

STRATEGIA DI ADATTAMENTO CLIMATICO

Secondo report di monitoraggio
climatico di Roma Capitale

Sintesi



Secondo report di monitoraggio climatico per il Comune di Roma

Anno 2025

Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

Divisione REgional Models and geo-Hydrological Impacts (REMHI)



Autori

Davide Dansero, Antonella Mele, Giuliana Barbato, Alfredo Reder, Alessandro Bonfiglio, Arianna Acierno, Alessandro Sebastianelli, Giulio Verazzo, Paola Mercogliano

Giugno 2026

Questo monitoraggio climatico del comune di Roma è frutto della collaborazione tecnico-scientifica tra Roma Capitale e la Fondazione CMCC e ha portato alla stesura del seguente secondo report e allo sviluppo di un servizio di monitoraggio presente sulla piattaforma *Dataclime* gestita dal CMCC e consultabile, tramite registrazione gratuita, al seguente link:

[Roma Climate Hub - Monitoraggio del clima per Roma Capitale](#)

Tutte le figure e le tabelle di questo report, a eccezione di Figura 1, Figura 2, sono state realizzate da Fondazione CMCC.

Indice

Premessa	4
Introduzione	6
Contesto e obiettivi del report	8
Riferimenti normativi e strategici	10
Metodologia	13
Fonti dati	13
Stazioni meteorologiche	13
Datasets di rianalisi	15
Dati satellitari	15
Approccio al monitoraggio climatico e creazione di indicatori	16
Strumenti e tecnologie utilizzati	20
Calcolo della Temperatura Superficiale	20
Analisi Climatiche del 2025	20
Indicatori climatici da stazioni meteorologiche	20
Indicatori climatici da dati climatici ad alta risoluzione	30
Temperatura del mare	50
Risultati da dati satellitari	53
Contributi alla Piattaforma e aggiornamenti	60
Sintesi dei dati caricati sulla piattaforma <i>Dataclime</i>	60
Indicazioni sull'uso e accesso ai dati	64
Conclusioni	73
Indice delle figure	75
Indice delle tabelle	78
Bibliografia	79
Appendice	81

Premessa

La prima **Strategia di Adattamento climatico di Roma** approvata dall'Assemblea capitolina il 14 gennaio 2025 ha individuato le priorità, gli obiettivi e le misure per preparare la città allo scenario di impatti già in corso e di quelli che potranno intensificarsi come conseguenza dei processi di surriscaldamento del pianeta. Il lavoro di elaborazione del documento ha visto il **coinvolgimento di tutti gli enti scientifici e di ricerca per ricostruire gli impatti in corso e i rischi per il territorio di Roma, i dati meteoclimatici e la valutazione degli scenari futuri di cambiamento climatico.**

La Strategia individua **quattro priorità principali da affrontare: piogge intense e alluvioni** che mettono a rischio quartieri e infrastrutture; **la sicurezza degli approvvigionamenti idrici** in uno scenario di riduzione delle precipitazioni e periodi più lunghi di siccità; l'adattamento dei quartieri alle **crescenti temperature** con conseguenze sulla salute delle persone; gli impatti sul litorale costiero dei **processi di erosione e di fenomeni di piogge e trombe d'aria sempre più violenti**, in uno scenario di innalzamento del livello del mare.

Per rispondere a queste sfide la Strategia individua gli obiettivi e le misure di adattamento indispensabili di fronte agli impatti in corso e a quelli prevedibili come conseguenza degli scenari climatici al 2050.

Una delle misure più importanti per accompagnare il percorso di attuazione della Strategia è il consolidamento del **sistema di monitoraggio avviato nel 2024**, con l'obiettivo di seguire nel tempo l'evoluzione dei processi in corso attraverso l'individuazione di un sistema di indicatori climatici – in linea con il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (PNACC)** – e di definire una profilazione climatica che possa supportare le attività di adattamento e capire quali debbano essere adeguate e implementate.

Questo secondo rapporto consolida la collaborazione tecnico-scientifica tra Roma Capitale e la Fondazione CMCC e si inserisce nel percorso avviato con il primo report dedicato al 2024. La piattaforma online, già operativa e periodicamente aggiornata, continua a offrire uno **strumento interattivo per analizzare i pericoli legati al cambiamento climatico** e approfondire i dati e gli indicatori del territorio comunale.

La piattaforma integra diverse fonti di dati per offrire una visione completa del clima attuale e della sua evoluzione. Rispetto al primo report, questa edizione arricchisce l'analisi con l'introduzione del dataset FAIR e di una sezione

dedicata alla temperatura superficiale del mare, ampliando la capacità diagnostica del sistema di monitoraggio.

Il servizio è composto da due sezioni principali, una per il clima di riferimento, dal 1991 ad oggi, e un'altra per il futuro, con proiezioni al 2050. Per queste due sezioni viene utilizzata una serie di fonti dato:

- Stazioni meteorologiche
- Dataset ad alta risoluzione sviluppato dal CMCC
- Immagini satellitari
- Proiezioni climatiche

La piattaforma è aggiornata semestralmente per garantire che i dati siano sempre allineati agli ultimi sviluppi e presentati in modo chiaro e accessibile.

