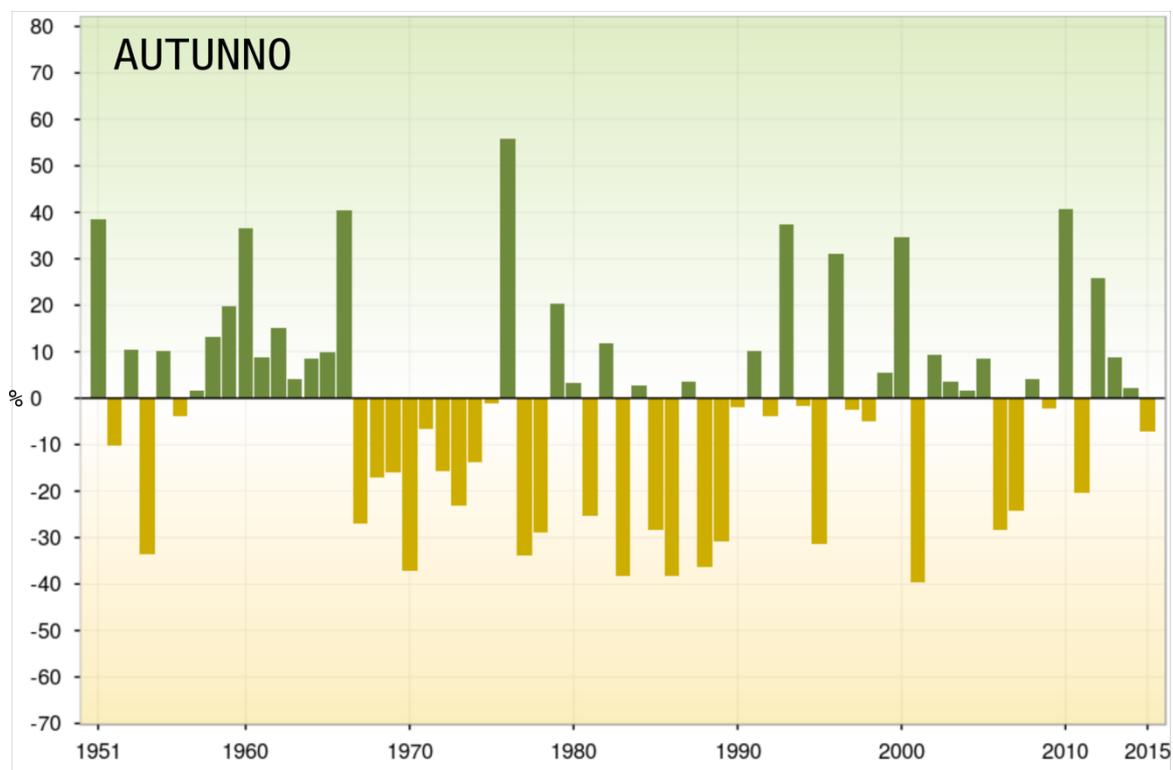
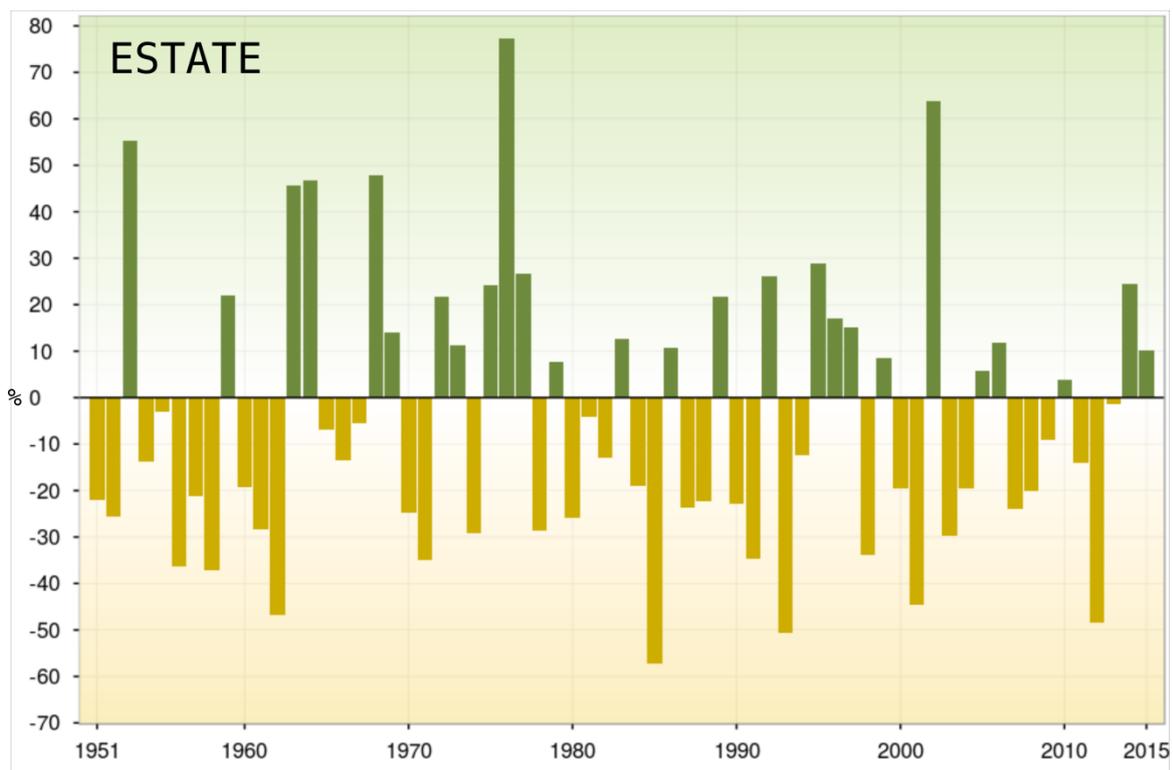


Figura 5.7b: Serie delle anomalie medie, espresse in %, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1951-1980 (estate e autunno).

