

Il clima nei capoluoghi delle regioni italiane

Il clima nei capoluoghi delle regioni italiane

Informazioni legali

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

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

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

ISPRA, Stato dell'Ambiente 103/2026
ISBN 978-88-448-1299-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Sonia Poponessi - ISPRA – Area Comunicazione Ufficio Grafica
Foto di copertina: Antonio Meloni

Se on line (solo questo):

Coordinamento pubblicazione online:

Sonia Poponessi
ISPRA – Area Comunicazione

Autori

Piero Frascchetti, Francesca Lena, Walter Perconti, Emanuela Piervitali, Giulio Settanta - ISPRA

Referee

Silvia Brini - ISPRA

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Valeria Frittelloni che è stata Direttore del Dipartimento per la Valutazione i Controlli e la Sostenibilità Ambientale nel periodo di elaborazione di questo rapporto.

La pubblicazione 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, del SNPA e di altri organismi. Ulteriori serie di dati, sono state richieste agli enti titolari delle reti di monitoraggio o acquisiti dai rispettivi siti web, se disponibili online. In particolare, per i dati utili all'elaborazione del presente rapporto, si ringraziano:

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;

Regione Autonoma Valle d'Aosta, Centro Funzionale Regionale;

ARPA Piemonte;

ARPA Lombardia;

Provincia Autonoma di Trento;

Provincia Autonoma di Bolzano;

ARPAE Emilia-Romagna;

Regione Marche, Centro Funzionale della Protezione Civile;

Regione Umbria, Servizio Idrografico;

Regione Lazio, Centro Funzionale della Protezione Civile;

Regione Abruzzo, Centro Funzionale della Protezione Civile;

Regione Basilicata, Centro Funzionale della Protezione Civile;

ARPA Calabria;

Regione Puglia, Centro Funzionale della Protezione Civile;

Regione Sicilia, Autorità di Bacino della Regione Siciliana.

Sommario

Premessa	6
1 Introduzione	7
2 Dati e metodo	9
3 Il quadro climatico nazionale	12
4 Il clima nei capoluoghi delle regioni italiane	14
4.1 Valori medi di temperatura e precipitazione	14
4.1.1 Aosta	14
4.1.2 Torino	15
4.1.3 Genova	16
4.1.4 Milano	17
4.1.5 Bolzano	18
4.1.6 Trento	19
4.1.7 Venezia	20
4.1.8 Trieste	21
4.1.9 Bologna	22
4.1.10 Firenze	23
4.1.11 Ancona	24
4.1.12 Perugia	25
4.1.13 Roma	26
4.1.14 L'Aquila	27
4.1.15 Campobasso	28
4.1.16 Napoli	29
4.1.17 Bari	30
4.1.18 Potenza	31
4.1.19 Catanzaro	32
4.1.20 Cagliari	33
4.1.21 Palermo	34
4.1.22 Mappe: anomalie di temperatura e trend	35
4.2 Indici degli estremi di temperatura	42
5 Bibliografia	51

Premessa

La disponibilità di dati solidi e affidabili è un elemento fondamentale per orientare le politiche pubbliche. In una realtà sociale ed economica sempre più complessa, prendere decisioni basate su informazioni attendibili significa poter comprendere meglio i problemi, individuare le criticità e definire interventi davvero efficaci.

I dati permettono infatti di osservare e analizzare la realtà in modo oggettivo. Attraverso statistiche e indicatori costruiti su solide metodologie tecnico-scientifiche è possibile cogliere le tendenze in atto, individuare i fenomeni più rilevanti e riconoscere per tempo gli ambiti che richiedono maggiore attenzione. In questo modo le politiche pubbliche possono essere progettate in maniera più consapevole, mirata e sostenibile.

Allo stesso tempo, i dati rappresentano uno strumento indispensabile anche dopo che le politiche sono state avviate. Consentono infatti di monitorarne l'andamento, di valutare se gli obiettivi fissati vengono effettivamente raggiunti e di individuare eventuali scostamenti. Questo rende possibile apportare nel tempo le necessarie correzioni e migliorare progressivamente l'efficacia delle azioni intraprese.

In questo contesto il ruolo di ISPRA è particolarmente rilevante. Garantire la raccolta, la qualità, la trasparenza e la corretta interpretazione dei dati ambientali non è semplicemente un compito tecnico, ma rappresenta un contributo essenziale a un processo decisionale responsabile, fondato sulla conoscenza e orientato al bene comune.

Proprio dall'analisi dei dati emerge con chiarezza come gli eventi estremi legati ai cambiamenti climatici siano sempre più frequenti. Temperature molto elevate e ondate di calore durante l'estate, così come eventi idro-meteoclimatici e meteo-marini eccezionali, stanno interessando con maggiore intensità e frequenza molte aree del Paese, con conseguenze rilevanti per i territori.

Il nuovo report di ISPRA sullo stato dell'ambiente, intitolato *"Il clima nei capoluoghi delle regioni italiane"*, si inserisce in questo quadro. Il rapporto analizza il clima recente nei 21 capoluoghi di regione attraverso indicatori ed elaborazioni sviluppati nell'ambito del progetto PNC *"Cobenefici di salute ed equità a supporto dei piani di risposta ai cambiamenti climatici in Italia"*. L'obiettivo è offrire strumenti di conoscenza utili alla pianificazione di strategie di adattamento efficaci, capaci di ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici e di contribuire a costruire un futuro più sostenibile.

Ing. Valeria Frittelloni

1 Introduzione

Nel contesto dell'attuale crisi climatica, gli anni recenti sono stati particolarmente rilevanti. Il riscaldamento globale ha raggiunto valori senza precedenti: il 2024 è stato l'anno più caldo mai registrato sulla Terra e gli ultimi anni sono stati caratterizzati dalle temperature medie più elevate dall'inizio delle osservazioni (WMO, 2025). La stima ottenuta dal *fifth generation ECMWF reanalysis dataset* (ERA5) disponibile nel *Copernicus Climate Change Service* (C3S)¹ indica che il 2025 si colloca al terzo posto fra i più caldi della serie storica (dal 1940), dopo il 2023 e il 2024². Inoltre, la frequenza e l'intensità degli eventi estremi risultano in costante aumento in diverse aree del pianeta, causando impatti significativi sulla salute umana, la sicurezza alimentare, la disponibilità delle risorse idriche e sugli ecosistemi (IPCC, 2021).

L'Europa, a partire dagli anni '80 del secolo scorso ha registrato un tasso di aumento della temperatura doppio rispetto a quello della temperatura media globale, diventando il continente con il riscaldamento più rapido³. Condizioni di caldo estremo e prolungato hanno investito frequentemente l'Europa (Lorenz et al., 2019; Gouveia et al., 2022), causando gravi impatti sulla popolazione, con un elevato numero di decessi (Robine et al., 2008; Ballester et al., 2023). Le piogge torrenziali hanno causato inondazioni catastrofiche in diverse regioni negli anni recenti. Allo stesso tempo, per l'Europa meridionale e in particolare per la regione del Mediterraneo, si prevede una diminuzione significativa delle precipitazioni e un aumento dei periodi di siccità più severi (IPCC, 2022).

Le condizioni climatiche, insieme a fattori ambientali e sociali, pongono grandi sfide in tutta Europa, minacciando la sicurezza alimentare e idrica, la sicurezza energetica, la stabilità finanziaria e la salute pubblica, in particolare quella dei lavoratori all'aperto. Alcuni rischi hanno già raggiunto livelli critici e senza azioni decise potrebbero diventare catastrofici entro la fine del secolo. Si stima che le perdite economiche dovute alle inondazioni costiere potrebbero superare i 1.000 miliardi di euro all'anno, e le ondate di calore potrebbero causare centinaia di migliaia di morti (EEA, 2024).

Le aree urbane sono particolarmente vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico per via dell'elevata concentrazione di persone, infrastrutture e attività economiche. Si consideri che in Europa oltre il 74% della popolazione vive in aree urbane e si prevede che tale percentuale superi l'83% entro il 2050⁴. Ondate di calore, alluvioni, siccità, tempeste di vento, e innalzamento del livello del mare, nel caso delle città costiere, hanno un impatto particolarmente rilevante.

Le onde di calore estive, caratterizzate da temperature ben oltre la media stagionale per diversi giorni consecutivi, in ambito urbano vengono amplificate dall'effetto "isola di calore". Quest'ultima è determinata dall'intensa attività antropica e amplificata dalla cementificazione diffusa, dalle superfici asfaltate e/o impermeabilizzate e dall'ostacolo alla circolazione dell'aria dovuto alla presenza di edifici e alla loro localizzazione sfavorevole alla circolazione dell'aria. Questi elementi favoriscono l'accumulo di calore durante il giorno e il suo rilascio notturno, riducendo l'effetto rinfrescante della vegetazione e rendendo le città sensibilmente più calde rispetto alle aree rurali circostanti. Le onde di calore, sempre più frequenti ed intense, rappresentano un pericolo soprattutto per la salute di anziani, bambini e persone fragili.

La rilevanza dei gravi effetti delle onde di calore è sottolineata anche dalla European Environmental Agency (EEA) che ha realizzato nel 2024 il primo Rapporto per supportare le politiche di adattamento al cambiamento climatico (EUCRA - European Risk Assessment; EEA, 2024): il Rapporto identifica i principali rischi per diversi settori e diverse regioni europee. I maggiori rischi per l'Europa meridionale (e di conseguenza per l'Italia) sono relativi agli impatti del caldo e della siccità sulla produzione agricola, sul lavoro all'aperto, sul turismo estivo e sugli incendi.

Lo studio delle variazioni del clima osservato, attraverso l'analisi dei valori medi delle variabili climatiche e dei relativi estremi, insieme alle proiezioni future, fornisce gli elementi necessari per pianificare strategie di adattamento efficaci al fine di ridurre gli impatti e garantire un futuro sostenibile.

¹ Il C3S-Copernicus Climate Change Service è uno dei 6 servizi tematici operativi del Copernicus Earth Observation Programme dell'Unione Europea: <https://www.copernicus.eu/>

² <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2025>

³ <https://climate.copernicus.eu/esotc/2024>

⁴ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/eu-adaptation-policy/sector-policies/urban>

Le elaborazioni di questo rapporto aggiornano quelle sviluppate nell'ambito del progetto PNC, finanziato dal Ministero della Salute, "Cobenefici di salute ed equità a supporto dei piani di risposta ai cambiamenti climatici in Italia", disponibili sulla pagina del sito di progetto dedicata all'analisi del clima attuale (climaesalute.it/clima-in-italia/clima-attuale) e in particolare nel documento specifico che approfondisce il clima nelle città con una popolazione superiore a 100.000 abitanti.

In questo rapporto, dopo una breve sintesi sul quadro climatico nazionale, viene analizzato il clima recente dei capoluoghi delle regioni italiane. Per caratterizzare il clima di ogni città sono stimati i valori climatologici della temperatura media e della precipitazione cumulata relativi all'ultimo trentennio climatologico 1991-2020. Per la temperatura, che a scala nazionale presenta un marcato trend in aumento negli ultimi decenni, vengono riportate anche le stime delle variazioni nel tempo dei valori medi (temperatura media, massima e minima) e degli indici rappresentativi degli estremi climatici.

2 Dati e metodo

Per una valutazione affidabile delle variazioni climatiche di lungo periodo è fondamentale verificare attentamente le serie temporali delle variabili climatiche, assicurando che i dati non siano compromessi da errori derivanti dalle fasi di osservazione, trascrizione o archiviazione. Il Sistema Nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati climatici (SCIA, scia.isprambiente.it) dal 2006 mette a disposizione dati, statistiche e indicatori di qualità controllata, con risoluzione giornaliera, decadale, mensile e annuale (Desiato, 2007; Desiato et al., 2006, 2007, 2011). I dati vengono acquisiti dalle principali reti di monitoraggio nazionali e regionali, fra le quali il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, diverse Agenzie del Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente (SNPA), i Centri Funzionali della Protezione Civile, i Servizi Idrografici Regionali, i Servizi Agrometeorologici Regionali.

La procedura di validazione dei dati adottata nel Sistema SCIA si basa su una serie di test applicati alle osservazioni giornaliere, sviluppati a partire dai controlli utilizzati nel dataset globale delle osservazioni meteorologiche quotidiane (Global Historical Climatological Network – GHCN) del National Climatic Data Center (NCDC) della NOAA (Durre et al., 2010; Arguez et al., 2012), opportunamente adattati alle specificità del clima italiano. L'obiettivo di questi controlli è quello di rilevare differenti tipologie di errore, come valori non plausibili, duplicazioni, valori anomali (outlier) e incoerenze interne o temporali (Fioravanti et al., 2016).

Utilizzando in gran parte gli indicatori disponibili su SCIA, viene elaborata e diffusa annualmente la valutazione dello stato e delle tendenze del clima nel nostro Paese, attraverso la pubblicazione del Rapporto sul clima in Italia del SNPA. Al fine di fornire gli elementi più rilevanti del contesto di riferimento, in questo rapporto viene presentata una breve sintesi del quadro climatico nazionale, estratta dall'ultima edizione del Rapporto SNPA (2025).

Per analizzare il clima nei capoluoghi delle regioni italiane, sono state estratte le serie giornaliere di temperatura e precipitazione disponibili attraverso il sistema SCIA, che rispondono ai necessari requisiti di durata, completezza e continuità delle serie temporali (Desiato et al., 2012). Al fine di avere una stazione per ogni capoluogo, questo dataset è stato poi integrato con ulteriori serie, fornite da alcuni Centri Funzionali o Servizi Idrografici/Idrologici regionali, che sono state sottoposte a procedure di controllo di qualità dei dati analoghe a quelle implementate nel Sistema SCIA. Per ogni città, sia per la temperatura che per la precipitazione, è stata selezionata la serie temporale più lunga e completa fra quelle relative alle stazioni meteo localizzate in area urbana. Dove non siano disponibili serie che soddisfino i criteri di cui sopra, sono state considerate stazioni limitrofe, fuori dal centro delle aree urbane. Queste stazioni sono però meno rappresentative della temperatura della città: infatti le stazioni collocate in area urbana risentono dell'effetto dell'isola urbana di calore e sono caratterizzate da valori di temperatura generalmente superiori rispetto alle aree limitrofe. Sebbene, per questo motivo, non sia significativo un confronto diretto fra i valori degli indicatori climatici calcolati per le 21 città e riportati nel presente documento, l'aspetto che si intende qui valutare è la variazione nel tempo degli indicatori climatici a livello di ogni stazione, che costituisce quindi l'obiettivo di questo rapporto.

L'elenco completo delle stazioni selezionate, con la relativa anagrafica, è riportato nella tabella 2.1.

Dopo la selezione del dataset, è stata considerata l'omogeneità delle serie temporali. È definita omogenea una serie la cui variabilità temporale dipende solo da fattori climatici (Peterson et al., 1998). Sebbene l'omogeneità delle serie climatiche sia un requisito fondamentale per la stima corretta delle tendenze, le serie di lungo periodo di dati osservati risultano più o meno affette da discontinuità artificiali dovute a cambiamenti delle condizioni di misura, quali lo spostamento della stazione di osservazione, il cambiamento della strumentazione e nuove procedure di elaborazione dei dati.

Al fine di assicurarne l'omogeneità, ovvero rimuovere eventuali discontinuità dovute a cause artificiali (Menne et al., 2010; Vincent et al., 2009) che possono influenzare la stima dei trend, le serie di temperatura sono state controllate e omogeneizzate utilizzando il pacchetto software *Climatol*⁵ (Fioravanti e Piervitali, 2018; Fioravanti et al., 2019).

Per caratterizzare il clima di ogni città sono stati calcolati i normali climatici della temperatura media e della precipitazione cumulata relativi all'ultimo trentennio, 1991-2020; nel caso in cui i dati non siano disponibili per l'intero trentennio, è stata calcolata la media su un periodo più breve. I criteri di calcolo dei valori normali

⁵ Guijarro J., 2018. *Climatol*, Version 3.1.1, <https://cran.r-project.org/web/packages/climatol/index.html> and <http://www.climatol.eu>

utilizzati in questa analisi sono quelli indicati dalla World Meteorological Organization (WMO, 2017), applicati anche per il calcolo dei normali climatici 1991-2020 di temperatura e precipitazione in Italia (Fioravanti et al., 2022).

Per la precipitazione, i criteri WMO prevedono la presenza di tutti i dati giornalieri per ritenere un mese valido. Dove quest'ultimo requisito non venga soddisfatto, per alcune stazioni è accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese (criterio di validità adottato in ambito WMO per il calcolo degli estremi climatici), al fine di restituire comunque un'informazione locale. Tali valori sono stati contrassegnati con l'apice †.

Tab 2.1 – Elenco stazioni utilizzate per ciascun capoluogo

Città	Stazione	Latitudine	Longitudine	Fonte
Aosta	Saint-Christophe ⁶ -Aeroporto (precipitazione)	45.74	7.36	Centro Funzionale della Protezione Civile Valle d'Aosta
	Aosta - Piazza Plouves (temperatura)	45.74	7.32	Centro Funzionale della Protezione Civile Valle d'Aosta
Torino	Torino - stazione storica	45.07	7.69	ARPA Piemonte
Genova	Genova Sestri [†]	44.42	8.85	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Milano	Milano Brera	45.47	9.19	ARPA Lombardia
Bolzano	Bolzano	46.50	11.31	Provincia Autonoma di Bolzano
Trento	Trento Roncafort	46.1	11.1	Provincia Autonoma di Trento
Venezia	Venezia Tessera [†] *	45.5	12.33	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Trieste	Trieste	45.65	13.75	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Bologna	Bologna Idrografico [†]	44.50	11.35	ARPAE Emilia-Romagna
Firenze	Firenze Peretola [†]	43.8	11.2	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Ancona	Ancona Torrette	43.61	13.45	Centro Funzionale della Protezione Civile Regione Marche
Perugia	Perugia Santa Giuliana (precipitazione)	43.10	12.39	Servizio Idrografico della Regione Umbria
	Perugia ⁷ (temperatura)	43.08	12.5	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Roma	Roma Macao	41.90	12.51	Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Lazio
L'Aquila	L'Aquila Sant'Elia	42.33	13.43	Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Abruzzo
Campobasso	Campobasso*	41.57	14.65	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Napoli	Napoli Capodichino [†] *	40.85	14.30	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Bari	Bari-Ufficio idrografico (precipitazione)	41.12	16.88	Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Puglia
	Bari Palese Macchie* (temperatura)	41.13	16.78	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Potenza	Potenza [†]	40.63	15.81	Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Basilicata
Catanzaro	Catanzaro	38.91	16.59	ARPA Calabria
Cagliari	Cagliari Elmas [†] ⁸	39.25	9.07	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
Palermo	Palermo Osservatorio Astronomico [†]	38.11	13.35	Autorità di Bacino della Regione Siciliana

⁶ allocata fuori dal centro della città (la stazione ricade nel comune di Saint Christophe)

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

* allocata fuori dal centro della città

⁷ allocata fuori dal centro della città (la stazione ricade nel comune di Bastia Umbra)

⁸ allocata fuori dal centro della città (la stazione ricade nel comune di Elmas)

Per la temperatura (media, massima e minima) che mostra un marcato trend in crescita a scala nazionale (SNPA, 2025), è stata calcolata, per ciascuna città, l'anomalia media dell'ultimo decennio (2015-2024) rispetto al valore climatologico 1991-2020. Viene inoltre valutato il trend con un modello di regressione lineare a partire dal 1981 poiché si fa risalire all'inizio degli anni '80 un cambiamento del trend di temperatura, con l'inizio di un periodo caratterizzato da un riscaldamento più forte nel corso dell'ultimo secolo (Toreti e Desiato, 2008).