Obiettivo di Roma Capitale è da un lato di **fornire uno strumento interattivo di informazione a disposizione dei cittadini** per comprendere i processi in corso e approfondire, ad esempio, i cambiamenti nella crescita delle temperature o nell'andamento delle piogge che sono da tempo evidenti nei quartieri della Capitale. Dall'altro è anche di **mettere a disposizione della comunità scientifica analisi aggiornate** che consentano di continuare il lavoro di ricerca e confronto che ha visto coinvolti enti di ricerca, istituzioni e università nella costruzione della Strategia di adattamento - un percorso che, con la sua attuazione, si intende proseguire per rafforzare la resilienza di spazi urbani, territori e infrastrutture.

Introduzione

Questo documento rappresenta il secondo rapporto di monitoraggio annuale, dedicato al 2025 e realizzato nell'ambito della collaborazione tecnico-scientifica tra la **Fondazione CMCC** e **Roma Capitale**, finalizzata al co-sviluppo di strumenti di ricerca a supporto del Comune nella sfida dell'adattamento ai cambiamenti climatici in linea con le indicazioni della **Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**.

Nello specifico, la collaborazione tecnico-scientifica tra Roma Capitale e Fondazione CMCC si avvale del **servizio climatico sviluppato lo scorso anno**, che permette di visualizzare, monitorare e interpretare indicatori climatici legati ai principali pericoli che impattano sulla Capitale. I report annuali, di cui questo documento rappresenta il secondo, costruiscono anno dopo anno una **base conoscitiva progressiva sul clima romano** e vanno interpretati a completamento dei contenuti presenti sulla piattaforma *Dataclime* nella convinzione che l'accesso a **informazioni climatiche chiare e accessibili** possa offrire una base solida e affidabile per la diffusione di conoscenza alla cittadinanza e per la pianificazione di futuri interventi di adattamento da parte del comune e degli altri soggetti coinvolti. Nel ciclo di **adattamento ai cambiamenti climatici**, questo documento e la piattaforma si inseriscono nella fase di **monitoraggio e valutazione**: Le azioni che trasformano il territorio urbano, come l'incremento delle superfici verdi, hanno la potenzialità di venire identificate e tracciate, permettendo di aggiornare il valore degli indicatori e misurare i progressi nella capacità di adattamento della città.

Attraverso un approccio integrato al monitoraggio climatico, la piattaforma e il report mirano a fornire strumenti utili per supportare il processo di adattamento al cambiamento climatico della città. Coinvolgendo attivamente esperti e cittadini sia nel design che nella consultazione dei dati, la piattaforma cerca di promuovere un **processo di diffusione di consapevolezza climatica**.

Il primo report di monitoraggio ha confermato come **Roma sia già pienamente immersa nelle dinamiche del cambiamento climatico**: il 2024 è stato uno degli anni più caldi mai registrati in città, con anomalie marcate per quasi tutti gli indicatori di caldo. **Il 2025**, come mostrano i dati presentati in questo report, **si colloca nella stessa tendenza**, confermando un pattern di riscaldamento strutturale che rende sempre più urgenti politiche e azioni di adattamento

Il 2025, come molti anni recenti, è stato uno degli anni più caldi mai registrati a livello europeo e globale. Lo dimostra il programma *Copernicus*, il sistema di osservazione della Terra dell'Unione Europea, nel suo *European State of the Climate Report 2025* (**Figura 1 e 2**).

Il riscaldamento globale procede a ritmi sempre più accelerati e **l'Europa si conferma tra le regioni con il più rapido aumento delle temperature, dietro alla regione artica**. In media l'aumento di temperatura è di $+0,56^{\circ}\text{C}$ per decade.

Dall' *European State of the Climate 2025* si osserva come il 2025 sia stato il terzo anno più caldo in Europa dopo il 2022 e il 2024, con un'anomalia di circa $+1,2^{\circ}\text{C}$ sopra la media 1991-2020, secondo i dati ERA5.