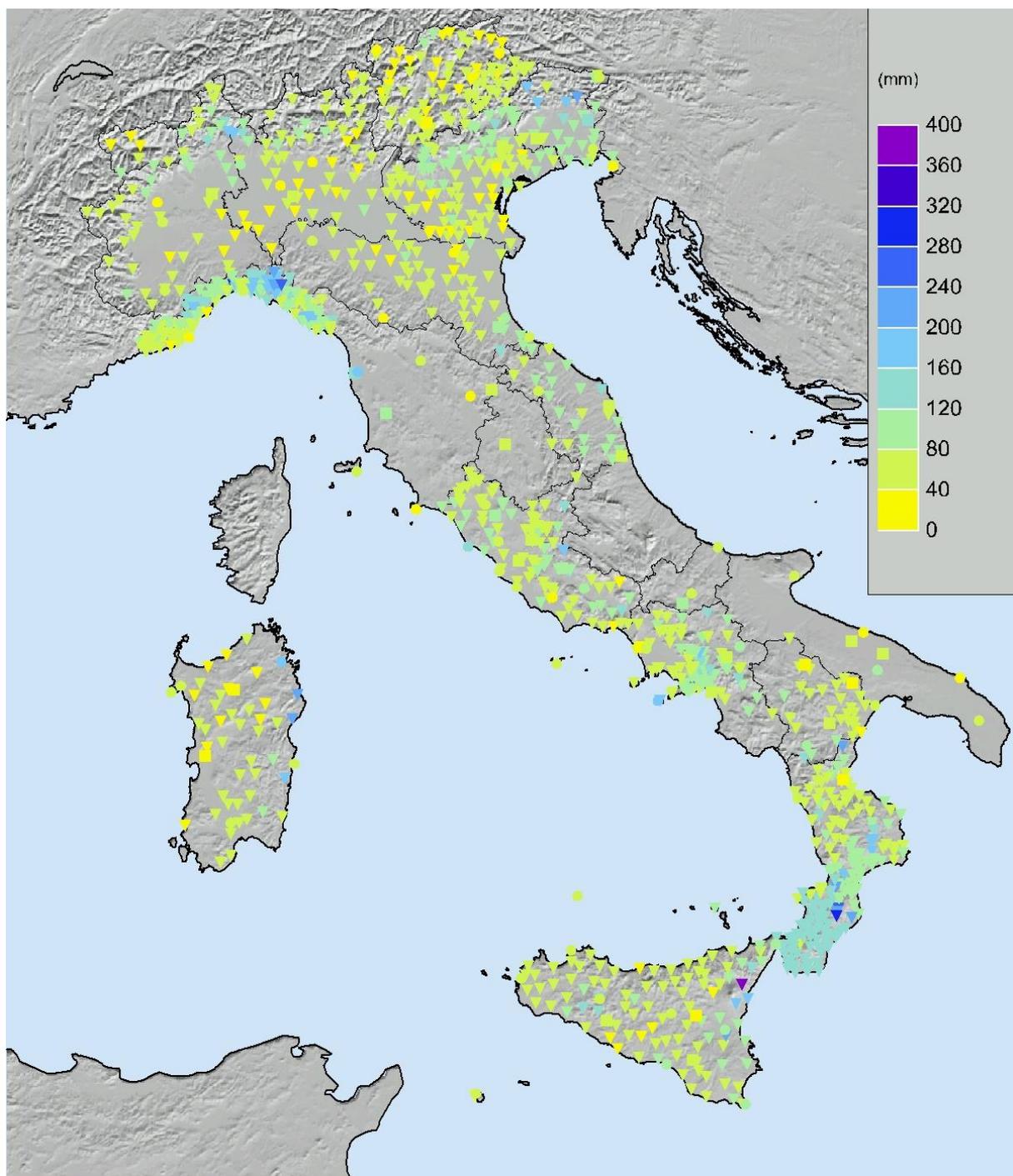


Figura 5.8: *Precipitazione massima giornaliera 2015.*

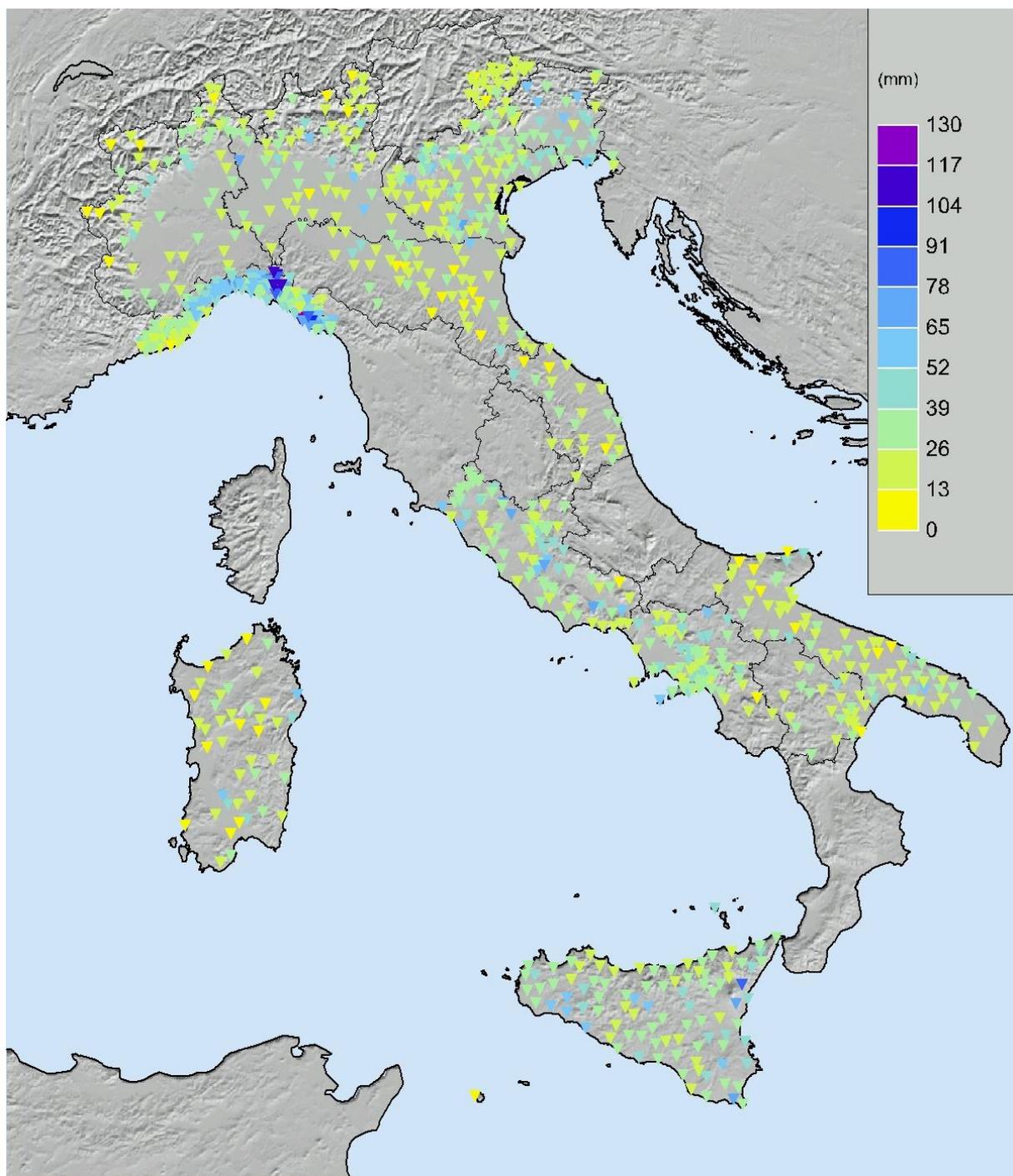


Figura 5.9: *Precipitazione massima oraria 2015.*