Infine, per ciascun capoluogo sono stati elaborati alcuni indici climatici idonei a descrivere gli estremi di temperatura in termini di frequenza, intensità e durata, applicando alle serie criteri di validità più stringenti poiché gli indici estremi sono molto sensibili ai dati mancanti (Klein Tank and e Können, 2003). Per questo lavoro sono stati considerati validi i mesi con non un numero massimo di 6 giorni mancanti e gli anni con un numero massimo di 15 giorni mancanti e tutti i mesi presenti. Per ciascun indice viene rappresentata l'anomalia del valore medio dell'ultimo decennio (2015-2024) rispetto al 1991-2020. Per il calcolo delle medie è stato richiesto l'80% degli anni validi.

Gli indici rappresentativi degli estremi, riportati nella tabella 2.2, sono stati selezionati dal set di indici ET-SCI (Expert Team on Sector-specific Indices⁹), definiti dalla WMO Commission for Climatology (CCI), rilevanti per diversi settori quali la salute, l'energia, l'agricoltura. Gli indici ET-SCI includono il primo set di 27 indici ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices, Peterson et al., 2001), inizialmente definito allo scopo di condividere una metodologia comune per la valutazione delle variazioni degli estremi climatici e di rendere confrontabili i risultati ottenuti in diverse parti del mondo. La soglia di 29.2°C relativa all'indice SU95p - giorni estivi caldi, è stata definita nell'ambito del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici in base alle condizioni climatiche caratteristiche dell'Italia (MASE, 2023).

Tab 2.2 – Indici ET-SCI selezionati per gli estremi di temperatura

Nome indice	Acronimo	Descrizione	Unità
Giorni estivi	SU	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera superiore a 25°C	giorni
Giorni estivi caldi	SU95p	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera superiore a 29.2°C	giorni
Giorni estivi torridi	TXGE35	Numeri di giorni con temperatura massima giornaliera superiore a 35°C	giorni
giorni con gelo	FD	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera uguale o inferiore a 0°C	giorni
Notti tropicali	TR	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C	giorni
Indice di durata dei periodi di caldo estivo (onde di calore)	WS3DI	Numero di giorni nel periodo maggio-settembre in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della distribuzione 1981-2010 (maggio-settembre) per almeno 3 giorni consecutivi	giorni
Indice di durata dei periodi di caldo	WSDI	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della distribuzione annuale nel periodo 1981-2010, per almeno 6 giorni consecutivi	giorni
Indice di durata dei periodi di freddo	CSDI	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della distribuzione annuale nel periodo 1981-2010, per almeno 6 giorni consecutivi	giorni

⁹ climpact-sci.org

3 Il quadro climatico nazionale

L'ultima edizione del Rapporto SNPA (2025) mette in evidenza che, come riscontrato a livello globale, anche in Italia il 2024 è stato l'anno più caldo della serie storica (dal 1961). La figura 3.1 mostra la serie delle anomalie della temperatura media in Italia, rispetto al periodo 1991-2020, a confronto con quella della temperatura media globale sulla terraferma, secondo le stime fornite dalla NOAA-National Oceanic and Atmospheric Administration (USA), consistenti con quelle degli altri dataset globali¹⁰. Entrambe le serie mettono in evidenza un marcato trend in aumento negli ultimi decenni. In Italia, il 2024 ha fatto segnare il nuovo record della temperatura media, pari a +1.33 °C, superiore a quello della temperatura media globale sulla terraferma (+1.04°C). La serie nazionale mostra che a partire dal 2000, le anomalie rispetto alla base climatologica 1991-2020 sono state sempre positive, ad eccezione di quattro anni: 2004, 2005, 2010 e 2013; il 2024 è stato, inoltre, l'undicesimo anno consecutivo con un'anomalia positiva rispetto alla norma. A scala globale, sulla terraferma, dal 2005 tutti gli anni sono stati più caldi della media ad eccezione del 2008.

In Italia il 2024 si colloca al primo posto anche per l'anomalia della temperatura minima (+1.40 °C), superando il record precedente dell'anno 2023, e al secondo posto della serie per l'anomalia della temperatura massima (+1.26 °C), dopo il record del 2022.

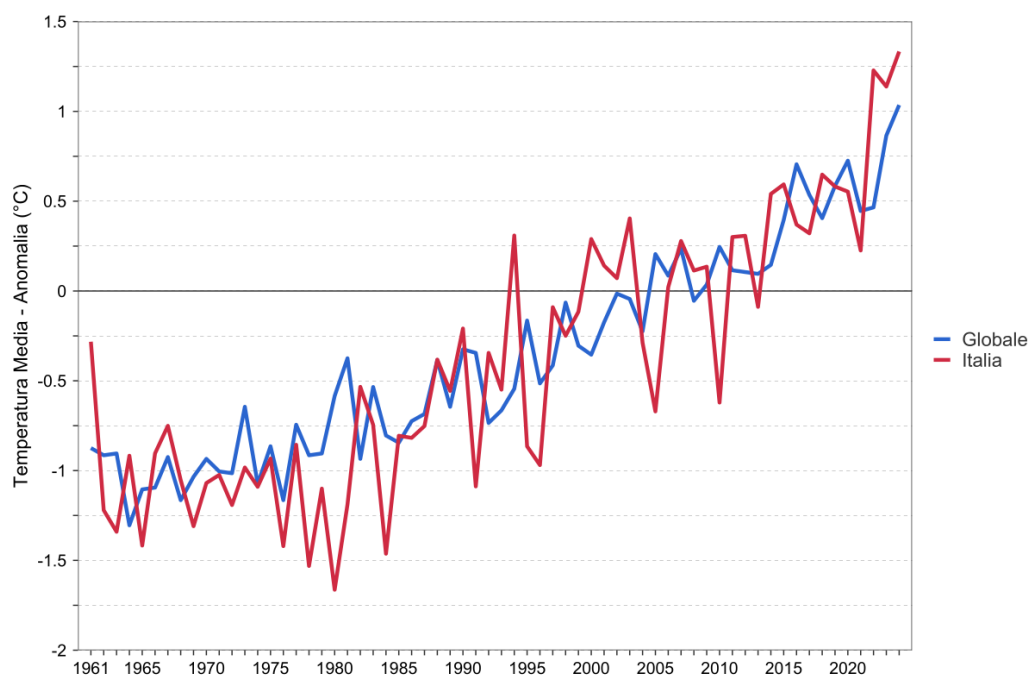
Le stime aggiornate dei trend di temperatura, calcolati con un modello di regressione lineare dal 1981 al 2024, evidenziano un chiaro segnale di riscaldamento, confermato anche dall'applicazione di un modello non parametrico (stimatore di Theil-Sen e test di Mann-Kendall; Sen, 1968). La stima del tasso di variazione della temperatura media è di $(+0.42 \pm 0.04) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$, della temperatura massima di $(+0.44 \pm 0.05) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$ e della temperatura minima di $(+0.40 \pm 0.04) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$.

Anche su base stagionale, tutti i trend della temperatura media sono positivi. Il trend più marcato si registra in estate $(+0.60 \pm 0.08) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$; con riferimento alle altre stagioni, in autunno il trend stimato è di $(+0.37 \pm 0.08) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$, in inverno $(0.36 \pm 0.10) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$ e in primavera $(+0.35 \pm 0.08) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$. L'analisi per macroaree geografiche indica un tasso di variazione della temperatura media di $(+0.46 \pm 0.05) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$ al Nord, $(+0.43 \pm 0.05) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$ al Centro e $(+0.38 \pm 0.04) ^\circ\text{C} / 10 \text{ anni}$ al Sud e Isole. Tutti i trend sono statisticamente significativi con livello di confidenza del 95%.

L'analisi degli indici rappresentativi degli estremi di temperatura mostra un quadro coerente con l'aumento dei valori medi, evidenziando un aumento degli estremi di caldo e una riduzione degli estremi di freddo. In particolare, uno studio sulle onde di calore nel trentennio climatologico 1991-2020, ne mette in evidenza un incremento apprezzabile nei decenni più recenti, in termini di frequenza, intensità e durata (Settanta et al., 2024).

¹⁰ C3S Global Climate Highlights 2024: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024>

Fig 3.1 – Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto al valore climatologico 1991-2020



Fonte dati: NCDC-National Climatic Data Center del NOAA e di SCIA dell'ISPRA. Elaborazione: ISPRA (SNPA, 2025)

Analogamente alla temperatura dell'aria, la temperatura superficiale dei mari italiani nel 2024 si colloca al primo posto della serie dal 1982, con un'anomalia di +1.24 °C rispetto alla media climatologica 1991-2020, quasi 0.3 °C superiore al precedente record del 2022. A partire dal 2007 le anomalie sono state sempre positive, con l'eccezione del 2010. Escludendo il 2003, gli ultimi quattordici anni hanno registrato le anomalie positive più elevate di tutta la serie.

Le precipitazioni cumulate annuali in Italia nel 2024 sono state complessivamente superiori alla media climatologica di circa l'8%, ma con una forte disomogeneità sul territorio nazionale. Le precipitazioni sono state abbondanti al Nord e scarse su ampie aree del Centro e al Sud e Isole. Questo ha determinato nel corso dell'anno un peggioramento progressivo dello stato di severità idrica nelle regioni centro-meridionali e nelle Isole maggiori. La Sicilia, che a inizio gennaio presentava condizioni di severità idrica media, è passata, già a metà febbraio, a condizioni di severità idrica alta, rimaste invariate per tutto l'anno.

Dall'analisi statistica dei trend della precipitazione cumulata annuale e stagionale nel periodo 1961-2024 non emergono tendenze statisticamente significative.

A livello nazionale, tuttavia, si evidenzia un trend crescente e statisticamente significativo delle aree del Paese soggette a siccità estrema su base annuale (Braca et al., 2023).

4 Il clima nei capoluoghi delle regioni italiane

4.1 Valori medi di temperatura e precipitazione

4.1.1 Aosta

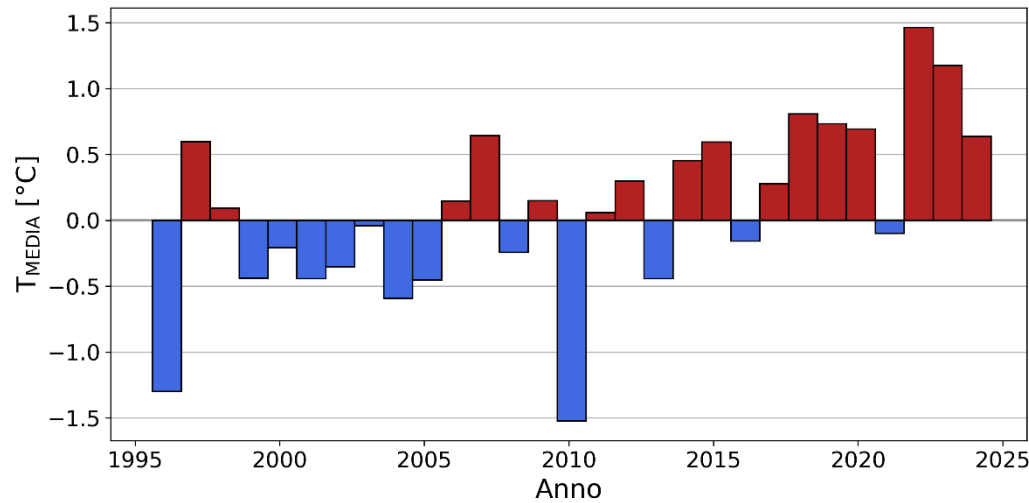
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.1 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione 2010, 2013, 2016 e 2021.

Tab 4.1 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
AOSTA	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	562	12.2	12.8
stazione	Saint-Christophe ¹¹ - aeroporto	Aosta - Piazza Plouves	

Fig 4.1 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1996 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Aosta - Piazza Plouves.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile Valle d'Aosta

¹¹ allocata fuori dal centro della città (la stazione ricade nel comune di Saint Christophe)

4.1.2 Torino

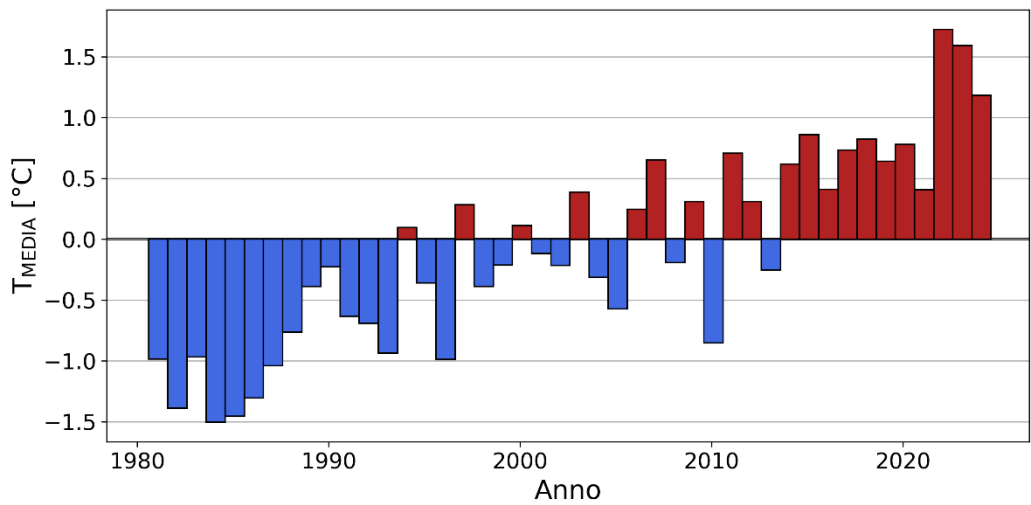
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.2 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2013. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell'intera serie.

Tab 4.2 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
TORINO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	898	14.3	15.2
stazione	Torino – stazione storica		

Fig 4.2: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Torino.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di ARPA Piemonte.

4.1.3 Genova

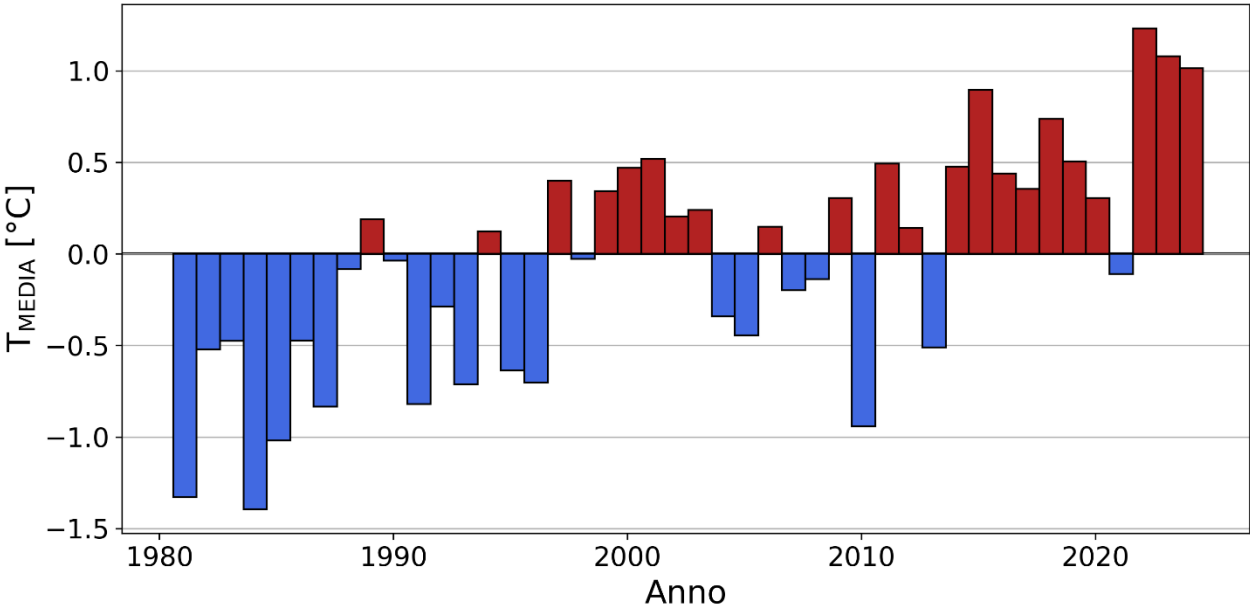
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.3 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione 2010, 2013 e 2021. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell'intera serie.

Tab 4.3 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
GENOVA	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	1027 [†]	16.5	17.1
stazione	Genova Sestri		

Fig 4.3 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Genova Sestri.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.4 Milano

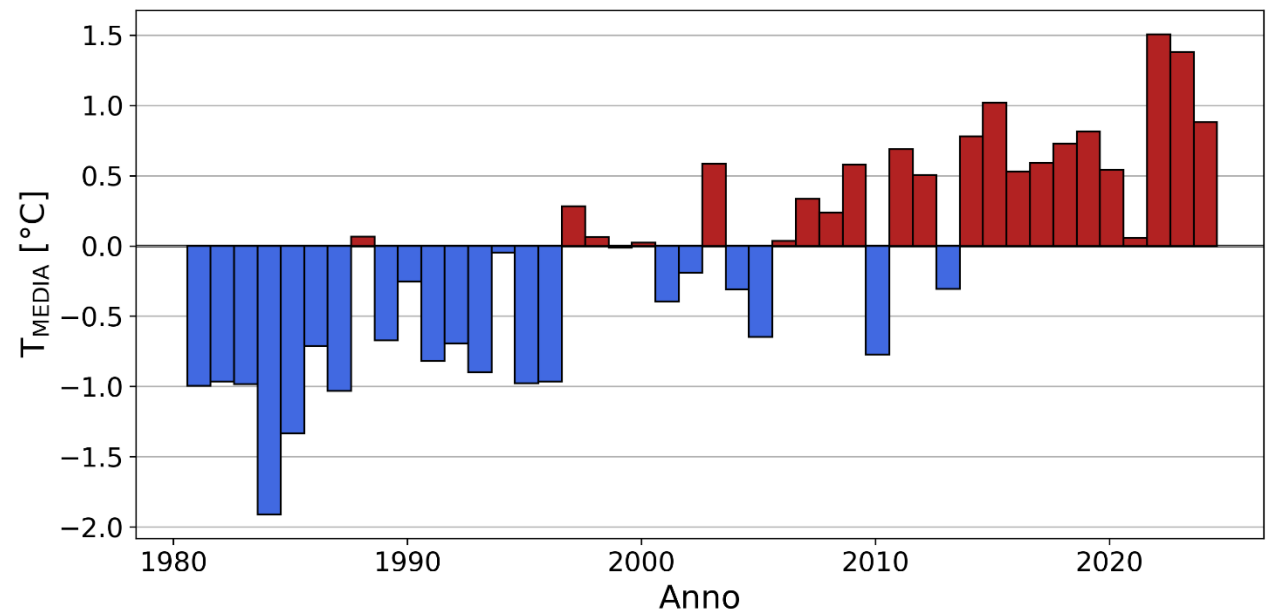
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.4 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2013.