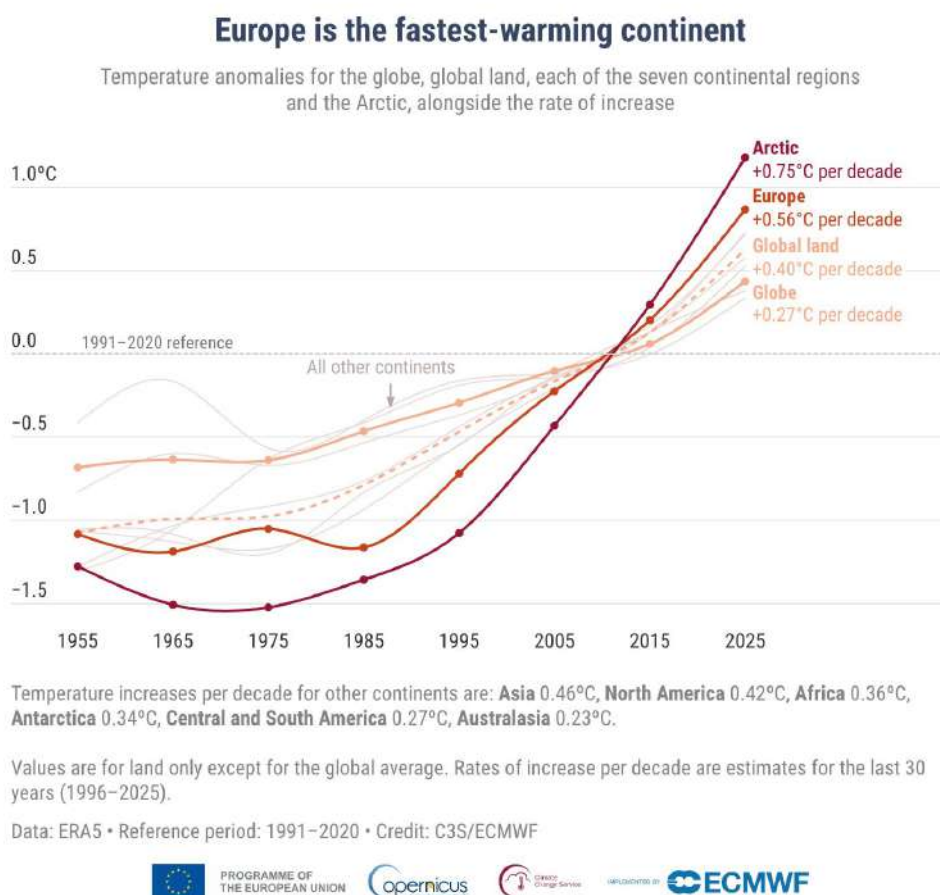


Figura 1 – Incrementi di temperatura in Europa e nell'Artico rispetto alla media globale. Dati ERA5 (1955-2025), periodo di riferimento 1991-2020. Tassi di aumento di temperatura calcolati sul periodo 1996-2025. Crediti: C3S/ECMWF, *European State of the Climate 2025*.

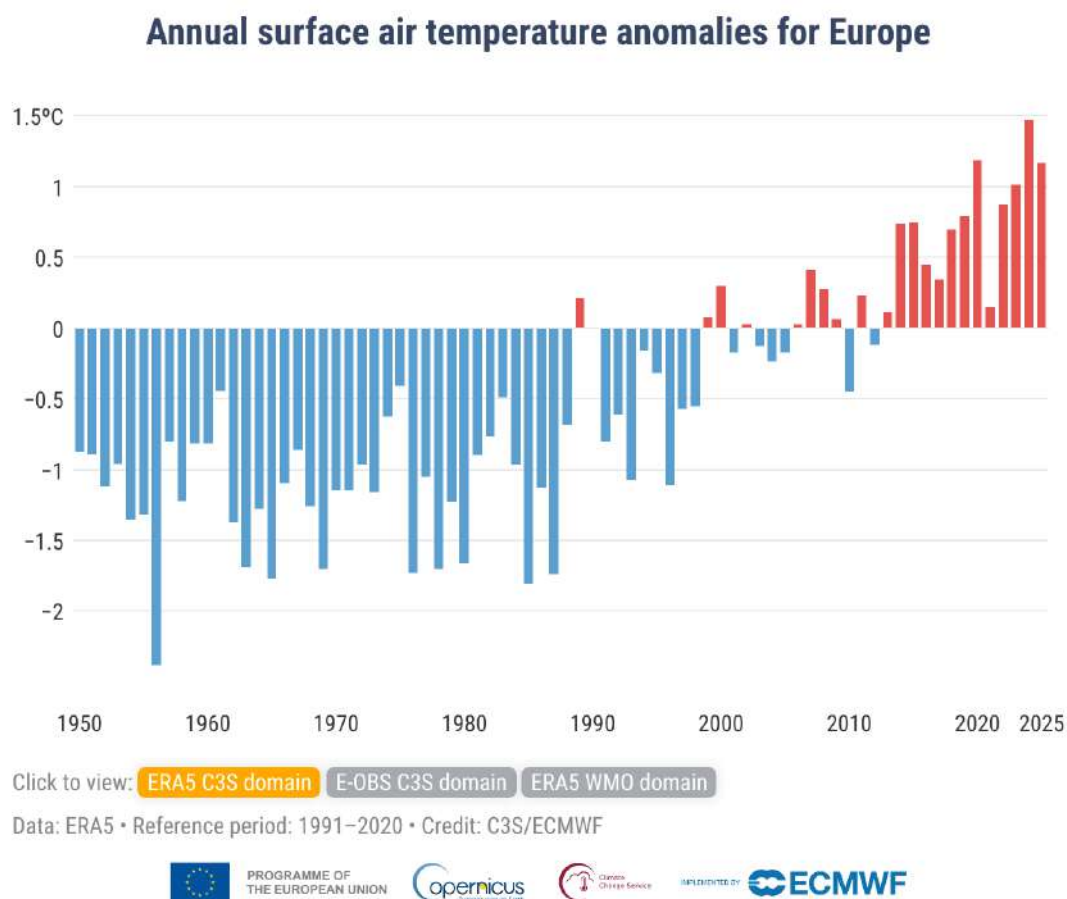


Figura 2 – Anomalia media della temperatura dell'aria in Europa. Dati ERA5 (1950-2025), periodo di riferimento 1991-2020. Crediti: C3S / ECMWF, *European State of the Climate 2025*.