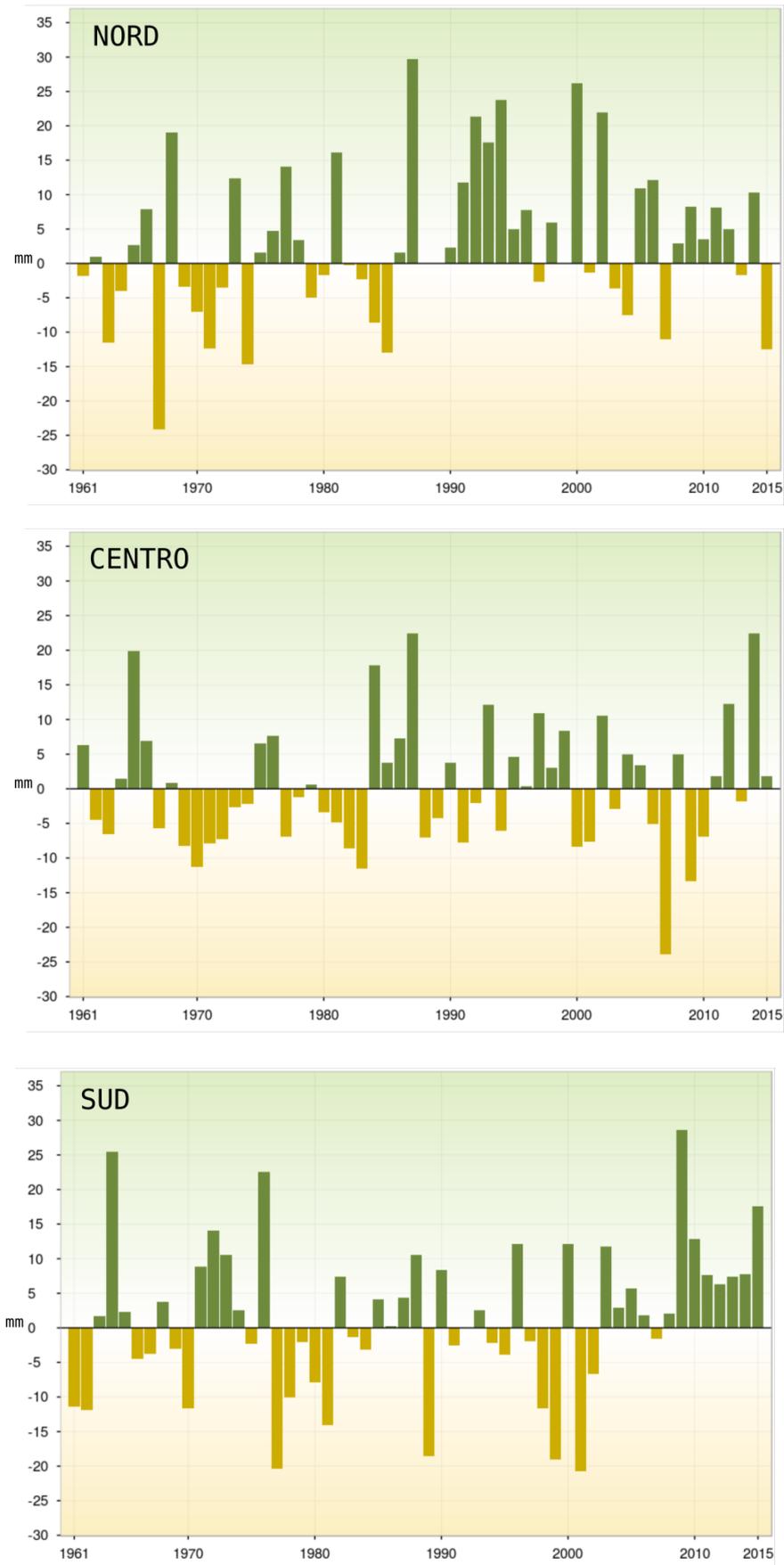


Figura 5.10: Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, delle precipitazioni massime giornaliere rispetto al valore normale 1961-1990.