Tab 4.4 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
MILANO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	969	15.5	16.2
stazione	Milano Brera		

Fig 4.4 Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Milano Brera.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di ARPA Lombardia.

4.1.5 Bolzano

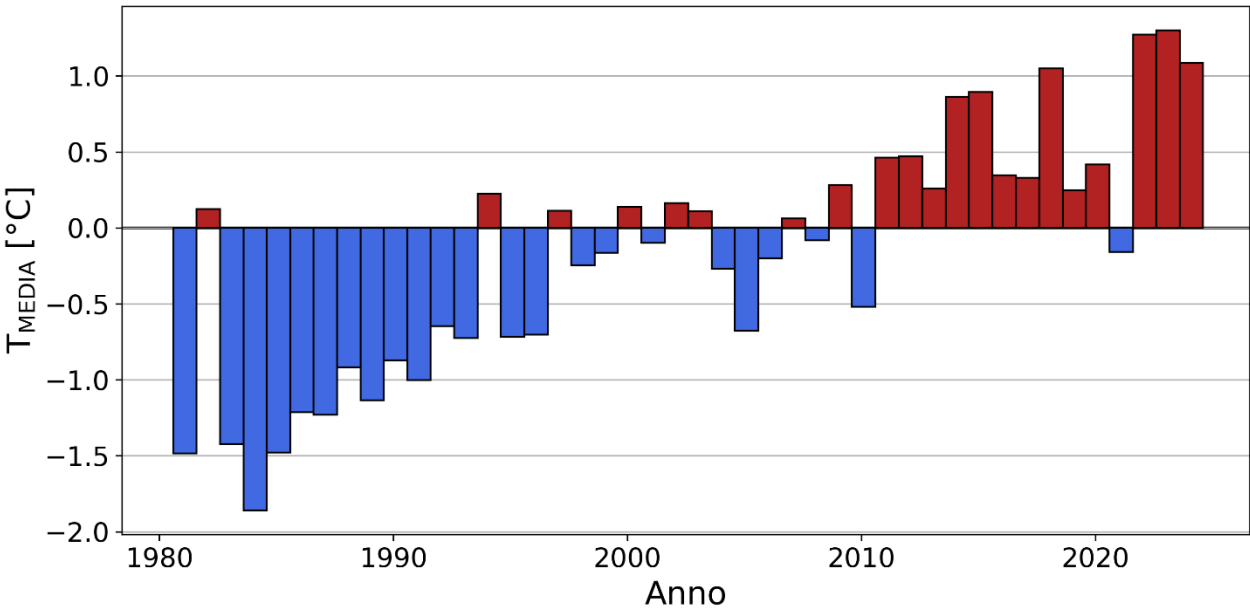
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.5 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2021. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell'intera serie.

Tab 4.5 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
		media 1991-2020	media 2015-2024
BOLZANO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	735	13.1	13.8
stazione	Bolzano		

Fig 4.5 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Bolzano.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati della Provincia Autonoma di Bolzano.

4.1.6 Trento

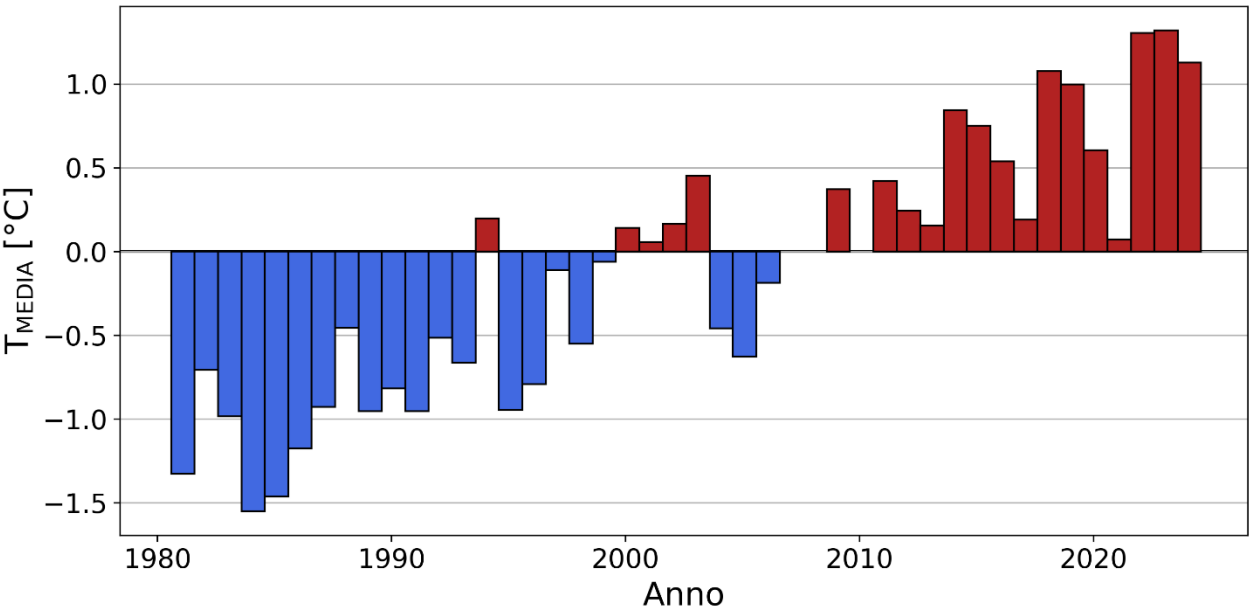
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.6 che mostra anomalie sempre positive negli ultimi 15 anni. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell'intera serie.

Tab 4.6 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
TRENTO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	1013	12.7	13.5
stazione	Trento Roncafort		

Fig 4.6: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Trento Roncafort.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati della Provincia Autonoma di Trento.

4.1.7 Venezia

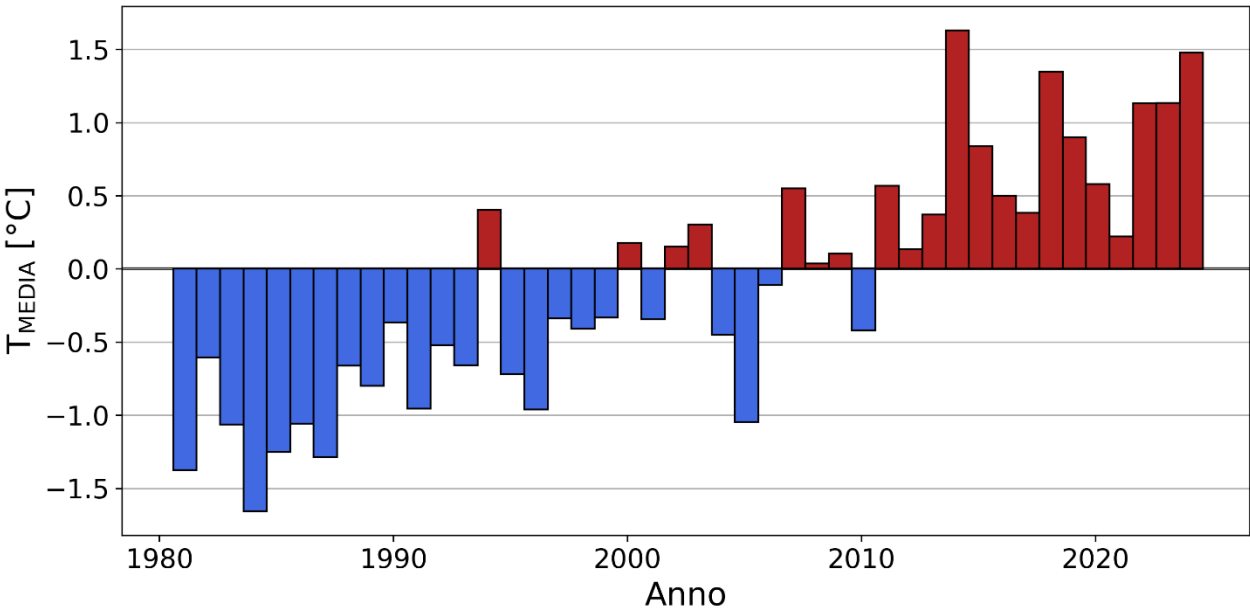
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.7 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Il 2024 si pone inoltre al secondo posto tra gli anni più caldi della serie, dopo il 2014.

Tab 4.7 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)		Temperatura media (°C)	
VENEZIA	media 1991-2020		media 1991-2020	media 2015-2024
	819 [†]		13.8	14.5
Stazione	Venezia Tessera			

Fig 4.7 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Venezia Tessera.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.8 Trieste

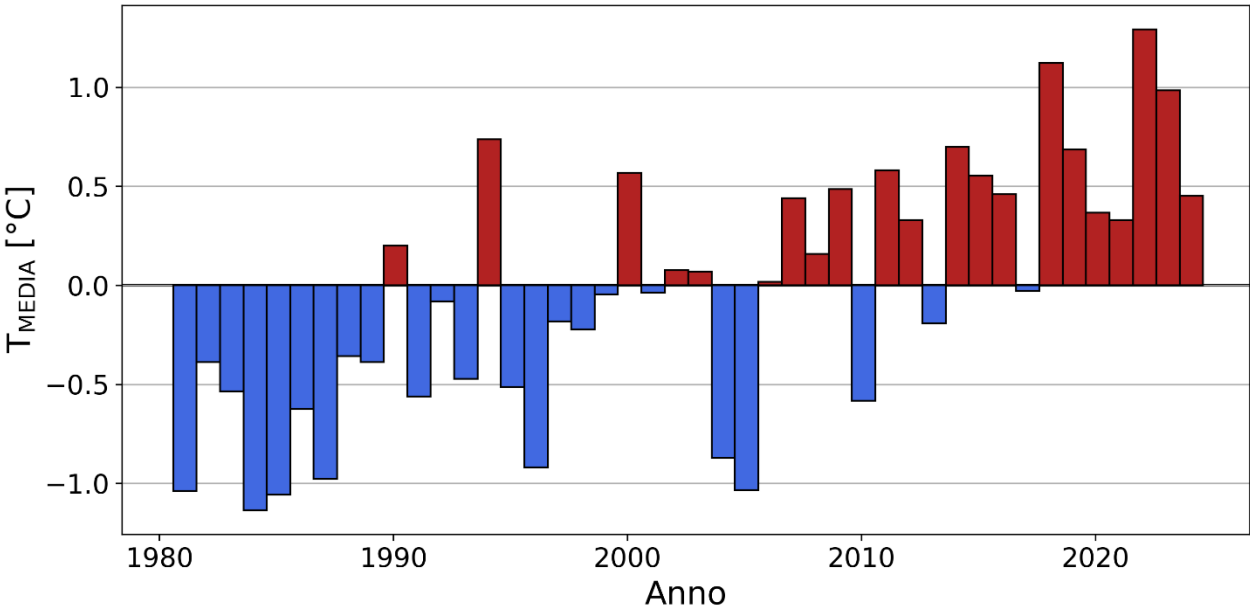
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.8 che mostra anomalie termiche quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010, 2013 e 2017.

Tab 4.8 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
TRIESTE	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	928	15.5	16.1
stazione	Trieste		

Fig 4.8 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Trieste.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

4.1.9 Bologna

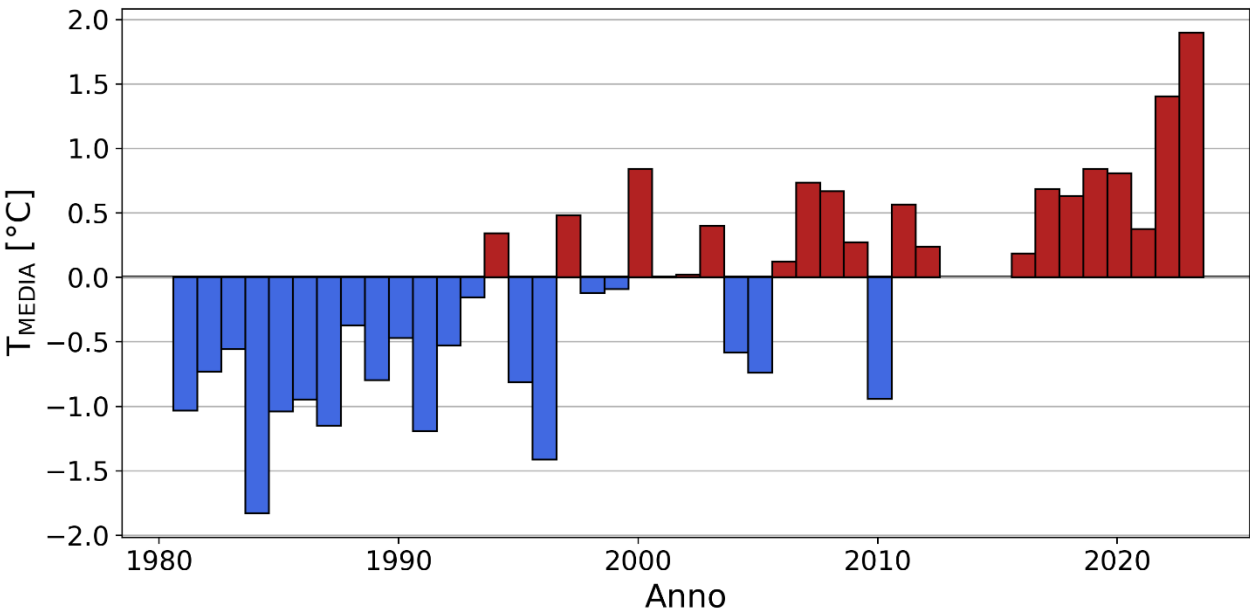
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.9 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni. Il 2022 e il 2023, inoltre, hanno fatto registrare i due valori più alti dell'intera serie, con il 2023 al primo posto con un valore di quasi +2°C.

Tab 4.9 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)		Temperatura media (°C)	
BOLOGNA	media 1991-2020		media 1991-2020	media 2015-2023
	770 [†]		15.7	16.5
stazione	Bologna Idrografico			

Fig 4.9: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2023 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Bologna.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di ARPAE Emilia-Romagna.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.10 Firenze

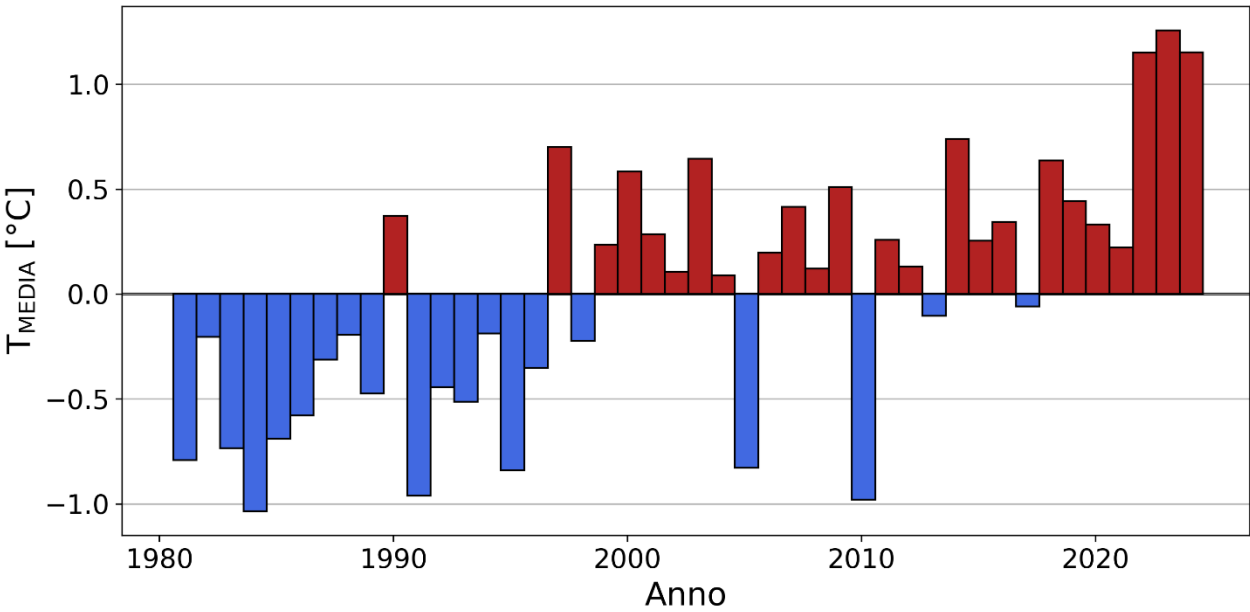
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.10 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010, 2013 e 2017. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell’intera serie, con il 2024 al secondo posto.

Tab 4.10: Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)		Temperatura media (°C)	
FIRENZE	media 1991-2020		media 1991-2020	media 2015-2024
	791 [†]		15.7	16.2
stazione	Firenze Peretola			

Fig 4.10 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Firenze Peretola.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.11 Ancona

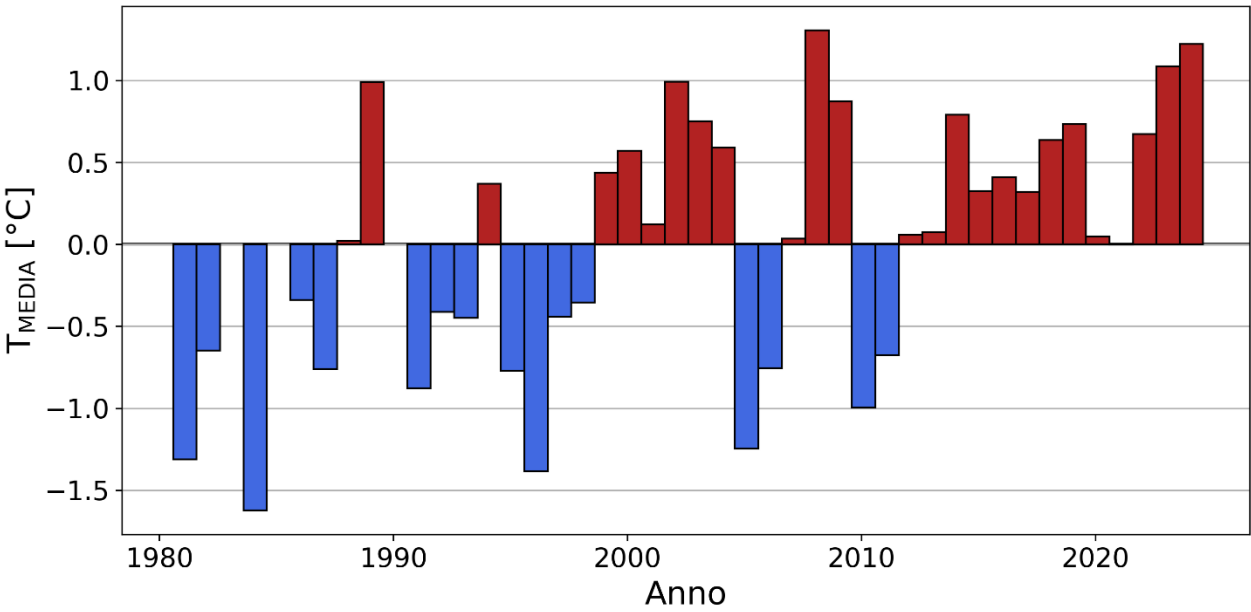
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.11 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010, 2011 e 2021. Il 2024 si pone inoltre al secondo posto della serie, dopo il 2008.