Contesto e obiettivi del report

Questo report di monitoraggio climatico fa parte della Convenzione Attuativa di Cooperazione Tecnico-Scientifica tra **Roma Capitale** e il **Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)**. Tale convenzione biennale ha come obiettivo lo sviluppo di attività congiunte di ricerca finalizzate alla creazione di strumenti scientifici in grado di supportare le attività di adattamento al cambiamento climatico, attraverso il monitoraggio di variabili meteo-climatiche. Il presente report relativo al 2025 è il secondo monitoraggio e segue il primo monitoraggio del 2024.

Il report si colloca nel contesto della **Strategia di Adattamento Climatico di Roma Capitale**, la quale mira a definire priorità, obiettivi e misure operative per adattare il territorio agli impatti climatici già in atto e a quelli attesi entro il 2050, secondo le proiezioni climatiche più aggiornate. La Strategia è stata redatta coinvolgendo enti di ricerca pubblici e privati e basandosi su un ampio ventaglio di conoscenze scientifiche necessarie a comprendere gli impatti in corso e futuri,

in modo da comprendere i rischi e le vulnerabilità del territorio, delle persone, dell'economia.

La Strategia raccomanda l'individuazione di sistemi di monitoraggio efficaci e l'utilizzo di indicatori climatici quali strumenti imprescindibili per affrontare con consapevolezza le trasformazioni in corso. In questo contesto, la piattaforma e i report di monitoraggio climatico rappresentano degli strumenti scientifici e divulgativi volti a fornire alla cittadinanza una panoramica aggiornata e affidabile sul cambiamento climatico nel territorio capitolino.

Il documento si avvale del servizio di monitoraggio climatico sviluppato sulla piattaforma *Dataclime* del **CMCC**, concepito per rendere più accessibili e comprensibili i dati climatici a diverse tipologie di utenza.

Il servizio consente il monitoraggio di alcune tra le principali variabili meteorologiche, quali la **temperatura** e le **precipitazioni**, attraverso l'uso integrato di indicatori climatici. Questi ultimi sono calcolati a partire da una combinazione di dati provenienti da **stazioni meteorologiche locali**, da **immagini satellitari** e da **modelli climatici**. Questo approccio multilivello consente un'analisi approfondita e dettagliata delle condizioni atmosferiche della città.

La **Figura 3** presenta la struttura del sistema di monitoraggio climatico, articolata in tre componenti principali: le fonti di dati utilizzate come input, le modalità di analisi basate su indicatori climatici e variabili derivate, e infine la restituzione dei risultati, resa disponibile attraverso questo report e la piattaforma digitale dedicata.



Figura 3 – Schema metodologico della attività svolte nell'ambito della costruzione del report di monitoraggio e della piattaforma interattiva.

Oltre a fornire un quadro aggiornato delle dinamiche climatiche in corso, questo lavoro intende anche sensibilizzare la cittadinanza sull'importanza della conoscenza del clima urbano e sull'utilità di strumenti digitali per supportare scelte informate in ambito ambientale, urbano e sociale. Infine, si propone anche come **riferimento scientifico** per il monitoraggio continuo dell'andamento climatico di Roma, in linea con gli obiettivi e le azioni delineati nella Strategia di Adattamento.

Riferimenti normativi e strategici

Il presente report si inquadra all'interno di una serie di riferimenti normativi su scala europea, nazionale, regionale e metropolitana.

Sul piano europeo, il 24 febbraio 2021, la **Commissione Europea**, attraverso la Comunicazione "*Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*" ha adottato la **Strategia dell'UE sull'Adattamento ai Cambiamenti Climatici**. Questa Strategia delinea una visione a lungo termine per rendere l'Unione una società resiliente al clima, pienamente adattata agli impatti dei cambiamenti climatici entro il 2050. Essa mira a rafforzare la capacità di adattamento dell'UE e del mondo, riducendo al minimo la vulnerabilità agli effetti del cambiamento climatico, in linea con **l'Accordo di Parigi** e **la Legge europea sul clima**, che traduce in legge l'obiettivo

stabilito nel **Green Deal europeo**. La legge riconosce l'adattamento come un elemento chiave della risposta globale a lungo termine ai cambiamenti climatici e impone agli Stati membri e all'Unione di potenziare la propria capacità di adattamento, rafforzare la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici. Introduce inoltre l'obbligo di predisporre e attuare strategie nazionali di adattamento.

Un fondamentale strumento per il monitoraggio e il supporto dell'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa è la piattaforma **Climate-ADAPT**, frutto del partenariato tra la Commissione europea e l'**Agenzia europea dell'ambiente** (AEA). **Climate-ADAPT** è gestito dall'AEA con il sostegno del Centro tematico europeo sugli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici (ETC/CCA).

Nell'ambito delle iniziative di ricerca e sviluppo, le **5 Missioni dell'Unione Europea** definiscono una serie di obiettivi e un ruolo innovativo per la ricerca finanziata dall'Unione Europea, con nuove forme di governance, collaborazione e impatto. In particolare, la missione "**Città climaticamente neutre e intelligenti**" ha due obiettivi specifici: rendere 100 città intelligenti e a impatto climatico zero entro il 2030 e garantire che queste città fungano da poli di sperimentazione e innovazione per consentire a tutte le città europee di seguire l'esempio entro il 2050. Roma Capitale è uno dei nove comuni italiani selezionati da questa missione. In questo contesto il comune dovrà stilare il **Contratto Città Clima** (CCC), strumento di governance collaborativa per incentivare il processo di neutralità climatica delle città europee. Questo "contratto" con la città dovrà includere gli impegni strategici, le azioni e gli investimenti.