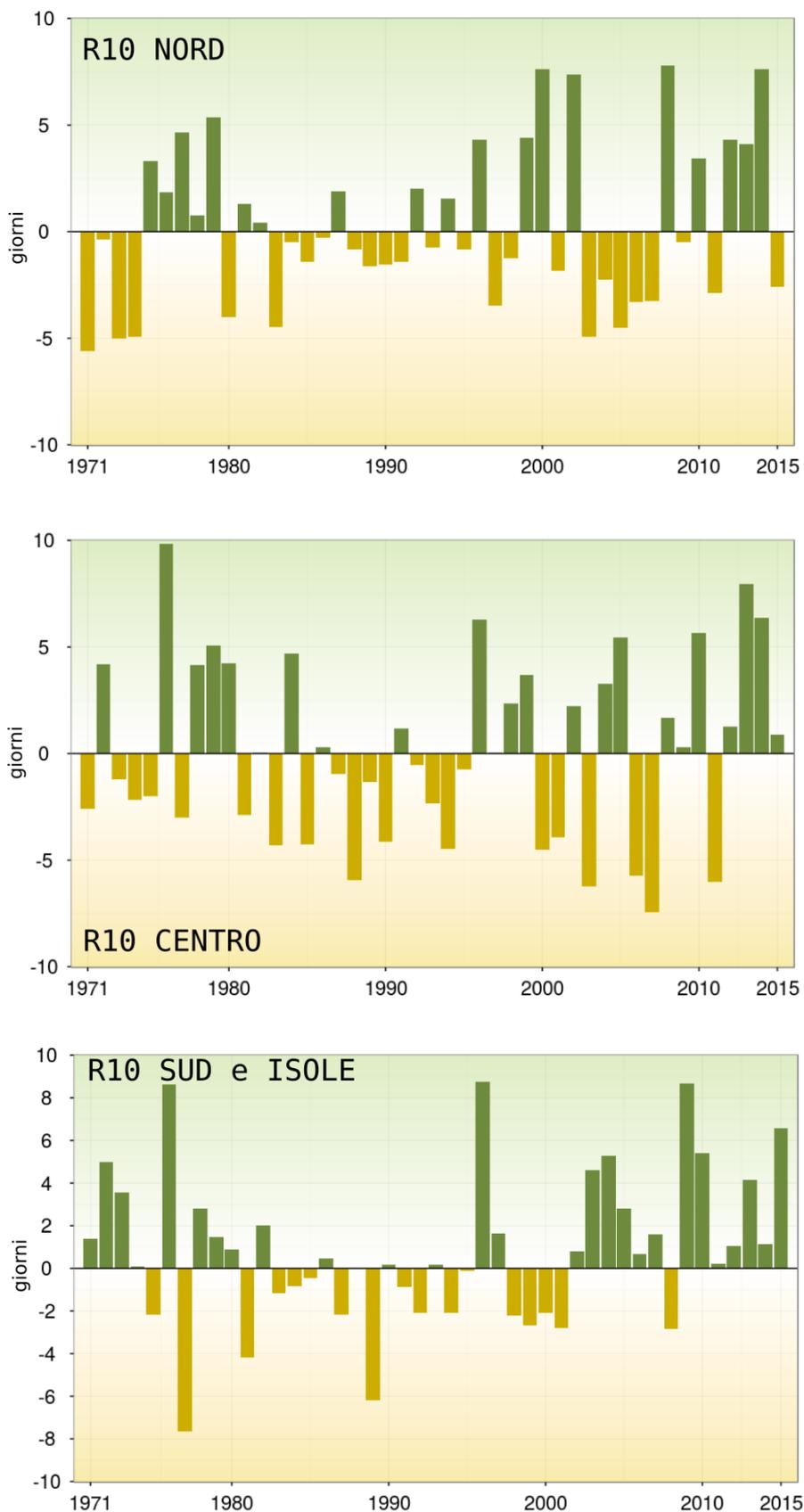


Figura 5.11: Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, del numero di giorni nell'anno con precipitazione superiore od uguale a 10 mm (R10), rispetto al valore normale 1971-2000.

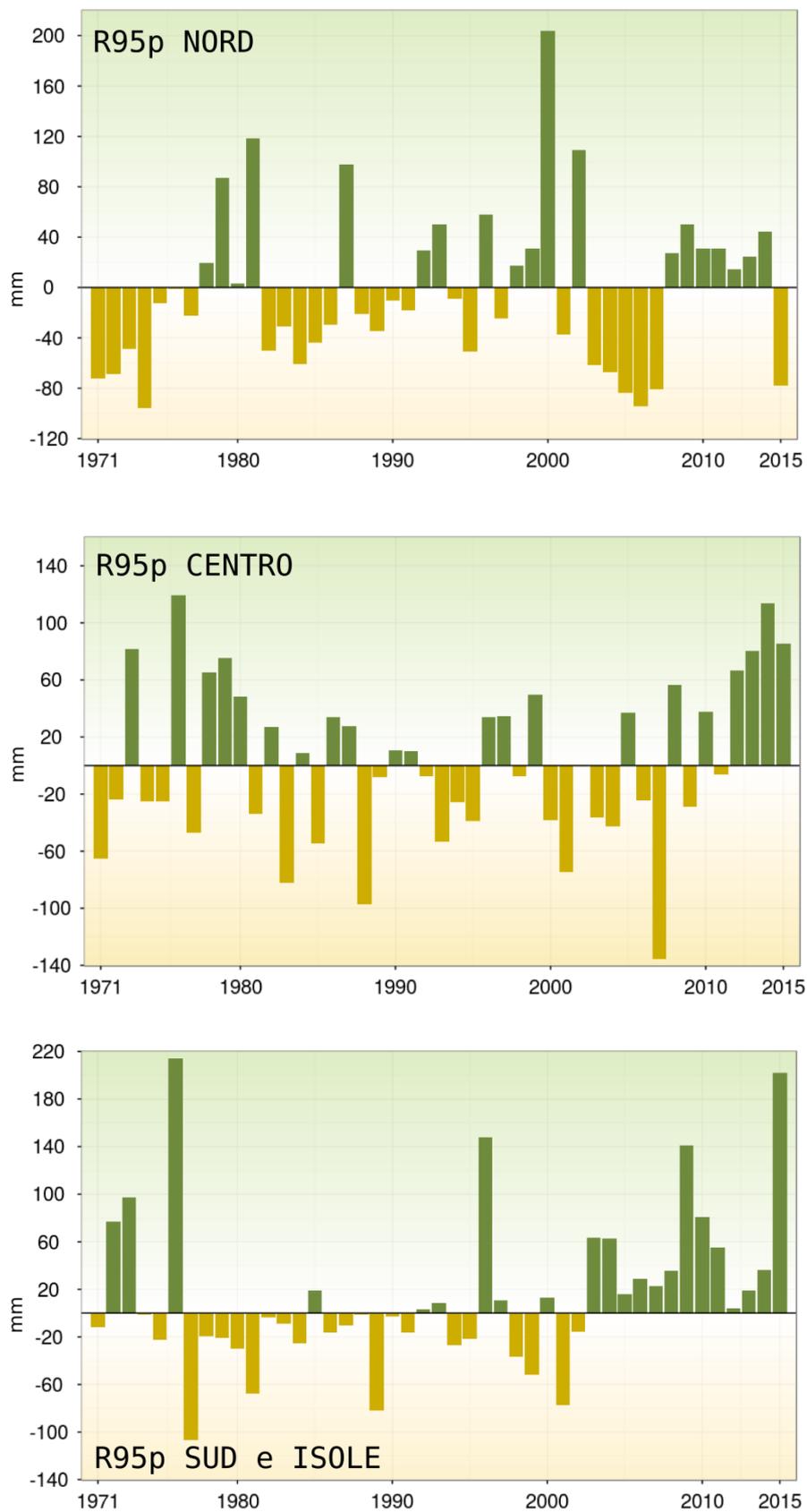


Figura 5.12: Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, delle precipitazioni nei giorni molto piovosi (R95p), rispetto al valore normale 1971-2000.