Tab 4.11 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)		Temperatura media (°C)	
ANCONA	media 1991-2020		media 1991-2020	media 2015-2024
	710		16.3	16.8
stazione	Ancona Torrette			

Fig 4.11 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Ancona Torrette.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile Regione Marche.

4.1.12 Perugia

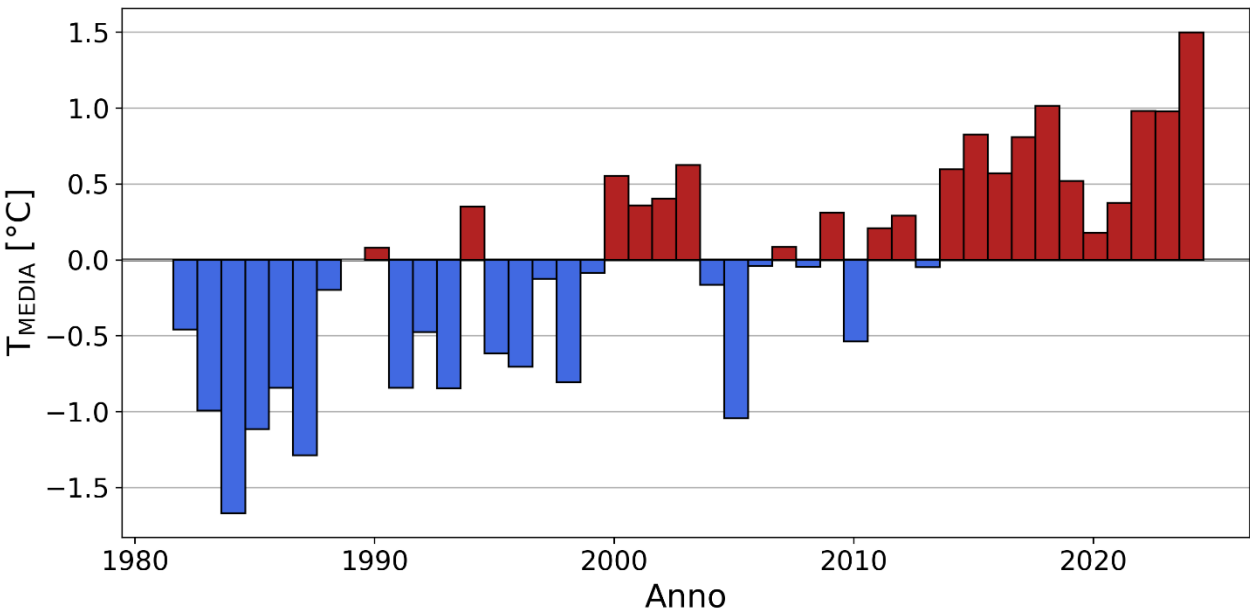
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione nel periodo 2000-2020 e di temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.12 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2013. Il 2024 ha registrato inoltre il valore più alto di tutta la serie, pari a quasi +1.5 °C sulla media climatologica 1991-2020.

Tab 4.12 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
	media 2000-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
PERUGIA	872	14.4	15.1
stazione	Perugia Santa Giuliana		Perugia

Fig 4.12 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Perugia.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

4.1.13 Roma

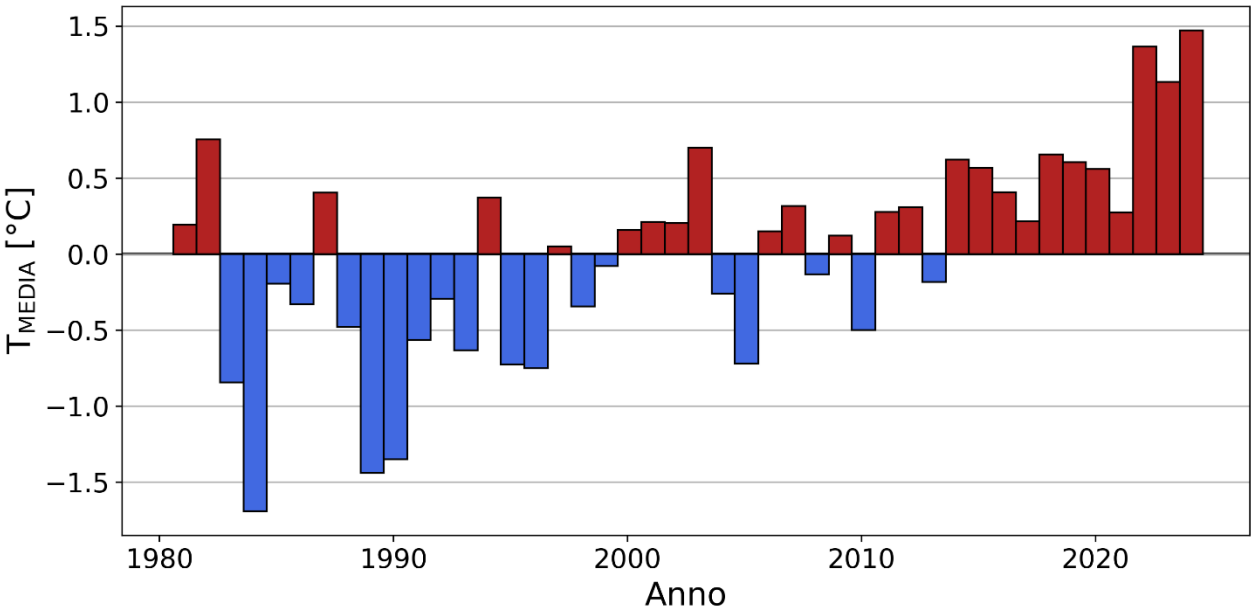
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.13 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2013. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell’intera serie, con il 2024 al primo posto grazie ad un’anomalia di quasi +1.5 °C.

Tabella 4.13 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)		Temperatura media (°C)	
ROMA	media 1991-2020		media 1991-2020	media 2015-2024
	787		17.8	18.4
stazione	Roma Macao			

Fig 4.13: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Roma Macao.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Lazio.

4.1.14 L'Aquila

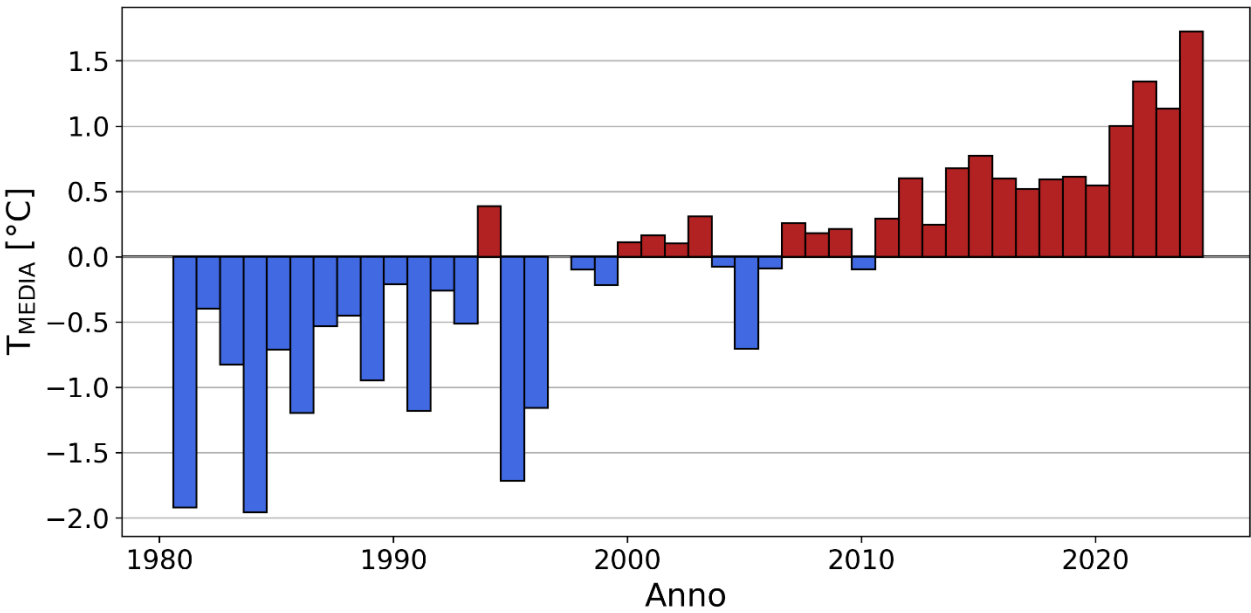
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell'ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.14 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell'intera serie, con il 2024 al primo posto grazie ad un'anomalia pari a +1.7 °C.

Tab 4.14 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
L'AQUILA	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	643	12.2	13.1
stazione	L'Aquila Sant'Elia		

Fig 4.14: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di L'Aquila Sant'Elia.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Abruzzo.

4.1.15 Campobasso

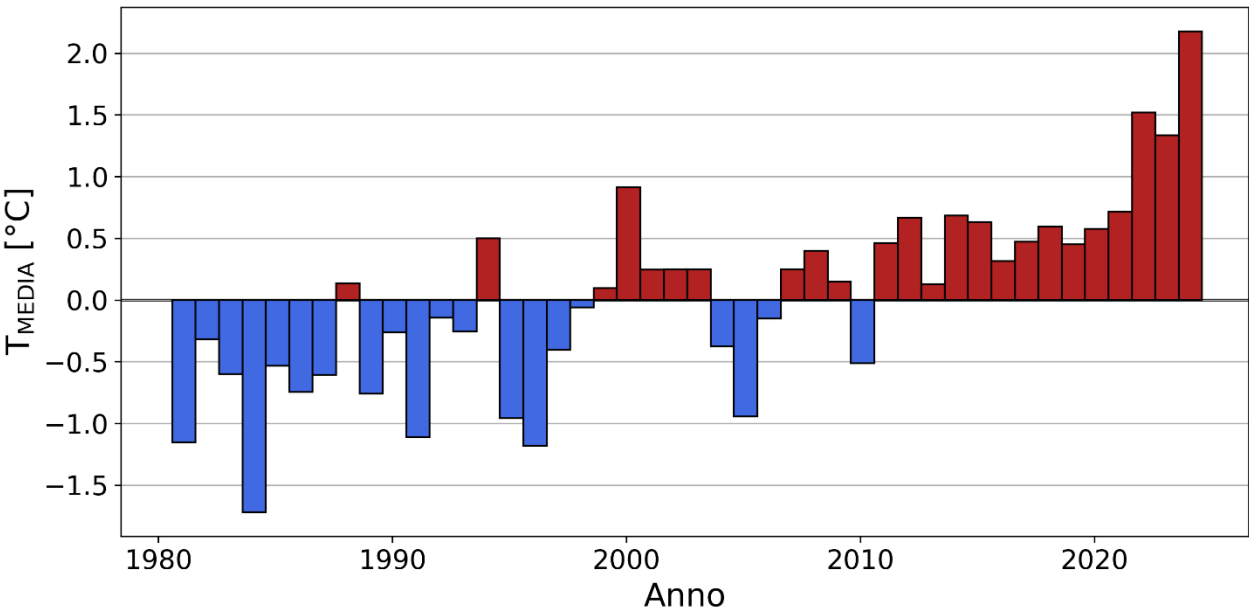
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.15 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell’intera serie, con il 2024 al primo posto grazie ad un’anomalia pari a +2.2 °C.

Tab 4.15 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
CAMPOBASSO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	678	13.1	13.9
stazione	Campobasso		

Fig 4.15: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Campobasso.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

4.1.16 Napoli

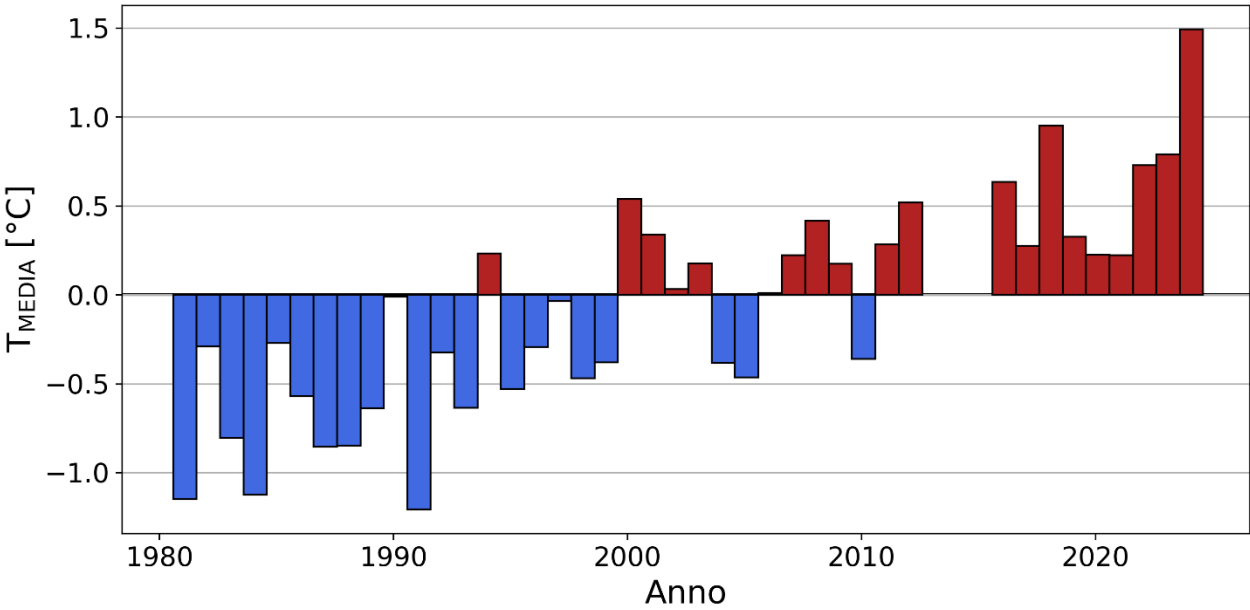
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.16 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Il 2024 ha fatto inoltre registrare il valore più alto della serie, pari a quasi 1.5 °C al di sopra del valore climatologico 1991-2020.

Tab. 4.16 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
NAPOLI	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	926 [†]	17.0	17.5
Stazione	Napoli Capodichino		

Fig 4.16 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Napoli Capodichino.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.17 Bari

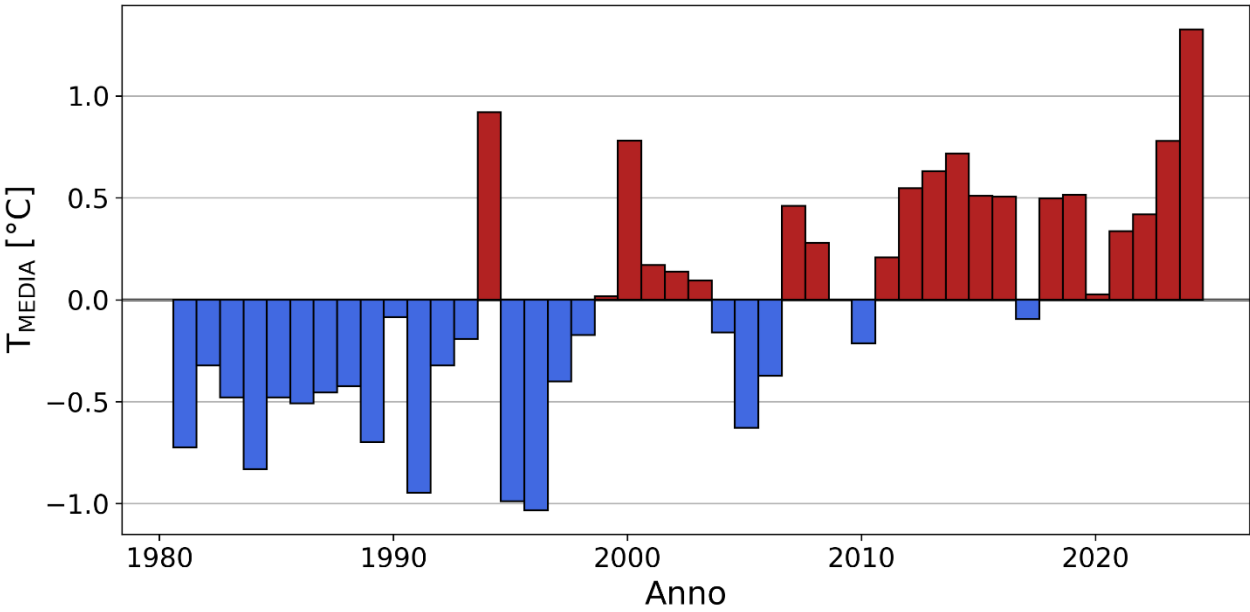
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.17 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo 2010 e 2017. Il 2024 ha fatto inoltre registrare il valore più alto della serie, pari a 1.3 °C al di sopra del valore climatologico 1991-2020.

Tab 4.17 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
BARI	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	595	16.4	16.8
stazione	Bari-Ufficio idrografico	Bari Palese Macchie	

Fig 4.17 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Bari Palese Macchie.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare.