1. Gli Impegni di Neutralità Climatica nascono da un processo di co-creazione con gli attori locali, regionali e nazionali. È in questo contesto che le città delineano la loro ambizione per il 2030, le modalità per realizzarla e gli impegni specifici assunti dalle parti interessate nel contratto.

2. Il Piano d'Azione identifica i punti di forza e le lacune delle strategie, delle politiche e dei piani già esistenti a livello cittadino. Da questa analisi viene costruito un portafoglio di interventi coordinato con il Piano di Investimenti per raggiungere l'obiettivo al 2030.

3. Il Piano di Investimenti sviluppa un piano economico e finanziario a lungo termine volto a mobilitare strategicamente le risorse pubbliche e definire le modalità per attrarre capitali privati al fine di finanziare i percorsi delle città verso la neutralità climatica.

A livello nazionale la **Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici** (SNAC) del 2015 analizza lo stato delle conoscenze scientifiche sugli impatti e sulla vulnerabilità ai cambiamenti climatici per i principali settori

ambientali e socioeconomici in Italia e presenta un insieme di proposte e criteri d'azione per affrontare le conseguenze di tali cambiamenti e ridurre gli impatti. L'obiettivo generale dell'adattamento è stato declinato nella SNAC in obiettivi specifici da perseguire, indicando come elementi di importanza primaria per attuare un'efficace strategia di adattamento. Il **Piano nazionale di adattamento climatico** (PNACC) del 2023 è il seguito attuativo della SNAC. L'obiettivo principale del PNACC è fornire un quadro di indirizzo nazionale per l'implementazione di azioni finalizzate a minimizzare i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, a migliorare la capacità di adattamento dei sistemi socioeconomici e naturali, e a trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

A livello Regionale, la Strategia di Adattamento Climatico di Roma Capitale si coordina con la **Strategia di Sviluppo Sostenibile: il Contributo dell'Adattamento ai Cambiamenti Climatici** (SRSvS) predisposta dalla regione Lazio.

Il presente report origina dalle azioni previste nell'ambito della **Strategia di Adattamento Climatico di Roma Capitale**, presentata il 23 gennaio del 2024 e approvata nel gennaio del 2025. La Strategia si prefigge di preparare la città agli impatti, presenti e futuri fino al 2050, del cambiamento climatico e rappresenta uno **strumento per individuare le priorità di intervento**, mantenendo al contempo flessibilità di fronte all'incertezza e alla non linearità degli impatti da affrontare. È il risultato di un processo di consultazione e dialogo tra il comune e diversi attori istituzionali, sociali ed economici coinvolti a vario titolo nel percorso di adattamento.

Metodologia

Fonti dati

Al fine di garantire precisione, accuratezza e completezza dei dati, **questo report integra fonti di diversa origine ad accesso pubblico**. In particolare, vengono utilizzati i dati puntuali derivati dalle **osservazioni delle stazioni meteorologiche** presenti sul territorio romano. Secondariamente vengono utilizzati **due dataset grigliati ad altissima risoluzione realizzato dal CMCC** e basati su ERA5 del ECMWF:

- **Very High Resolution Dynamical Downscaling of ERA5 Reanalysis over Italy, VHR-REA_IT** (Raffa et al. 2021, Adinolfi et al. 2023);
- **FAIR – Fast Artificial Intelligence Reanalysis, FAIR** (Manco et al. 2025)

Infine, viene preso in esame un **campione di immagini satellitari**, combinando l'accuratezza dell'osservazione diretta con l'ampiezza di copertura spaziale e temporale dei modelli e delle osservazioni remote.

La diversa natura di questi dati richiede una particolare **attenzione nell'interpretazione dei risultati**. Le stazioni meteorologiche, anche se numerose, coprono solo un'area limitata della città e in maniera puntuale, mentre i dati su griglia basati su rianalisi climatica del CMCC e i dati satellitari si riferiscono all'intera area del Comune di Roma. Di conseguenza, il confronto tra fonti differenti può generare discrepanze anche rilevanti nei risultati, soprattutto considerando l'estensione del territorio comunale e la presenza di marcate differenze microclimatiche al suo interno.

Stazioni meteorologiche

I dati rilevati delle stazioni meteorologiche sono stati utilizzati per calcolare gli indicatori climatici presentati in questo report. L'elaborazione di questi indicatori ha richiesto l'impiego di serie giornaliere di temperatura e precipitazione rilevate da **25 pluviometri e 6 termometri** appartenenti alla **rete di stazioni di monitoraggio gestita dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (AUBAC)**. I dati relativi al 2025 sono stati ottenuti attraverso il *Webgis Digital Twin* sviluppato e gestito da AUBAC¹. Per il calcolo del **periodo osservato 1991-2020**, indispensabile per l'analisi comparativa, sono stati utilizzati i dati disponibili e scaricabili sul **Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di**

¹ La consultazione dei dati da stazioni meteorologiche presenti sul portale gestito da AUBAC è accessibile al seguente link:

<https://webgis.abdac.it/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=c59f7b386ca24729852cf2dcf8e2f936>

dati climatici (SCIA) gestito dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)².