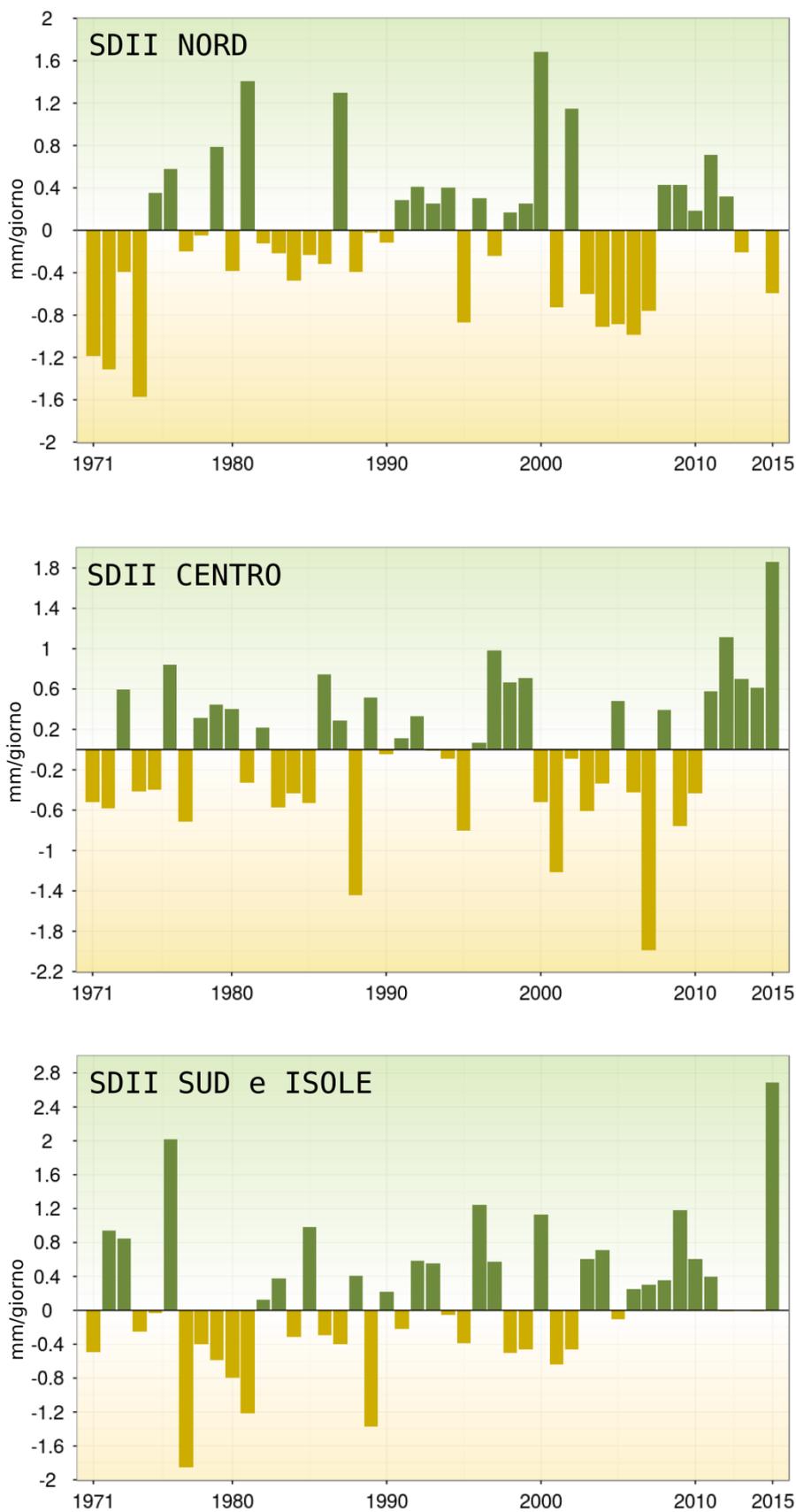


Figura 5.13: Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, dell'intensità di pioggia giornaliera (SDII), rispetto al valore normale 1971-2000.