4.1.18 Potenza

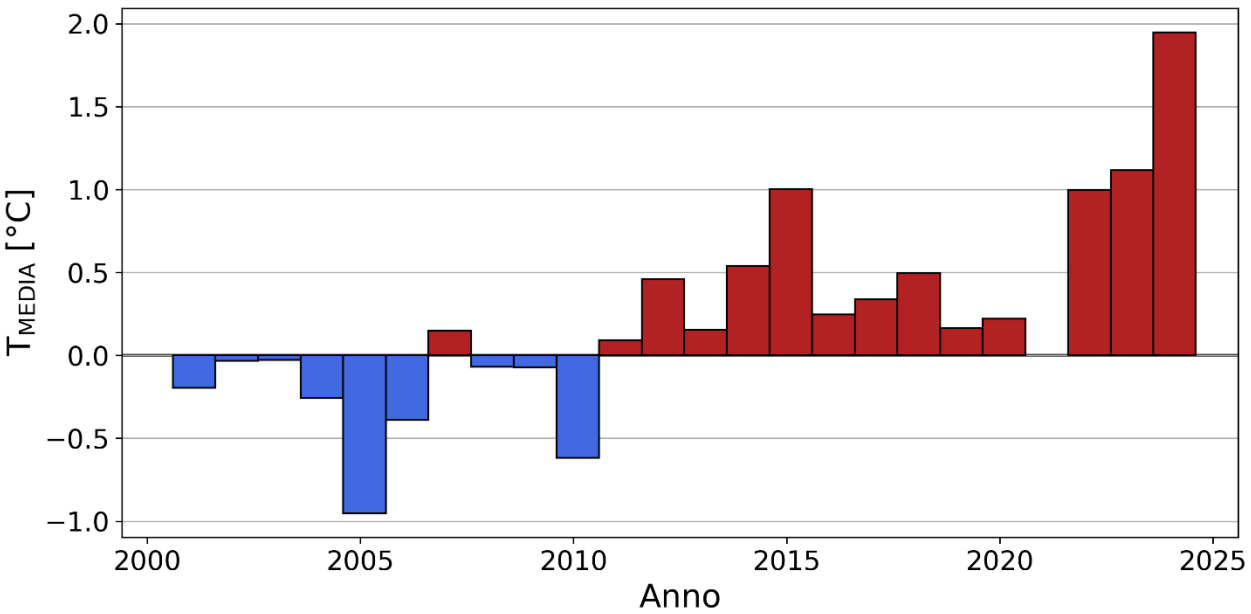
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel periodo 2001-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.18 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Il 2024 ha fatto inoltre registrare il valore più alto della serie, pari a quasi 2 °C al di sopra del valore climatologico 2001-2020.

Tab 4.18: Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 2001-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 2001-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
POTENZA	media 2001-2020	Media 2001-2020	media 2015-2024
	743 [†]	13.4	14.0
stazione	Potenza		

Figura 4.18: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 2001 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 2001-2020 per la stazione di Potenza.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Basilicata.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.19 Catanzaro

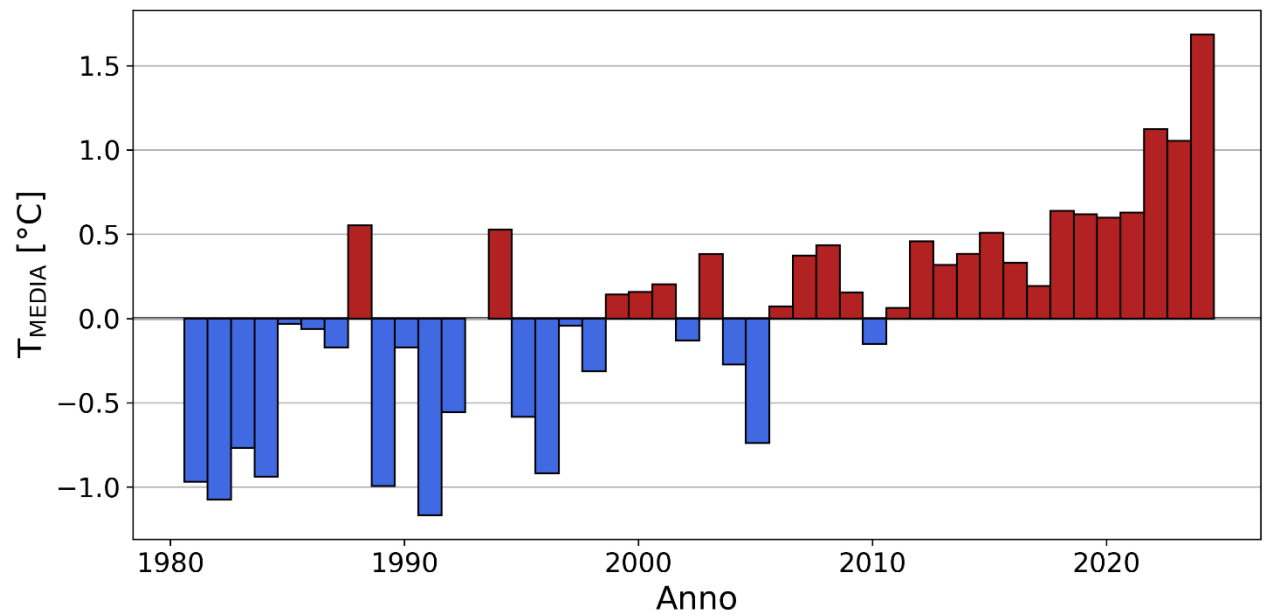
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.19 che mostra anomalie sempre positive negli ultimi 15 anni: fa eccezione solo il 2010. Gli ultimi tre anni, inoltre, hanno fatto registrare i tre valori più alti dell’intera serie, con il 2024 al primo posto grazie ad un’anomalia pari a quasi +1.7 °C.

Tab 4.19 -Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
CATANZARO	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	1010	16.9	17.6
stazione	Catanzaro		

Fig 4.19: Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Catanzaro.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di ARPA Calabria.

4.1.20 Cagliari

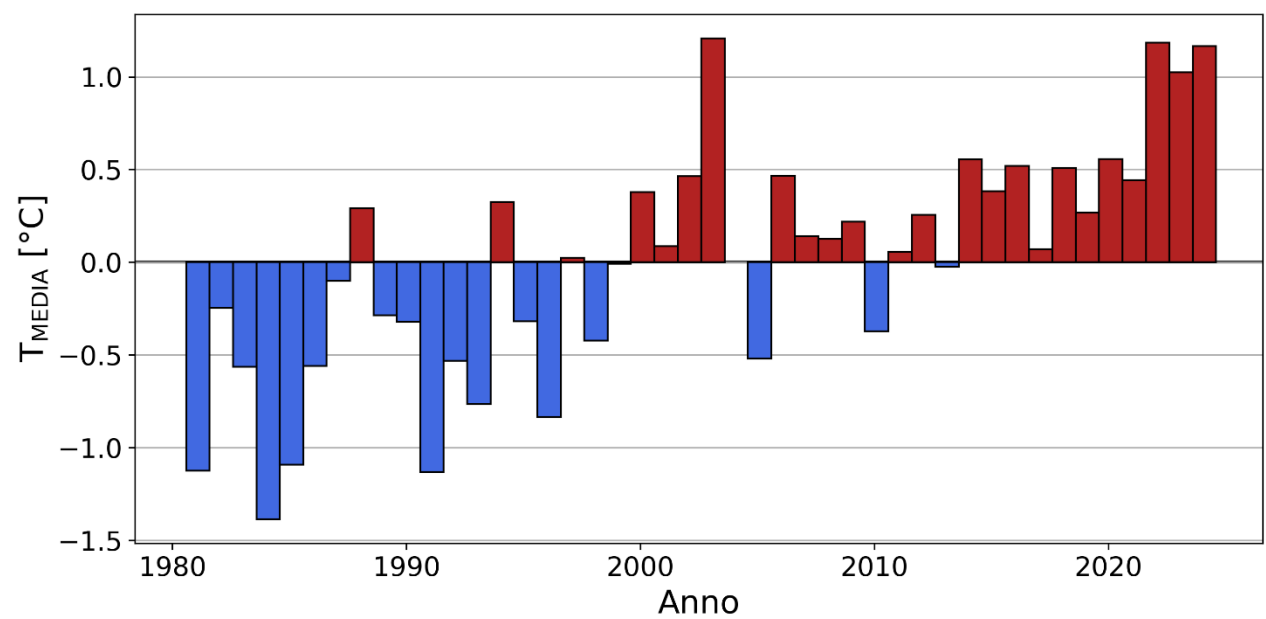
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nell’ultimo decennio che evidenzia una tendenza al riscaldamento, come confermato dalla Figura 4.20 che mostra anomalie quasi sempre positive negli ultimi 15 anni: fanno eccezione solo il 2010 e il 2013. Il 2024 ha fatto inoltre registrare il terzo valore più alto della serie.

Tab 4.20 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell’ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
CAGLIARI	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
	402 [†]	17.4	18.0
Stazione	Cagliari Elmas		

Fig 4.20 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Cagliari Elmas.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

4.1.21 Palermo

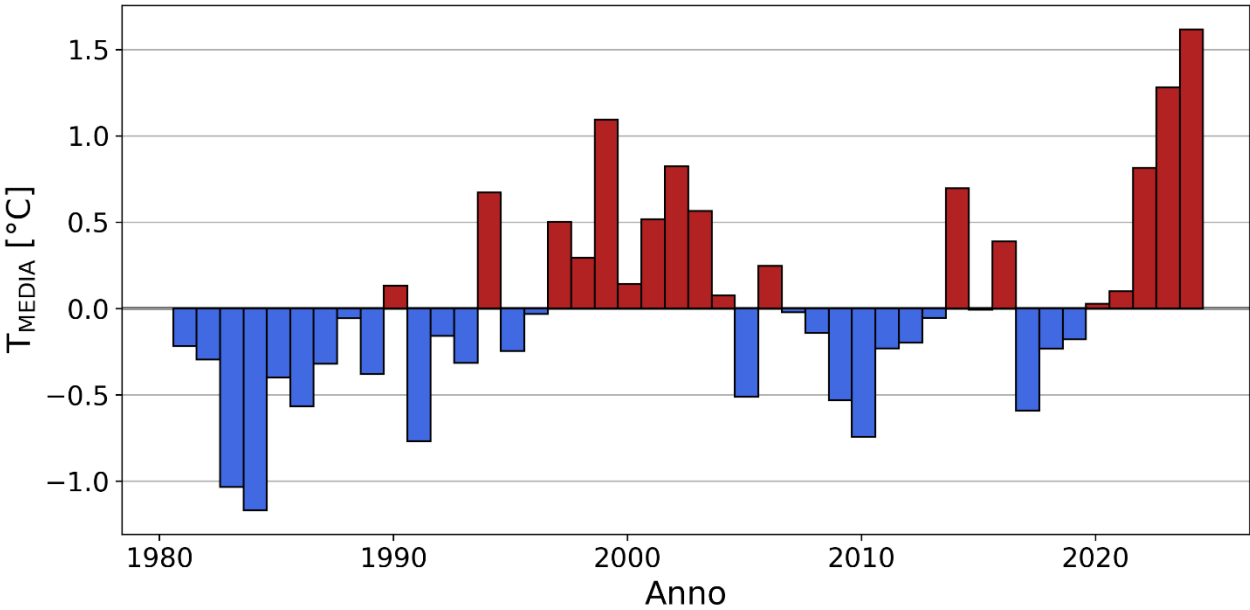
La tabella seguente illustra la caratterizzazione climatica della città, con i valori medi di precipitazione e temperatura nel trentennio climatologico 1991-2020.

Per la temperatura è riportato anche il valore medio nel decennio 2015-2024 (Tabella 22) e la serie delle anomalie della temperatura media dal 1981 (Figura 4.21). Gli ultimi due anni hanno registrato i valori più alti dell'intera serie, con il 2024 al primo posto grazie ad un'anomalia di +1.6 °C.

Tab 4.21 - Precipitazione cumulata: valore medio del periodo climatologico 1991-2020; temperatura media: valore medio del periodo climatologico 1991-2020 a confronto con quella dell'ultimo decennio.

CITTÀ	Precipitazione cumulata (mm)	Temperatura media (°C)	
	media 1991-2020	media 1991-2020	media 2015-2024
PALERMO	601 [†]	19.0	19.3
stazione	Palermo Osservatorio astronomico		

Fig 4.21 - Serie annuale delle anomalie della temperatura media dal 1981 al 2024 rispetto al valore del periodo climatologico 1991-2020 per la stazione di Palermo Osservatorio astronomico.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dell'Autorità di Bacino della Regione Siciliana.

[†] serie di precipitazione per cui è stato accettato un massimo di tre giorni mancanti al mese

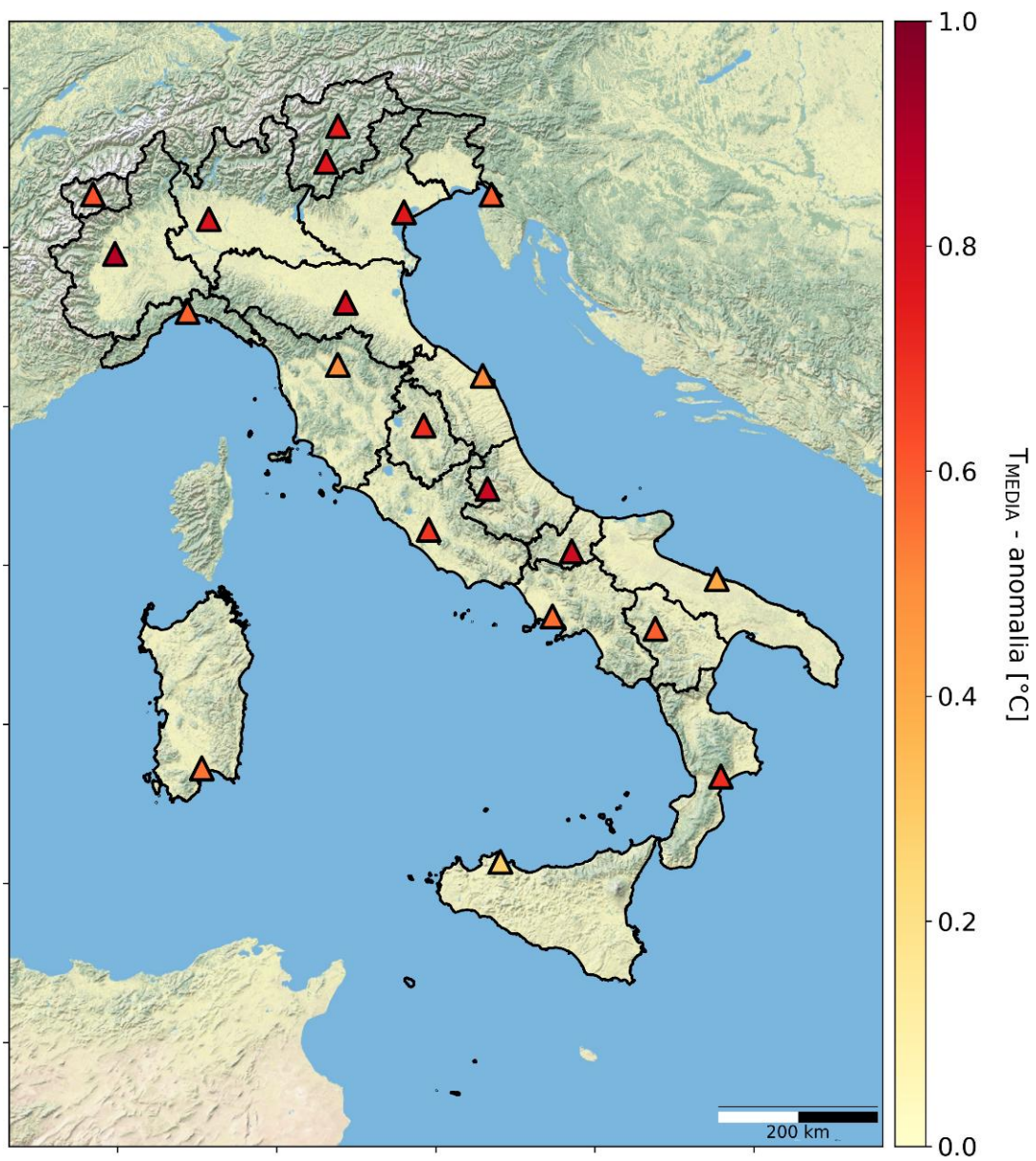
4.1.22 Mappe: anomalie di temperatura e trend

In questo capitolo viene presentata un quadro di insieme delle variazioni della temperatura per le città capoluogo di regione.

Le Figure 4.22, 4.23 e 4.24 mostrano le anomalie medie dell'ultimo decennio 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020, rispettivamente per la temperatura media, massima e minima. Come si osserva dalle mappe le anomalie sono positive per tutte le città e per tutte le variabili, e sono comprese tra il valore di 0.3 °C di Palermo e 0.8°C di Potenza e Campobasso per la temperatura media, tra il valore di 0.2 °C di Palermo e 1.0°C di Torino per la temperatura massima, tra il valore di 0.1°C di Firenze e 0.9°C di Trento per la temperatura minima.

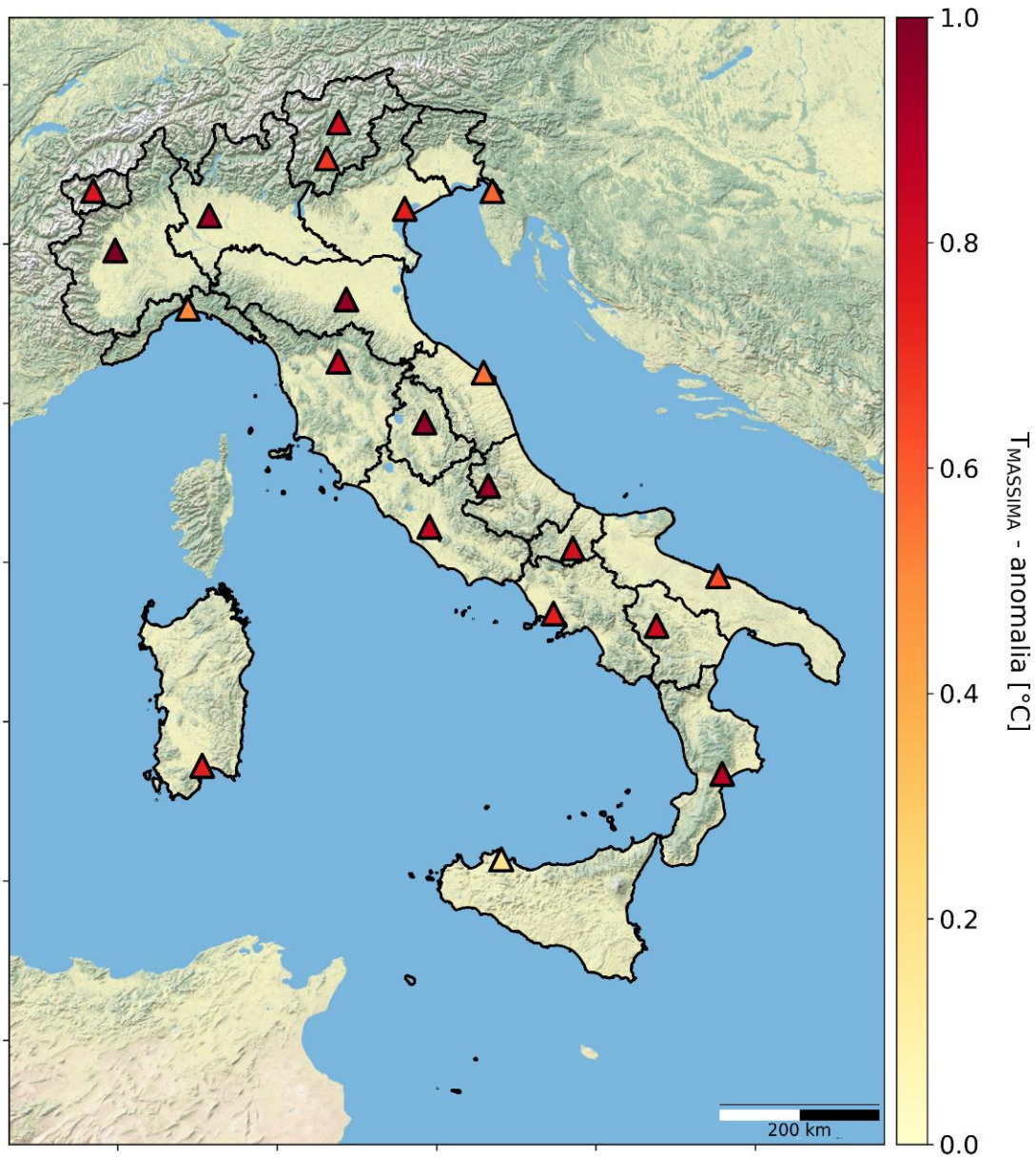
Questo segnale di riscaldamento viene confermato dall'analisi dei trend. Le mappe riportate nelle Figure 4.25-4.27, infatti, mettono in evidenza per tutte le città un trend positivo statisticamente significativo, sia della temperatura media, che della massima e della minima. Per la temperatura media il tasso di variazione è compreso tra il valore minimo di +0.2°C/10 anni di Palermo e +0.5°C/10 anni di numerose città del centro e del nord.