In **Tabella 1** sono riportati i nomi e la tipologia per tutte le stazioni meteorologiche utilizzate come fonte dati per questo report e per la piattaforma.

Nome	Tipologia	Nome	Tipologia
Collegio Romano	Pluviometro	Collegio Romano	Termometro
Roma Macao	Pluviometro	Roma Macao	Termometro
Aniene a Lunghezza	Pluviometro	Roma Sud	Termometro
Fosso di Pratolungo	Pluviometro	Roma Monte Mario	Termometro
Flaminio	Pluviometro	Massimina	Termometro
Roma Nord	Pluviometro	Roma EUR	Termometro
Ottavia	Pluviometro		
Capannacce	Pluviometro		
Acqua Acetosa	Pluviometro		
Monte Mario	Pluviometro		
Roma Est	Pluviometro		
Cassiodoro	Pluviometro		
Eleniano	Pluviometro		
Aurelio	Pluviometro		
Ostiense	Pluviometro		
Casilino	Pluviometro		
Eur	Pluviometro		
Roma Sud	Pluviometro		
Acilia	Pluviometro		
Falcognana	Pluviometro		
Ostia	Pluviometro		
Roma Bufalotta	Pluviometro		
Rosolino Pilo	Pluviometro		
Roma Monte Mario	Pluviometro		
Roma EUR	Pluviometro		

Tabella 1 – Nomi e tipologia delle stazioni meteorologiche utilizzate come fonti dati del report. Crediti: AUBAC.

² La consultazione dei dati dal sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici SCIA è accessibile al seguente link: <https://scia.isprambiente.it/serversdailyutm/serietemporalidaily400.php>

Datasets di rianalisi

Insieme ai dati forniti dalle stazioni meteorologiche sono stati utilizzati i dataset **VHR-REA_IT** e **FAIR** ad altissima risoluzione realizzati dal CMCC (Raffa et al; 2021, Adinolfi et al. 2023, Manco et al. 2025) e basati su rianalisi. I dati di rianalisi sono dataset meteorologici che rappresentano una **ricostruzione coerente e omogenea dello stato dell'atmosfera nel passato**, ottenuta combinando le osservazioni reali con modelli numerici di simulazione atmosferica. Uno dei principali punti di forza dell'utilizzo di questi dati è la possibilità di realizzare una **mappatura completa e ad alta risoluzione spaziale**, nonché di costruire serie temporali su base annuale e mensile e mappe stagionali, utili a identificare le tendenze temporali degli indicatori climatici e la loro variazione.

Nel dettaglio, il dataset **VHR-REA IT** è ottenuto localizzando dinamicamente la rianalisi ERA5 attraverso il modello regionale climatico (RCM) COSMO-CLM (Rockel et al. 2008), sviluppato dalla *CLM Assembly* con cui la Fondazione CMCC collabora. ERA5 rappresenta la quinta rianalisi globale prodotta dal Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine (*European Center Medium Weather Forecast*, ECMWF) e fornisce dati dal 1979 ai giorni nostri con risoluzione spaziale di circa 31 km e risoluzione temporale di un'ora.

Il dataset **FAIR** è una nuova aggiunta rispetto al report di monitoraggio del 2024. Questi dati sono il frutto di un approccio innovativo che combina tecniche di downscaling dinamico e algoritmi di deep learning sviluppati dal CMCC (Manco et al., 2025). FAIR riduce significativamente il ritardo con cui diventano disponibili dati climatici ad alta risoluzione, arrivando a uno scarto di pochi giorni.

Oltre a queste fonti di dati del CMCC, questo lavoro incorpora un dataset di rianalisi climatica marina per analizzare e comprendere le tendenze al riscaldamento della temperatura superficiale del mare. Nello specifico il dataset **ORAS5** (Ocean Reanalysis System 5), sviluppata dall'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), utile a monitorare l'evoluzione delle principali variabili marine e le loro interazioni con il sistema costiero.

Dati satellitari

Le immagini satellitari sono state utilizzate per il monitoraggio della temperatura superficiale e acquisite dal satellite **Landsat 8 OLI/TIRS e Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 con risoluzione spaziale di 30 metri**. I satelliti trasportano due strumenti: l'*Operational Land Imager* (OLI) e il *Thermal InfraRed Sensor* (TIRS). La manipolazione dei dati provenienti dai due sensori consente di visualizzare la distribuzione spaziale della temperatura superficiale, fondamentale per caratterizzare l'isola di calore urbana, ovvero quel fenomeno tipico delle aree maggiormente urbanizzate in cui si rileva una temperatura più alta nell'area urbana rispetto alla campagna circostante. I dati di temperatura superficiale sono disponibili con una frequenza di circa 16 giorni (legata al ciclo di sorvolo del

satellite sull'area). La combinazione dei due satelliti permette di ricavare la temperatura superficiale delle zone urbanistiche della città e dei 10 km di mare prospiciente, incorporando correzioni dell'emissività e dell'atmosfera direttamente nella pipeline operativa del satellite.