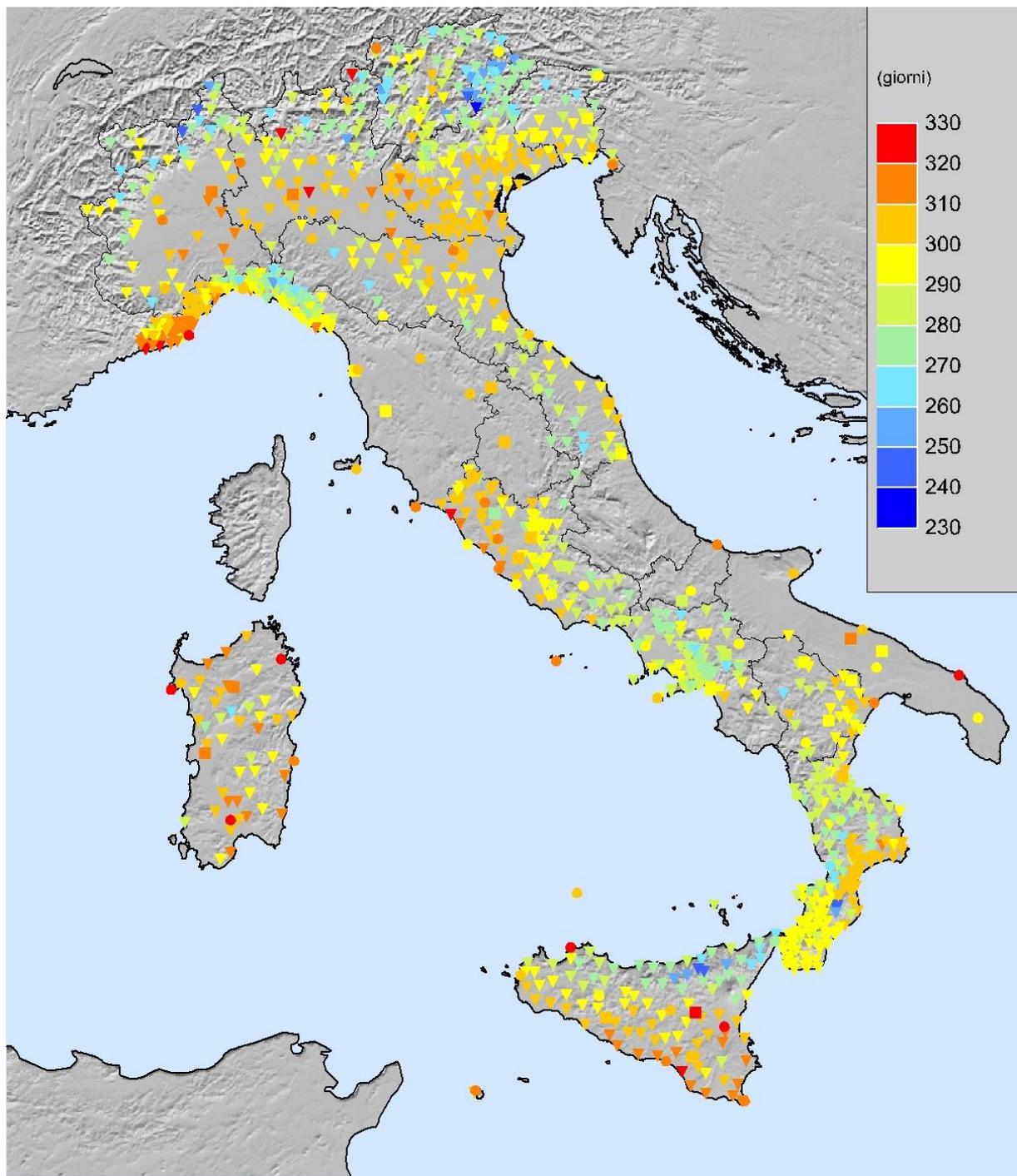


Figura 5.14: *Giorni asciutti nel 2015.*

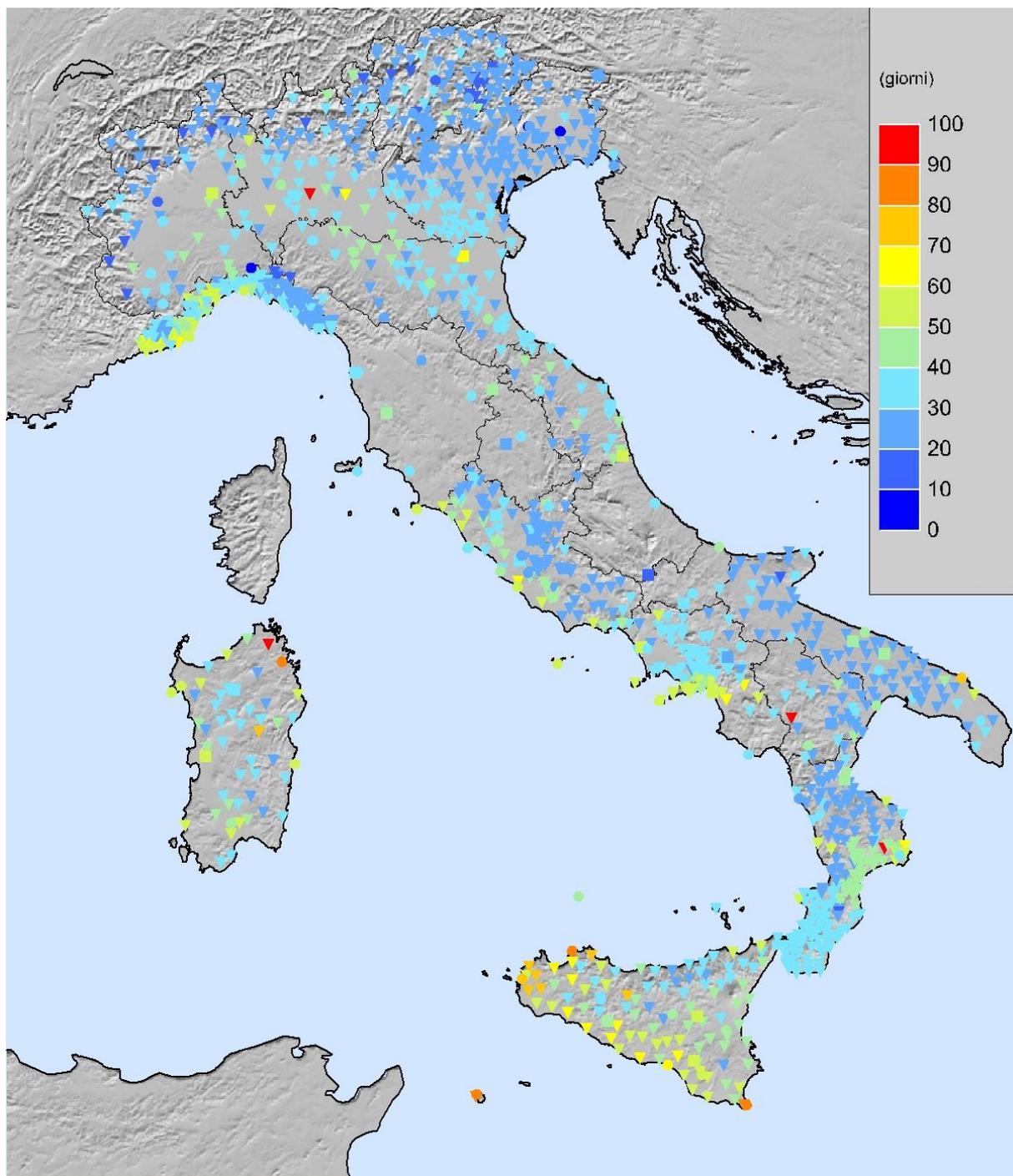


Figura 5.15: *Indice di siccità (Consecutive Dry Days index - CDD) nel 2015.*

6. UMIDITÀ RELATIVA

I valori di umidità relativa media annuale del 2015 sono compresi tra 51% e 89% circa (**figura 6.1**). Nel 2015 (**figura 6.2**) l'umidità relativa in Italia è stata ovunque inferiore alla media climatologica 1961-1990; l'anomalia media annuale più bassa è stata registrata al Nord (-4.9%); seguono il Centro (-4.0%) e il Sud e le Isole (-1.1%).