Fig 4.22 - Anomalie della temperatura media 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020¹².



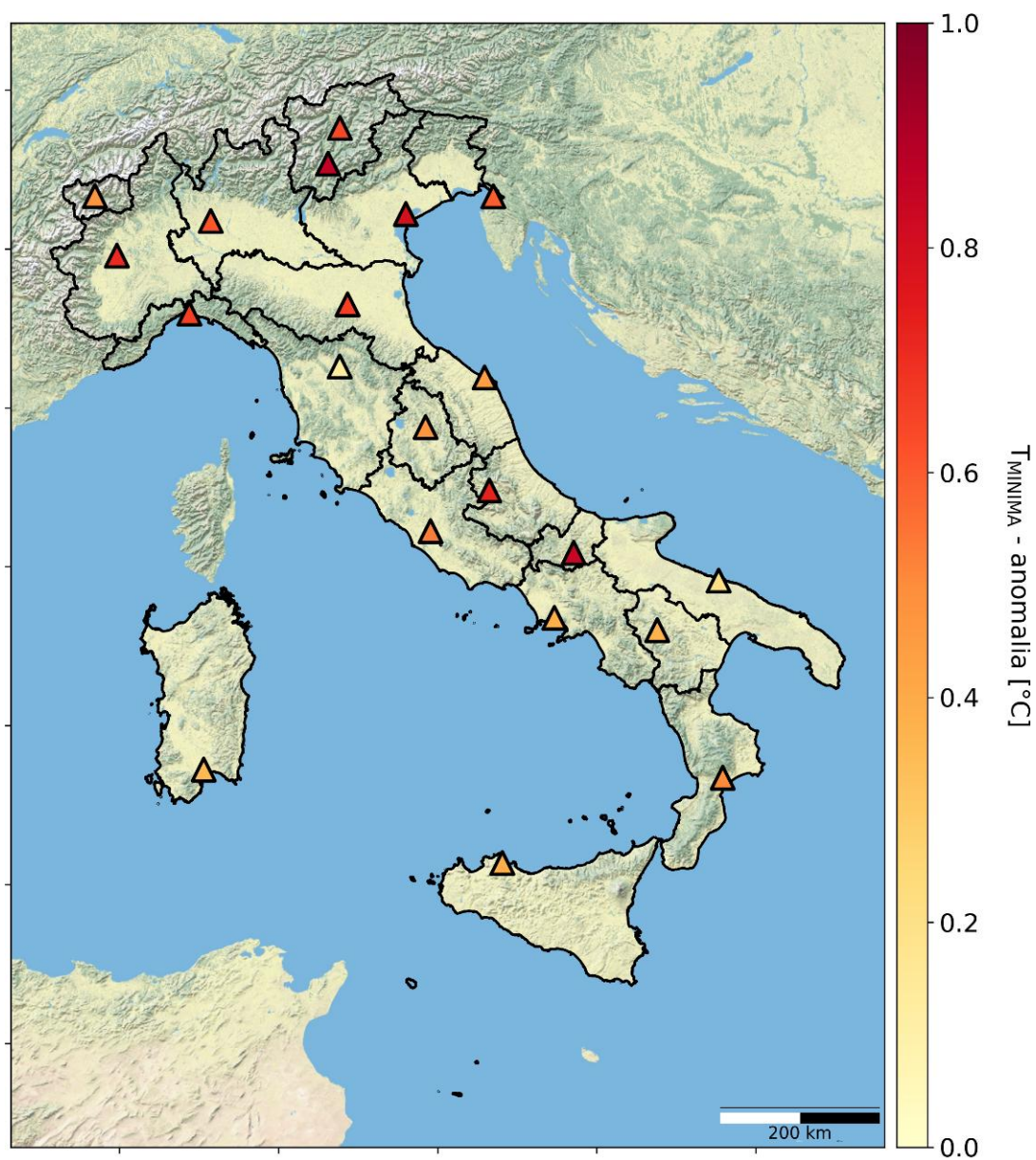
¹² Per Potenza il periodo di riferimento è 2001-2020

Fig 4.23 - Anomalie della temperatura massima 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020¹³.



¹³ Per Potenza il periodo di riferimento è 2001-2020.

Fig 4.24 - Anomalie della temperatura minima 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020¹⁴.



¹⁴ Per Potenza il periodo di riferimento è 2001-2020.

Fig 4.25 - Trend lineare della temperatura media calcolato dal 1981. I trend sono tutti statisticamente significativi al livello 5%.

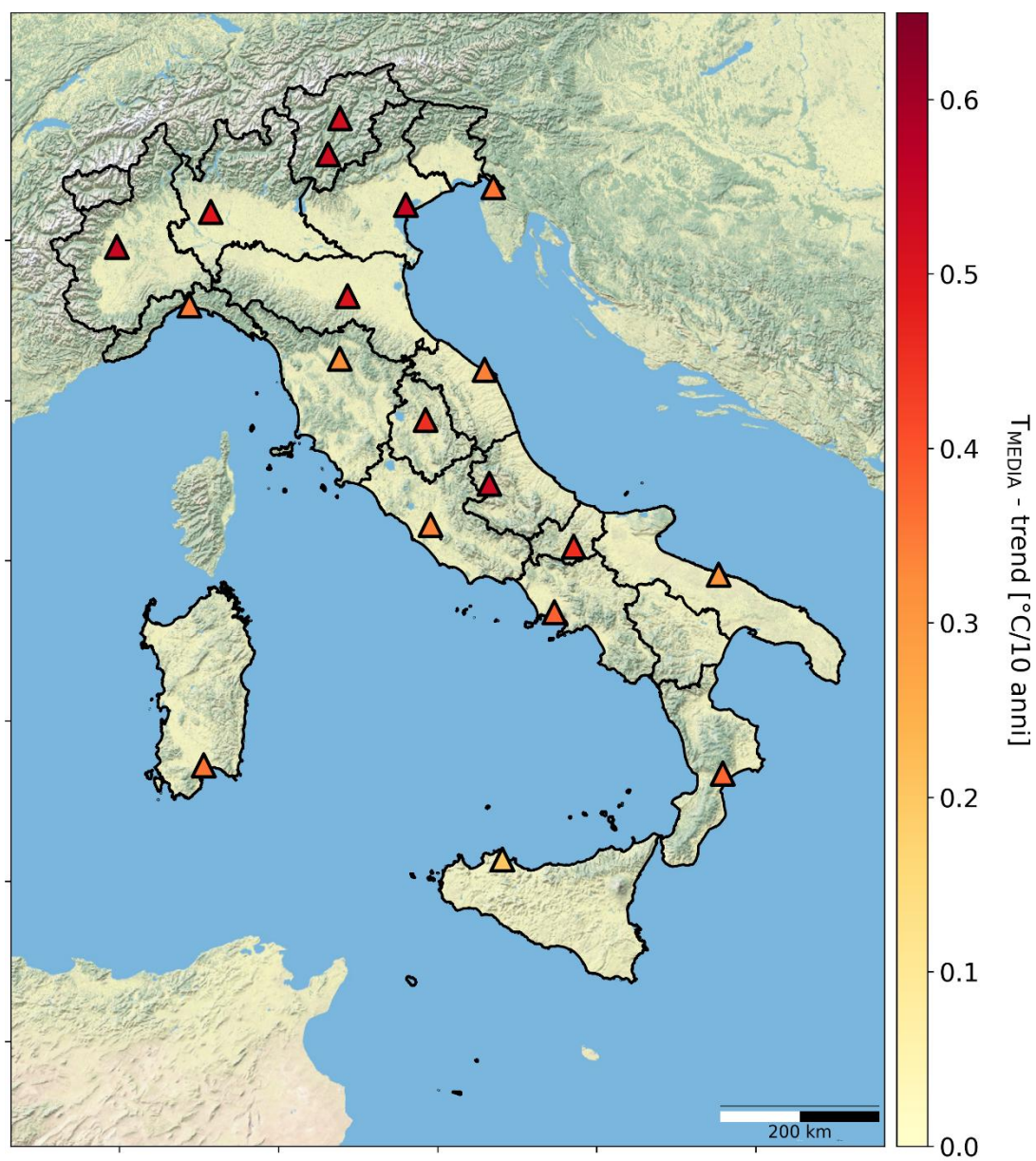


Fig 4.26 - Trend lineare della temperatura massima calcolato dal 1981. I trend sono tutti statisticamente significativi al livello 5%.

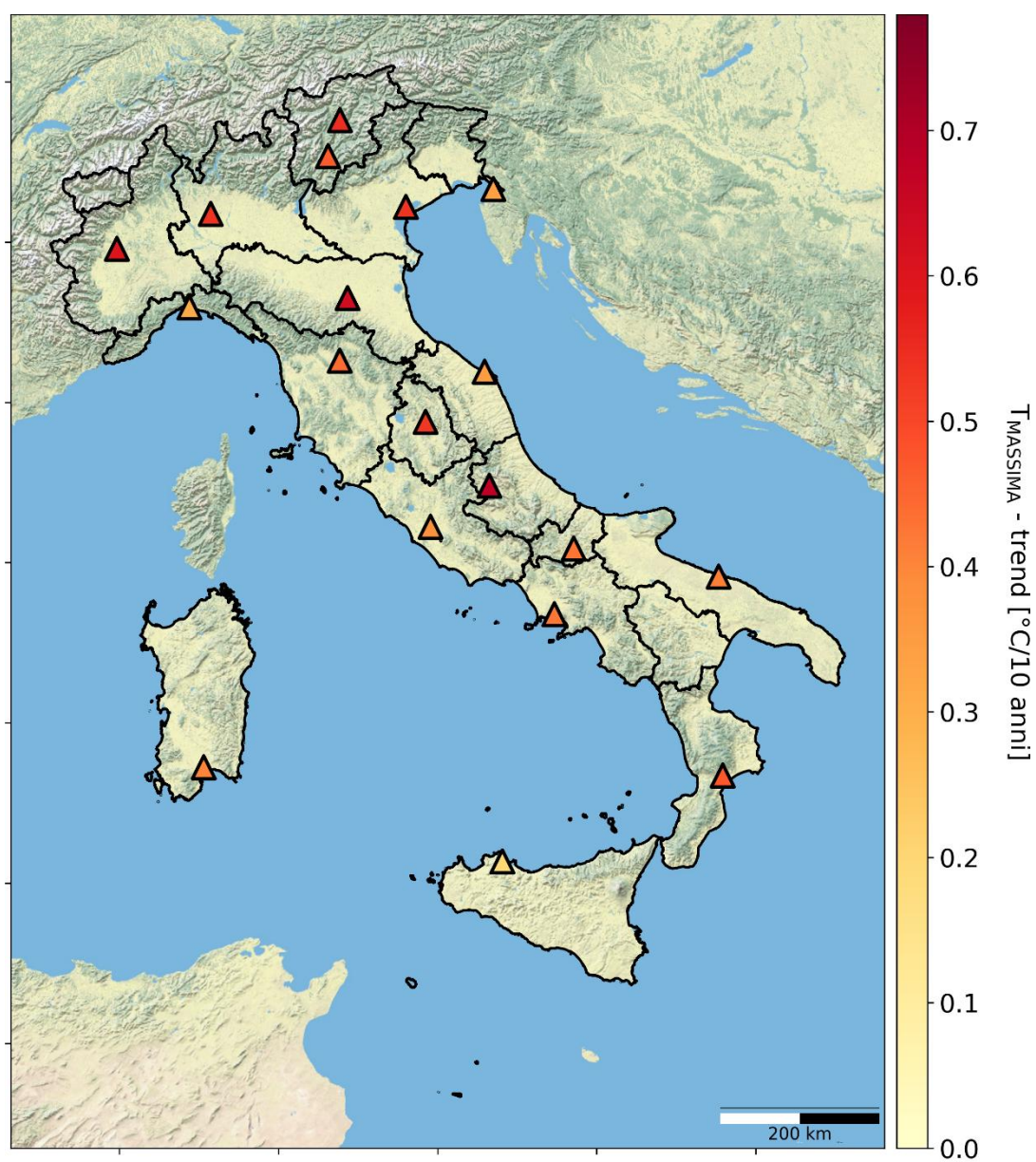
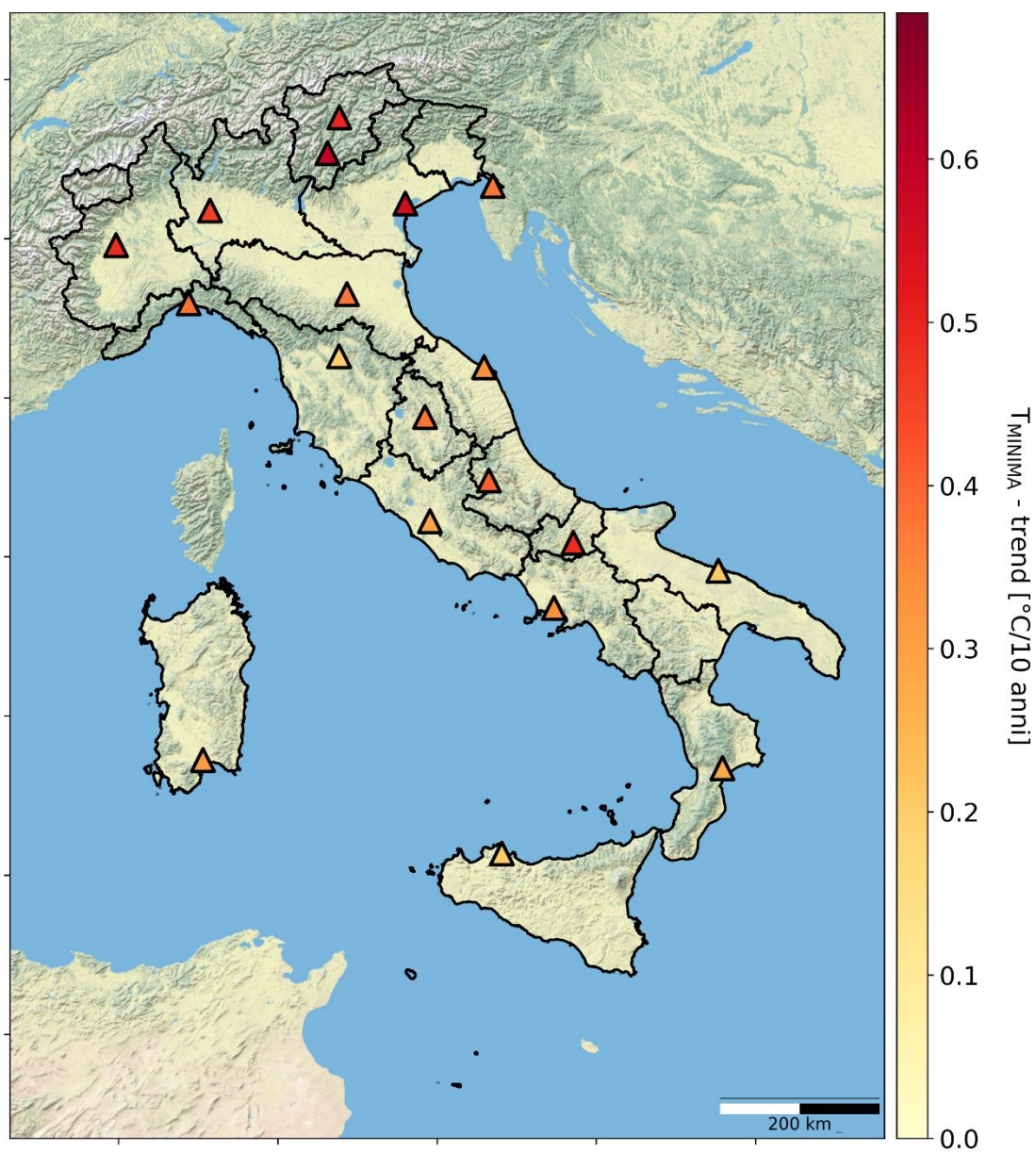


Fig 4.27 - Trend lineare della temperatura minima calcolato dal 1981. I trend sono tutti statisticamente significativi al livello 5%.



4.2 Indici degli estremi di temperatura

Gli indici rappresentativi degli estremi di temperatura definiti nel capitolo 2 sono stati calcolati e riportati nella Tabella 4.23, in termini di anomalie medie del decennio 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020, per ogni capoluogo. Le Figure 4.28-4.35 mostrano un quadro di insieme delle anomalie degli indici sul territorio nazionale. Per Aosta e Potenza, le cui serie di temperatura sono disponibili rispettivamente solo dall'inizio degli anni '90 e 2000 non è stato possibile calcolare gli indici basati sui percentili (per tutte le altre città le soglie si riferiscono infatti al trentennio 1981-2010). I giorni con gelo (FD) sono invece eventi molto rari nel caso di Catanzaro e Palermo e non sono quindi significativi per queste due città.