Approccio al monitoraggio climatico e creazione di indicatori

L'**analisi climatica** presentata in questo report fornisce una rappresentazione dettagliata del clima attuale e delle sue tendenze future per la città di Roma, attraverso una lista di **indicatori climatici** opportunamente selezionati sulla base del contesto locale nell'ambito della Strategia di adattamento di Roma Capitale e in linea con quelli identificati a livello nazionale dal Piano Nazionale di Adattamento al Cambiamento Climatico (PNACC 2023). Questi indicatori, basati su temperatura e precipitazione, permettono di determinare e investigare l'evoluzione di specifiche caratteristiche del clima (ondate di calore, piogge intense, siccità meteorologica) in termini di variazione di frequenza, magnitudo ed intensità.

Gli indicatori sono stati selezionati in base alla loro compatibilità con le variabili disponibili, ricavate sia dalle stazioni meteorologiche che dal dataset ad alta risoluzione del CMCC. Tali indicatori consentono di analizzare sia i **valori medi** (ad esempio, l'andamento annuale e stagionale della temperatura e delle precipitazioni), sia i **valori estremi**, ovvero eventi che si discostano significativamente dalla media climatologica di riferimento e che presentano una bassa probabilità di accadimento. In particolare, gli **indicatori climatici** sono ampiamente utilizzati per descrivere l'intensità e la frequenza di tali eventi estremi, con un focus specifico su episodi di precipitazioni intense e ondate di calore o freddo, risultando fondamentali per la definizione di strategie di adattamento climatico a scala urbana.

Gli indicatori utilizzati per questo report e per il servizio climatico sono riassunti nella seguente **Tabella 2** che comprende il nome dell'indicatore, la descrizione di come viene calcolato e il pericolo climatico a cui viene associato. Gli acronimi utilizzati per richiamare gli indicatori sono in lingua inglese.

Indicatore [unità di misura]	Descrizione	Pericolo climatico rappresentato
---------------------------------	-------------	-------------------------------------

TG – Temperatura media giornaliera [°C]	Media della temperatura giornaliera	Aumento delle temperature
WSDI – Indice di durata dei periodi di caldo [giorni]	Numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi	Ondate di caldo
HUMIDEX4 – Indice di disagio termico elevato classe 4 [giorni]	Misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato dell'umidità e della temperatura. Categoria 4: numero di giorni in cui l'indice HUMIDEX è compreso tra 40°C e 45°C	Disagio termico
HUMIDEX5 – Indice di disagio termico estremo classe 5 [giorni]	Misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato dell'umidità e della temperatura. Categoria 5: numero di giorni in cui l'indice HUMIDEX è maggiore di 45°C	Disagio termico
SU95p – Giorni estivi [giorni]	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 29.2°C. Tale soglia è stata definita per il territorio italiano (PNACC)	Disagio termico
HDDs – Gradi/giorno di riscaldamento [GG]	Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera, se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffreddamento
CDDs – Gradi/giorno di raffrescamento [GG]	Somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffreddamento

TR – Notti tropicali [giorni]	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C	Disagio termico
TR25 – Notti torride [giorni]	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 25°C	Disagio termico
HD – Giorni caldi [giorni]	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 30°C.	Ondate di caldo
HW – Ondate di caldo o Giorni torridi [giorni]	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C.	Ondate di caldo
HWN – Numero ondate di calore [numero]	Numero di ondate di calore. L'ondata di calore è individuata dal superamento, per almeno 3 giorni consecutivi del 90° percentile della temperatura massima, valutato su una finestra mobile di 31 giorni nel trentennio di riferimento.	Ondate di caldo
CSDI – Indice di durata dei periodi di freddo [giorni]	Numero di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della temperatura minima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	Ondate di freddo
FD – Giorni con gelo [giorni]	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.	Ondate di freddo

PRCPTOT – Precipitazione cumulata totale nei giorni piovosi [mm]	Cumulata (somma) della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Dissesto geo- idrologico
R20 – Giorni con precipitazione intensa [giorni]	Numero di giorni in cui la precipitazione giornaliera supera i 20 mm	Dissesto geo- idrologico
RX1DAY – Massima precipitazione in 1- giorno [mm]	Valore massimo di precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione giornaliera maggiore o uguale a 1 mm	Dissesto geo- idrologico
SDII – Indice di intensità di precipitazione giornaliera [mm/giorno]	Somma della precipitazione giornaliera divisa per il numero di giorni in cui la precipitazione giornaliera è maggiore o uguale a 1 mm	Dissesto geo- idrologico
CDD – Giorni consecutivi secchi [giorni]	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore di 1 mm	Siccità
WD - Giorni caldi e secchi [giorni]	Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura giornaliera, e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile di precipitazione giornaliera	Impatti su Salute, Agricoltura, Infrastrutture
WW - Giorni caldi e umidi [giorni]	Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura giornaliera, e con precipitazione giornaliera maggiore del 75° percentile di precipitazione giornaliera	Impatti su Salute, Agricoltura, Infrastrutture

PET – Evapotraspirazione potenziale [mm]	Evapotraspirazione potenziale mensile calcolata secondo la formula di Thornthwaite.	Siccità
FWI – Indice di pericolo incendi [numero]	È un indice di pericolo da incendi basato su informazioni meteorologiche. Più è alto il valore dell'indice, più le condizioni meteorologiche favoriscono lo scoppio di incendi.	Incendi

Tabella 2 – Quadro generale degli indicatori di pericolo climatico adottati nel monitoraggio.