Coerentemente con quanto si può rilevare dall'analisi delle precipitazioni, al Nord ed al Centro c'è stata una netta prevalenza di mesi con clima più secco della norma, con anomalie positive solo ad ottobre e a dicembre al Nord (con l'anomalia mensile più bassa a settembre: -11% circa), e ad ottobre e novembre al Centro (con l'anomalia mensile più bassa a giugno: -8% circa); al Sud e sulle Isole il clima è stato più umido della norma a febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre (con l'anomalia mensile più bassa a maggio: -7% circa, il valore di anomalia più elevato è stato registrato al Sud e sulle Isole nel mese di marzo (+4% circa).

Nella **figura 6.3** è rappresentata la serie annuale dell'anomalia media di umidità relativa in Italia, ottenuta elaborando i dati di 42 stazioni che soddisfano a requisiti di completezza e continuità delle serie nel periodo 1961-2015. Il valore medio di anomalia di umidità (-2.63%) colloca il 2015 al terzo posto nella classifica degli anni più secchi a partire dal 1961.

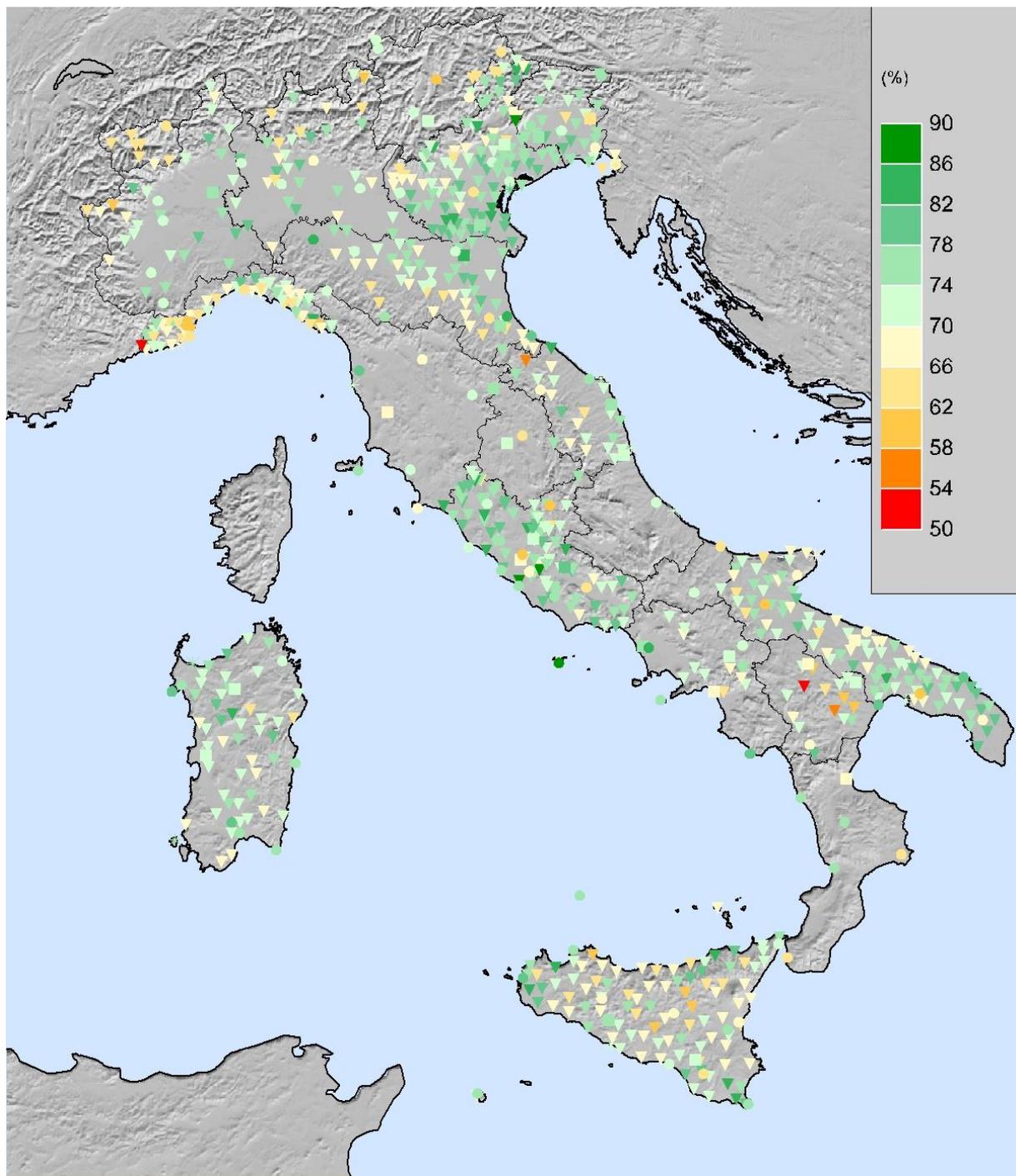


Figura 6.1: *Umidità relativa media 2015.*

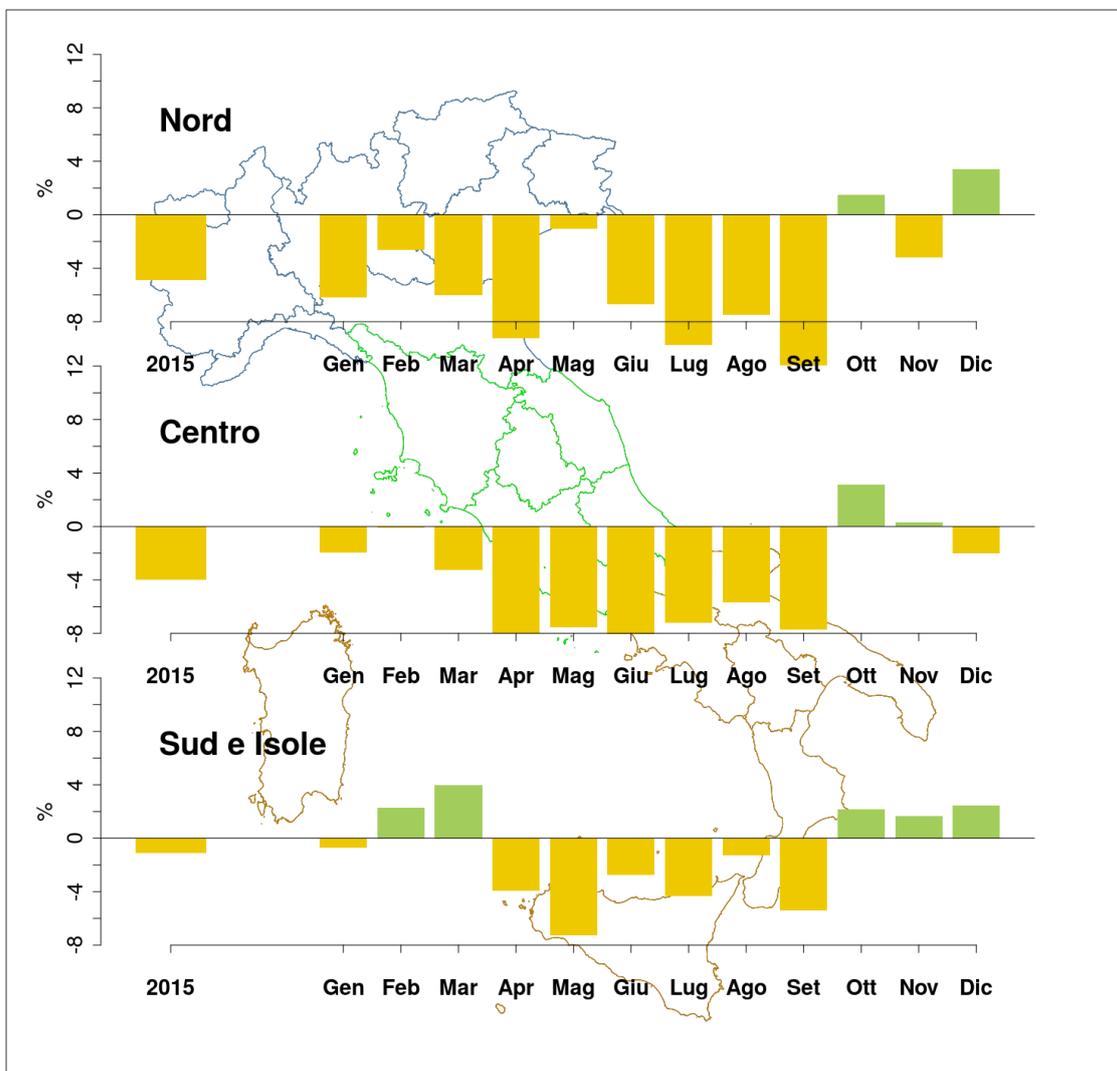


Figura 6.2: *Anomalia media 2015 (annuale e mensile) dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.*

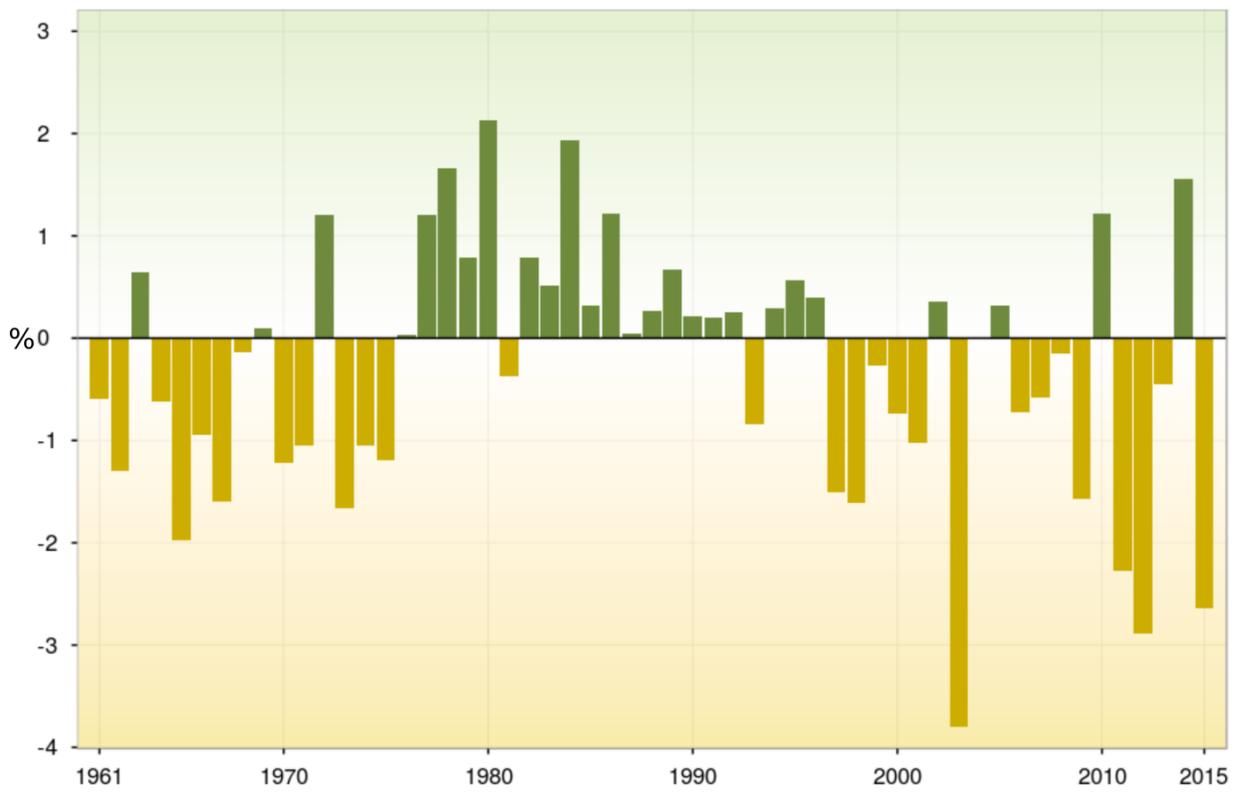


Figura 6.3: Serie delle anomalie medie annuali in Italia dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[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.

[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.sinanet.apat.it - Documentazione.

[8]

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.

[9]

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.

[10]

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.

[11]

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

[12]

Toreti A., Desiato F., 2007, Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. Theor. Appl. Climatol., 91, 51-58.

[13]

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.

[14]

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

[15]

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.

[16]

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.

[17]

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.

[18]

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.

[19]

Smith, T. M. e Reynolds R. W., 2004, Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997). *J. Climate*, 17, 2466-2477.

[20]

Li J. e Heap A.D., 2008, A review of spatial interpolation methods for environmental scientists, *Geoscience Australia, Record 2008/23*, 137 pp.

[21]

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