In coerenza con quanto si registra per i valori medi di temperatura, in generale si osservano anomalie positive per gli indici rappresentativi degli estremi di caldo, quali i giorni estivi (SU), i giorni estivi caldi (SU95P), i giorni estivi torridi (TXGE35), le notti tropicali (TR), l'indice di durata dei periodi di caldo estivo (WS3DI)¹⁶, l'indice di durata dei periodi di caldo (WSDI), e anomalie negative per gli indici rappresentativi degli estremi di freddo, quali i giorni con gelo (FD) e l'indice di durata dei periodi di freddo (CSDI)¹⁵.

Tab 4.23 – Anomalie degli indici climatici per il periodo 2015-2024 rispetto al periodo climatologico 1991-2020¹⁵.

CITTÀ	SU	SU95P	TXGE35	TR	WS3DI ¹⁶	WSDI ¹³	FD	CSDI ¹³
Aosta	15	15	2	3	-	-	-4	-
Torino	12	16	2	15	13	13	-9	-3
Genova	10	9	1	17	9	4	-1	-3
Milano	9	14	3	14	9	10	-4	-4
Bolzano	9	15	4	7	13	7	-6	0
Trento	10	17	2	5	14	10	-10	-1
Venezia	16	13	1	15	14	11	-14	-2
Trieste	9	11	2	12	8	7	-3	-1
Bologna	11	15	6	14	10	14	-8	-3
Firenze	10	18	16	2	22	23	-2	-1
Ancona	8	12	2	8	5	0	-4	-2
Perugia	11	20	9	5	21	19	-3	-2
Roma	10	17	14	15	15	17	-2	-4
L'Aquila	7	10	7	2	8	10	-1	0
Campobasso	7	6	1	7	6	7	-8	-1
Napoli	9	19	5	14	15	8	-2	-1
Bari	7	11	2	9	4	3	-1	-1
Potenza	11	9	3	6	-	-	-8	-
Catanzaro	11	14	2	10	9	9	-	-1
Cagliari	11	17	6	12	10	7	-1	-2
Palermo	1	11	2	11	7	5	-	1

¹⁵ Per Aosta e Potenza il periodo di riferimento è 2001-2020 (in base ai criteri di validità applicati alle serie)

¹⁶ Il valore di soglia è stato calcolato relativamente al periodo 1981-2010

Fig 4.28 - Anomalia del numero medio di giorni estivi (SU) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

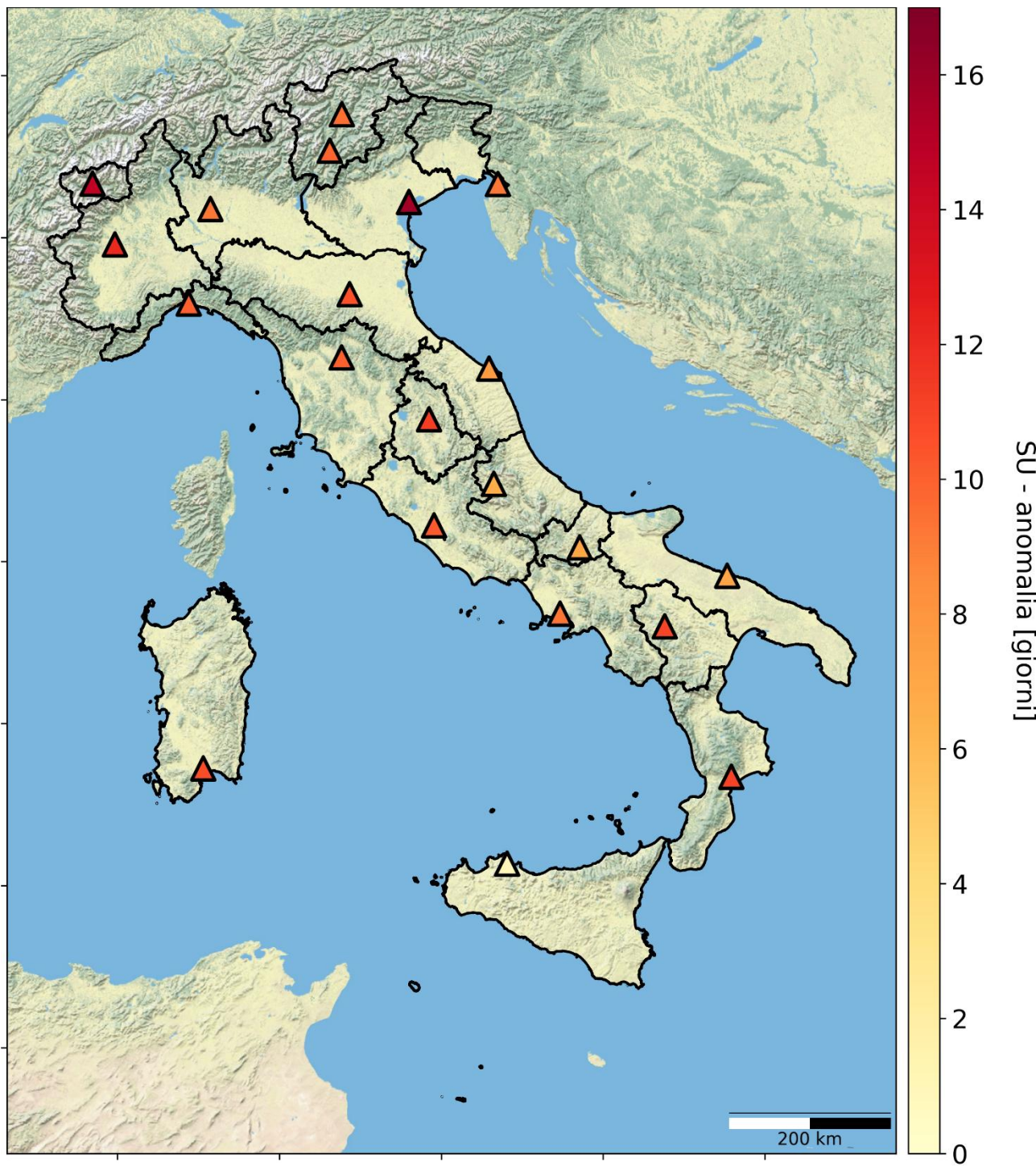


Fig 4.29 - Anomalia del valore medio dell'indice di giorni estivi caldi (SU95p) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

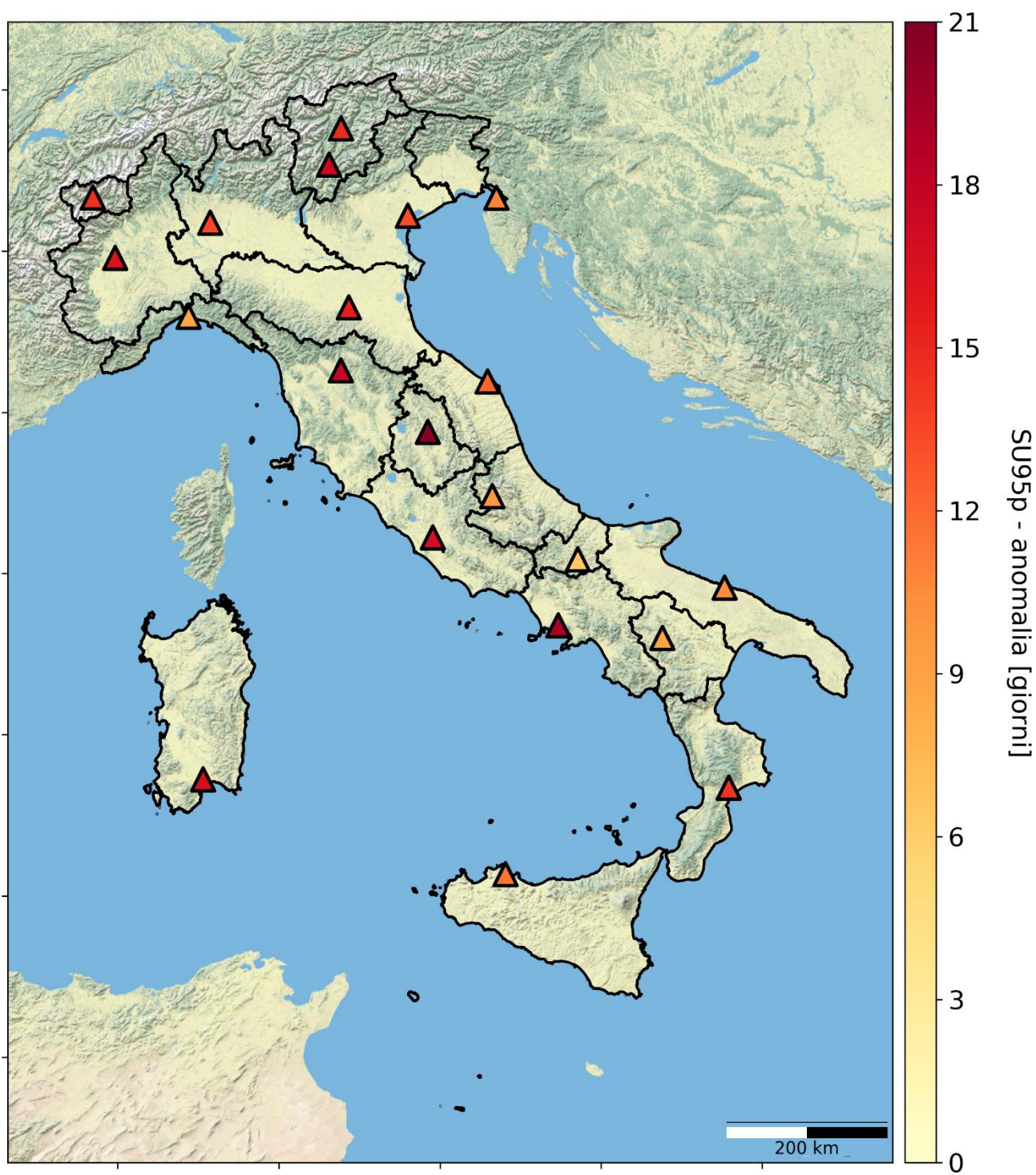


Fig 4.30 - Anomalia del valore medio dell'indice di giorni estivi torridi (TXGE35) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

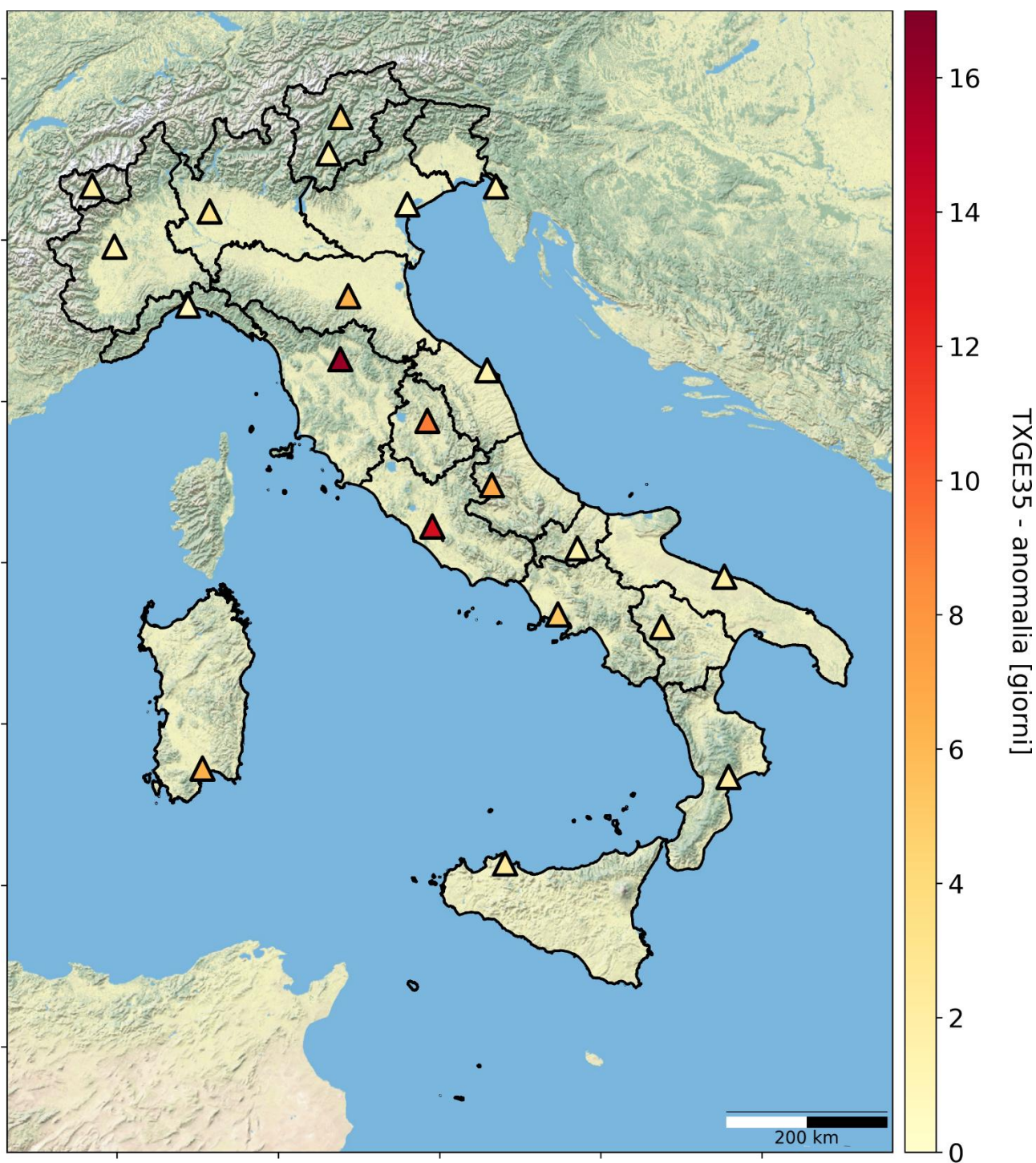


Fig 4.31 - Anomalia del numero medio di notti tropicali (TR) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

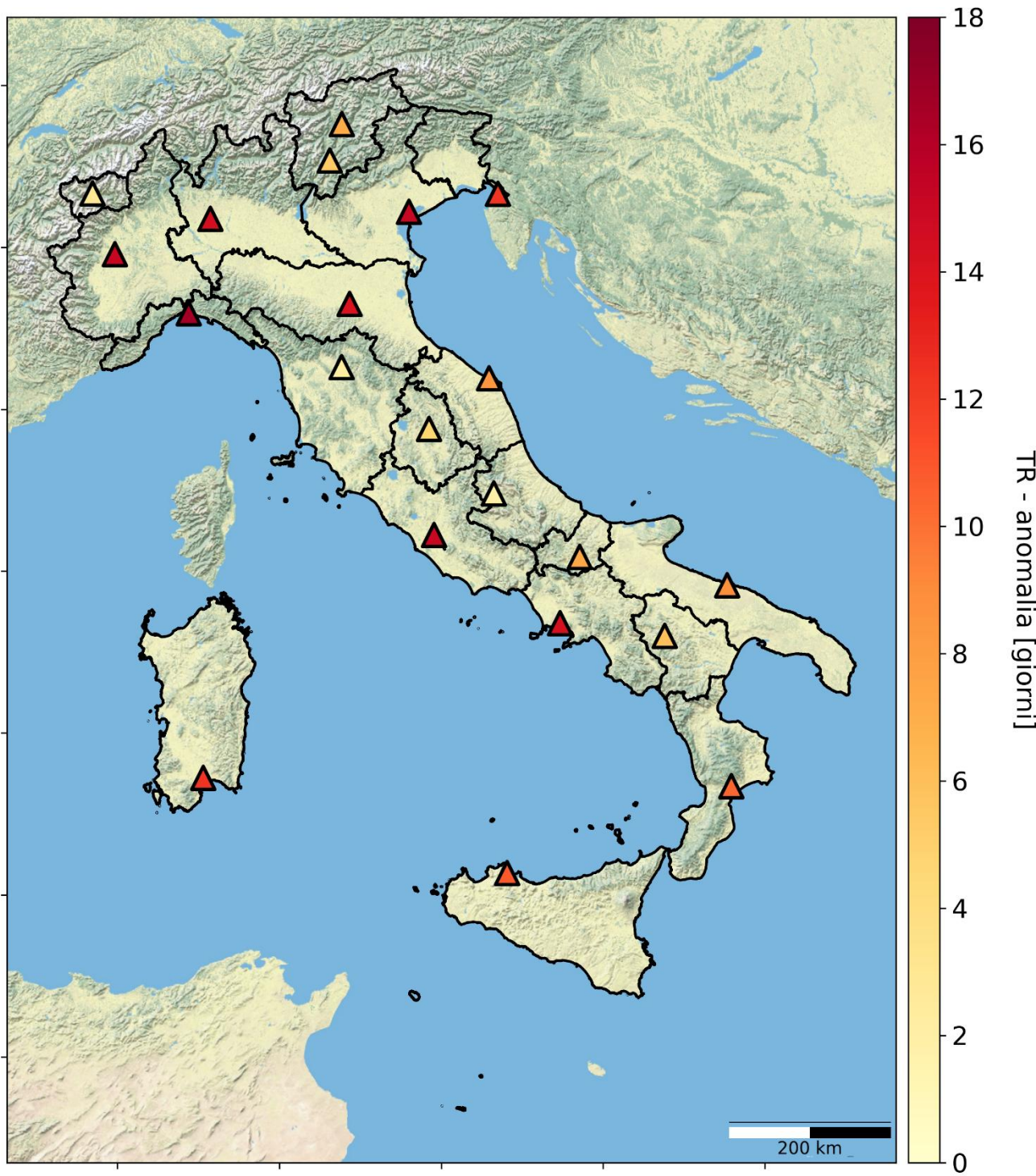


Fig 4.32 - Anomalia del valore medio dell'indice di durata dei periodi di caldo estivo (WS3DI) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

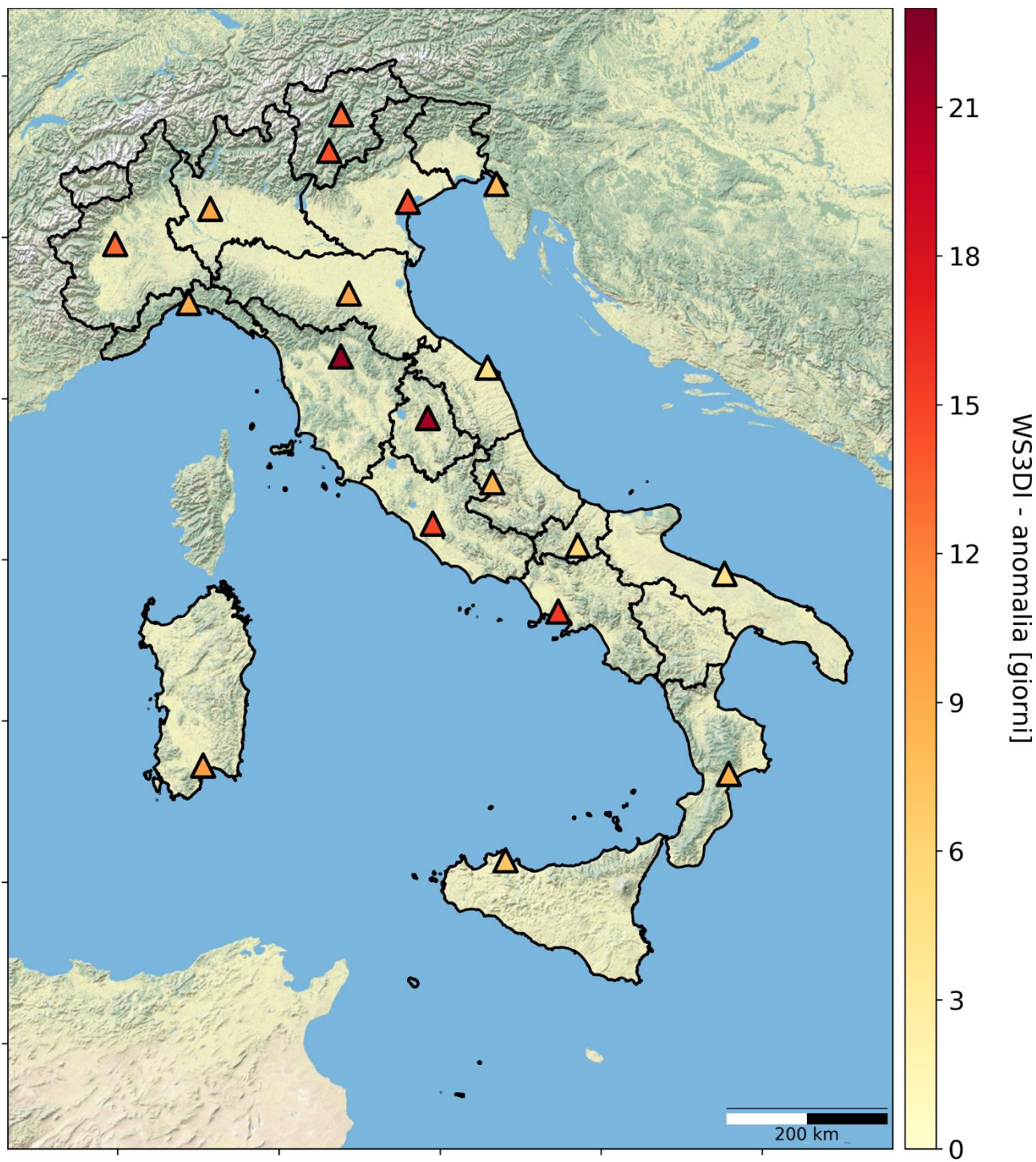


Fig 4.33 - Anomalia del valore medio dell'indice di durata dei periodi di caldo (WSDI) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

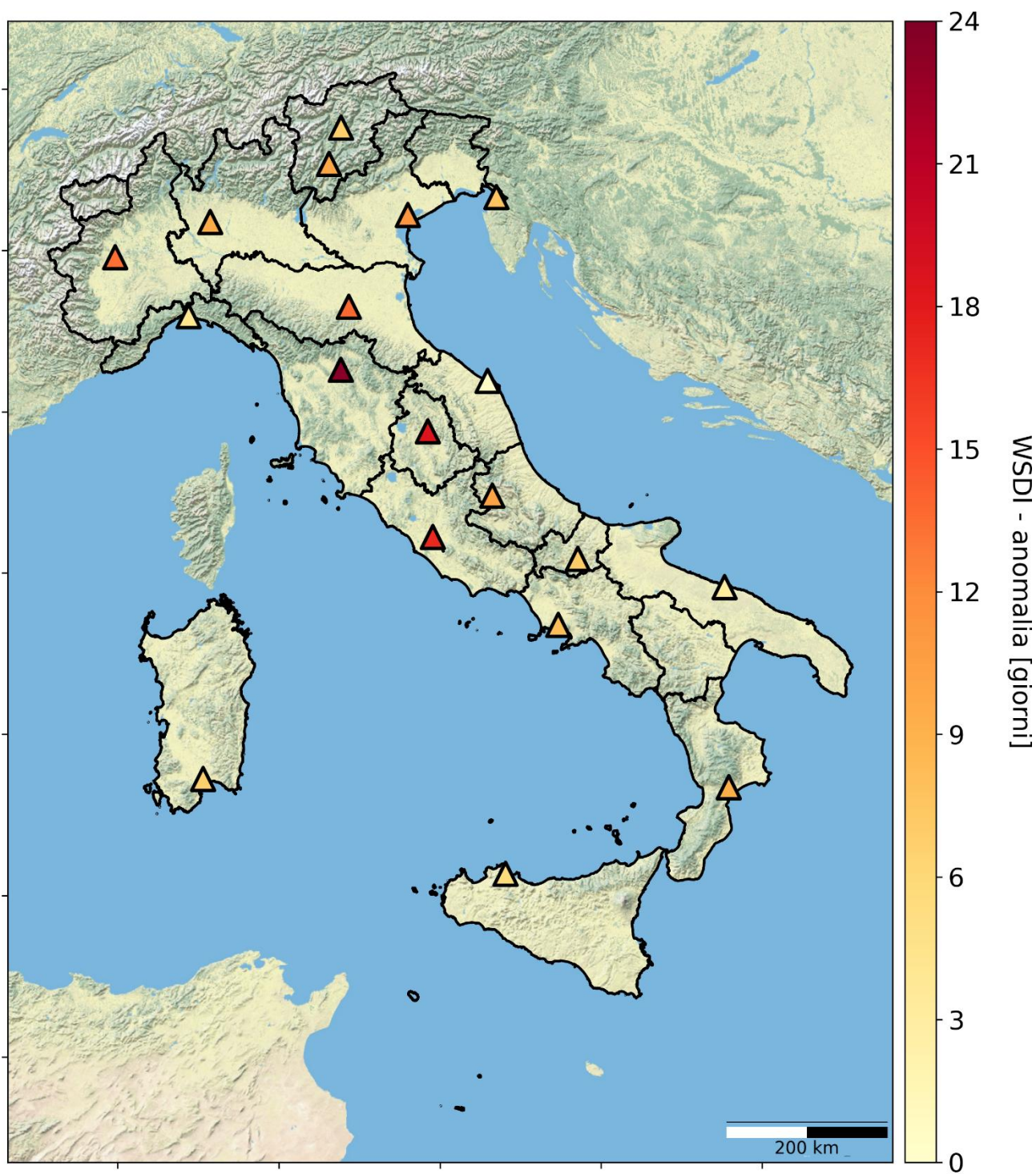


Fig 4.34 - Anomalia del numero medio di giorni con gelo (FD) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.

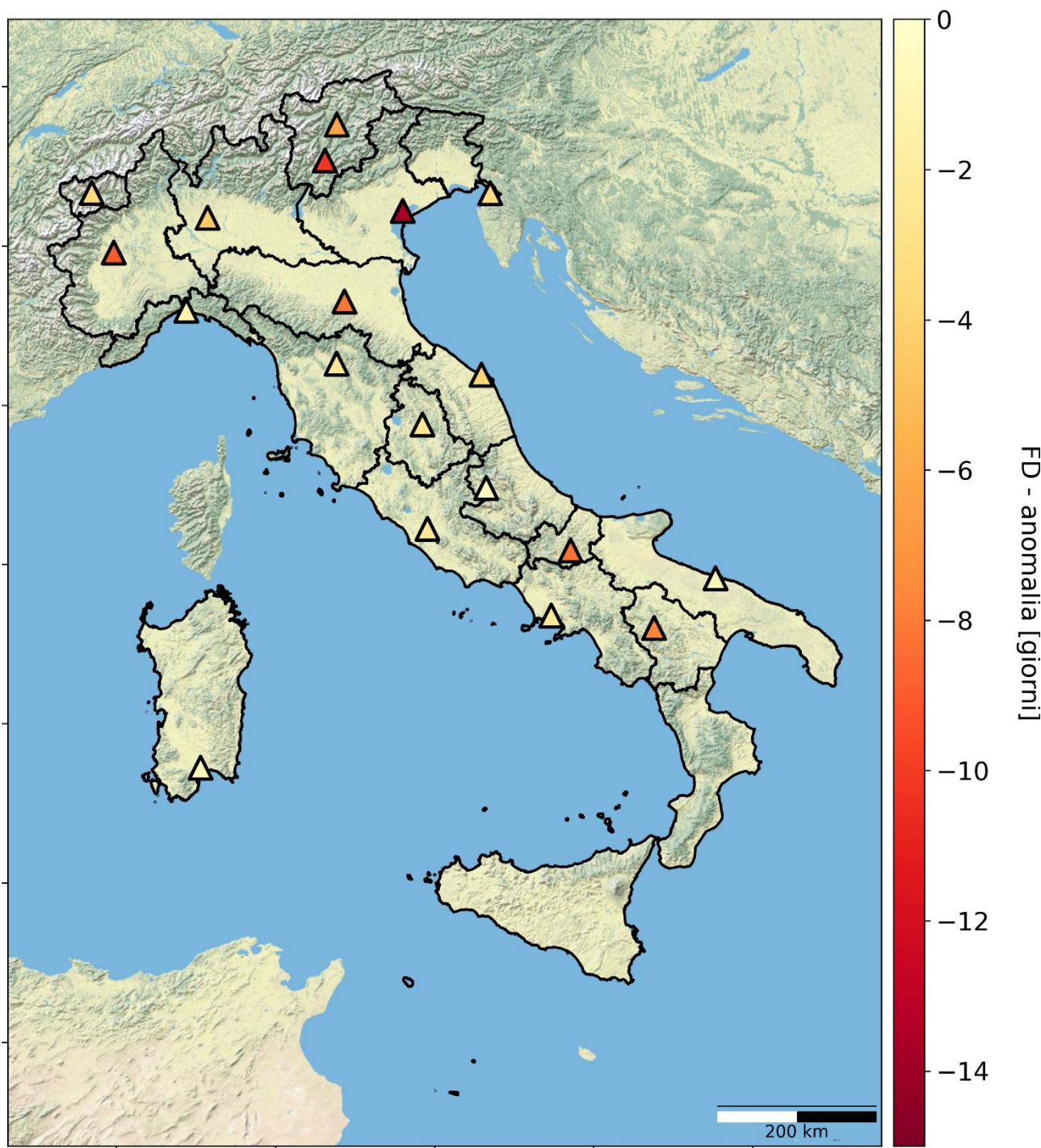
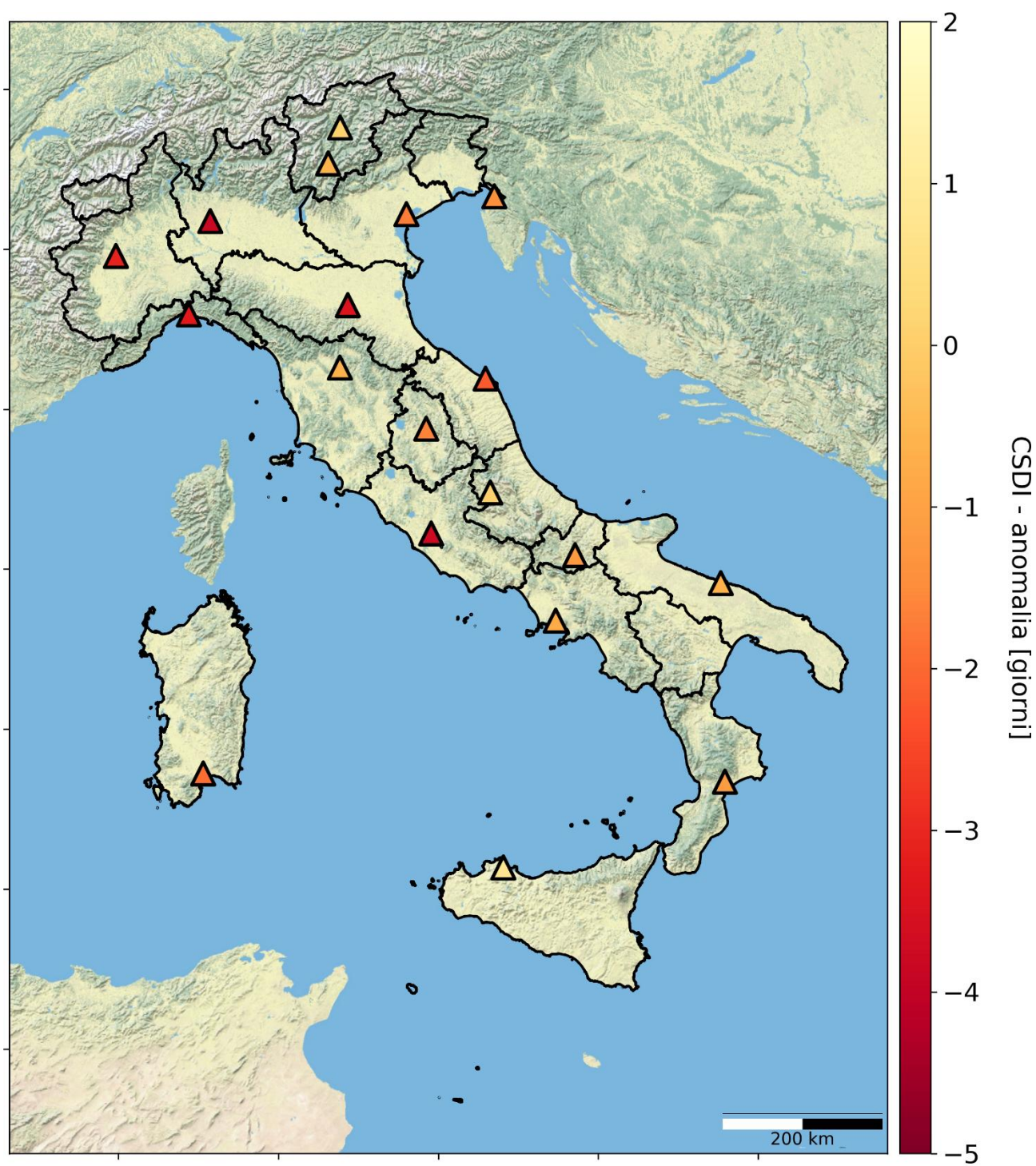


Fig 4.35 - Anomalia del valore medio dell'indice di durata dei periodi di freddo (CSDI) nel periodo 2015-2024 rispetto al periodo di riferimento.



5 Bibliografia

- Arguez A., Durre I., Applequist S., Vose R.S., Squires M.F., Yin X., Heim R.R. Jr. and Owen T.W., 2012. NOAA's 1981-2010 U.S. Climate Normals: An Overview. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93, 1687-1697, doi:10.1175/BAMS-D-11-00197.1.
- Ballester J., Quijal-Zamorano M., Méndez Turrubiates R.F. et al., 2023. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nat Med* 29, 1857–1866. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.
- Braca et al., 2022. La siccità e la crisi idrica del 2022. In: *Il clima in Italia nel 2022*. Report SNPA 36/2023.
- Desiato F., 2007. SCIA, un sistema nazionale unico per i dati climatologici, *ARPA Rivista*, N. 1, gennaio-febbraio 2007.
- Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2006. Un sistema per tutti – climatologia: i dati italiani. *Sapere*, Anno 72, n. 2, 62-69.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.5194/asr-6-147-2011>.
- 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* n. 32/2012.
- Durre I., Menne M.J., Gleason B.E., Houston T.G. and Vose R.S., 2010. Comprehensive automated quality assurance of daily surface observations, *J. Appl. Meteor. Climat.*, 8, 1615–1633.
- European Environmental Agency, 2024. European Risk Assessment Executive Summary. EEA Report 01/2024. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment>.
- 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* n. 66/2016.
- Fioravanti G. e Piervitali E., 2018. Variazioni della temperatura in Italia: estensione della base dati e aggiornamento della metodologia di calcolo. *Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente* n. 81/2018.
- Fioravanti G. Piervitali E., e Desiato F., 2019. A new homogenized daily data set for temperature variability assessment in Italy, *Int. J. Climatol.*, 39, 5635-5654. <https://doi.org/10.1002/joc.6177>.
- Fioravanti G., Frascchetti P., Lena F., Perconti W. e Piervitali E., 2022. I normali climatici 1991-2020 di temperatura e precipitazione in Italia, *Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente* 99/2022.
- Gouveia C.M., Martins J.P.A., Russo A., Durão R., Trigo I.F., 2022. Monitoring Heat Extremes across Central Europe Using Land Surface Temperature Data Records from SEVIRI/MSG. *Remote Sensing* 14(14). <https://doi.org/10.3390/rs14143470>.
- IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.
- IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Klein Tank A. M. G., Können G. P., 2003. Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *J. Climate.*, 16, 3665-3680.

-
- Lorenz R., Stalhandske Z., Fischer E.M., 2019. Detection of a Climate Change Signal in Extreme Heat, Heat Stress, and Cold in Europe from Observations. *Geophys Res Lett* 46(14):8363–8374. <https://doi.org/10.1029/2019GL082062>.
- MASE, 2023. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2023). https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNACC_DOCUMENTO_DI_PIANO.pdf.
- Menne M.J., Williams C.N. Jr. and Palecki M.A., 2010. On the reliability of the U.S. surface temperature record. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, 115, D11, doi: 10.1029/2009JD013094.
- Peterson T.C., Easterling D.R., Karl T.R., Groisman P., Nicholls N., Plummer N., Torok S., Auer I., Böhm R., Gullett D., Vincent L., Heino R., Tuomenvirta H., Mestre O., Szentimrey T., Salinger J., Førland E.J., Hanssen-Bauer I., Alexandersson H., Jones P., Parker D., 1998. Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *Int. J. Climatol.*, 18, 1493-1517.
- Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A., and 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.
- Robine J. M., Cheung S. L. K., Le Roy S., Van Oyen H., Griffiths C., Michel J. P., & Herrmann F. R., 2008. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus - Biologies*, 331(2), 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2007.12.001>
- Sen P. K., 1968: Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *J.Am.Stat.Ass.*, 63(324), 1379-1389. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- Settanta G., Frascchetti P., Lena F. et al. Recent tendencies of extreme heat events in Italy. *Theor Appl Climatol* 155, 7335–7348 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00704-024-05063-w>.
- SNPA, 2025. Il clima in Italia nel 2024, Report ambientali SNPA, n. 44/2025.
- Toreti A. and Desiato F., 2008. Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. *Theoretical and Applied Climatology*, 91, 51-58. <https://doi.org/10.1007/s00704-006-0289-6>.
- Vincent L.A. et al., 2009. Bias in minimum temperature introduced by a redefinition of the climatological day at the Canadian Synoptic stations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48, pp. 2160–2168. doi: 10.1175/2009JAMC2191.1.WMO, 2007.
- WMO, 2017. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals, WMO-No. 1203, Geneva.
- WMO, 2025. State of the global climate 2024. WMO-No. 1368, Geneva.