Strumenti e tecnologie utilizzati

Calcolo della Temperatura Superficiale

Il calcolo della temperatura superficiale è stato effettuato dalle immagini satellitari di Landsat 8 e 9 attraverso una serie di passaggi che combinano emissività della superficie e temperatura di brillantezza. Dai sensori OLI-TIRS del satellite vengono estratte le bande spettrali 4, 5 e 10: le prime due vengono utilizzate per ricavare il *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dal quale viene calcolata la proporzione di vegetazione e infine l'emissività della superficie. Dalla banda 10 viene ricavata la radianza al top dell'atmosfera che una volta trasformata in temperatura di brillantezza viene utilizzata insieme all'emissività per calcolare la **Temperatura Superficiale**.

La qualità del dato satellitare è influenzata dalla presenza di copertura nuvolosa. Per questo motivo, seguendo le indicazioni dello *United States Geological Survey* (USGS) e dalla *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), è stata stabilita una soglia di pixel come limite di qualità massimo accettabile al di sopra del quale il segnale satellitare viene considerato nullo e sostituito con un valore non numerico (NaN) che non incide sulle analisi.

Analisi Climatiche del 2025

Indicatori climatici da stazioni meteorologiche

La seguente sezione è dedicata ai risultati dal monitoraggio climatico attraverso le stazioni meteorologiche presenti sul territorio romano. Le **31 stazioni meteorologiche** – 25 pluviometri e 6 termometri – utilizzate come fonte dati per la seguente analisi coprono buona parte dell'area del Comune di Roma come riportato in **Figura 4**: si va dal pluviometro di Ostia a sud a quello Flaminio a nord, dal pluviometro di Aniene a Lunghezza al confine orientale del comune al termometro di Massimina a ovest e passando per numerosi termometri e pluviometri nelle aree centrali della città.

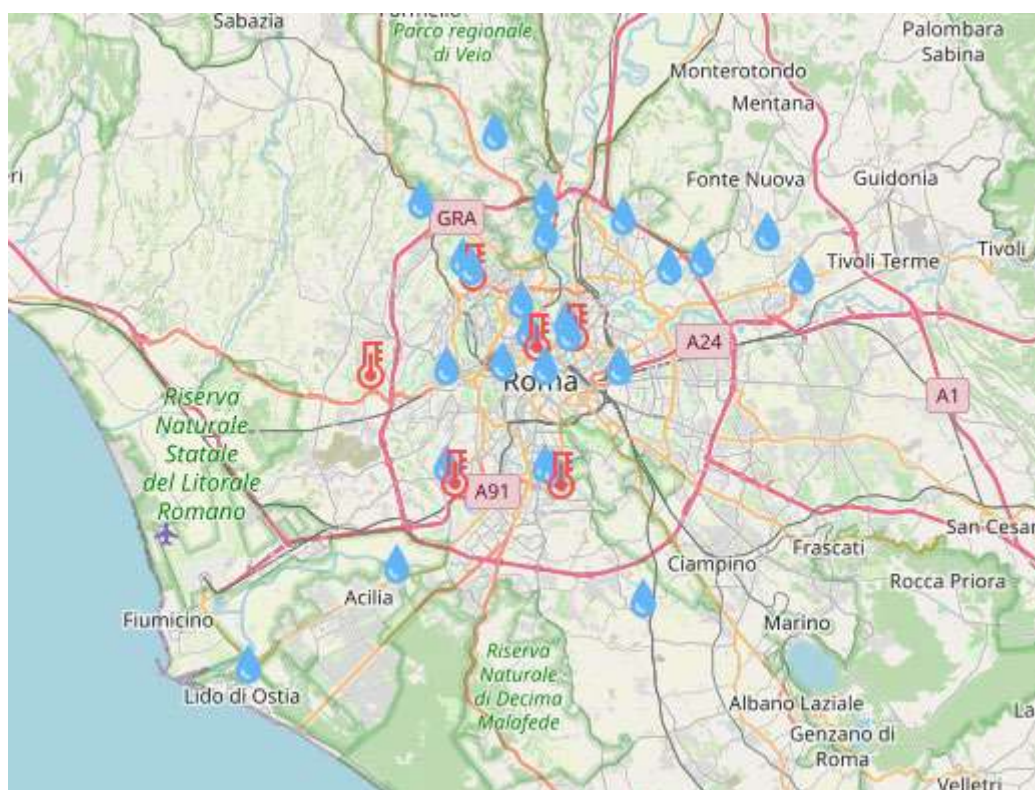


Figura 4 – Mappa delle stazioni meteorologiche romane utilizzate in questo report.

La **Figura 5** riporta i valori medi e le anomalie rispetto al periodo 1991-2020 per il 2025 della temperatura media annuale da stazioni meteorologiche. La stazione con temperatura media annuale più elevata, con 20,9 °C, è quella del Collegio Romano, storica stazione meteo nel centro di Roma. Questa stazione ha misurato anche l'anomalia media più elevata, con +2,8 °C rispetto alla media 1991-2020 della stazione. La seconda stazione per temperatura media è Roma Macao, situata nel quartiere Tiburtino, con 18,8°C di media. Da notare anche la stazione di Roma EUR, con un'anomalia di +2,2°C rispetto al 1991-2020. La stazione che ha registrato la temperatura media annuale minore è stata quella di Roma Sud.

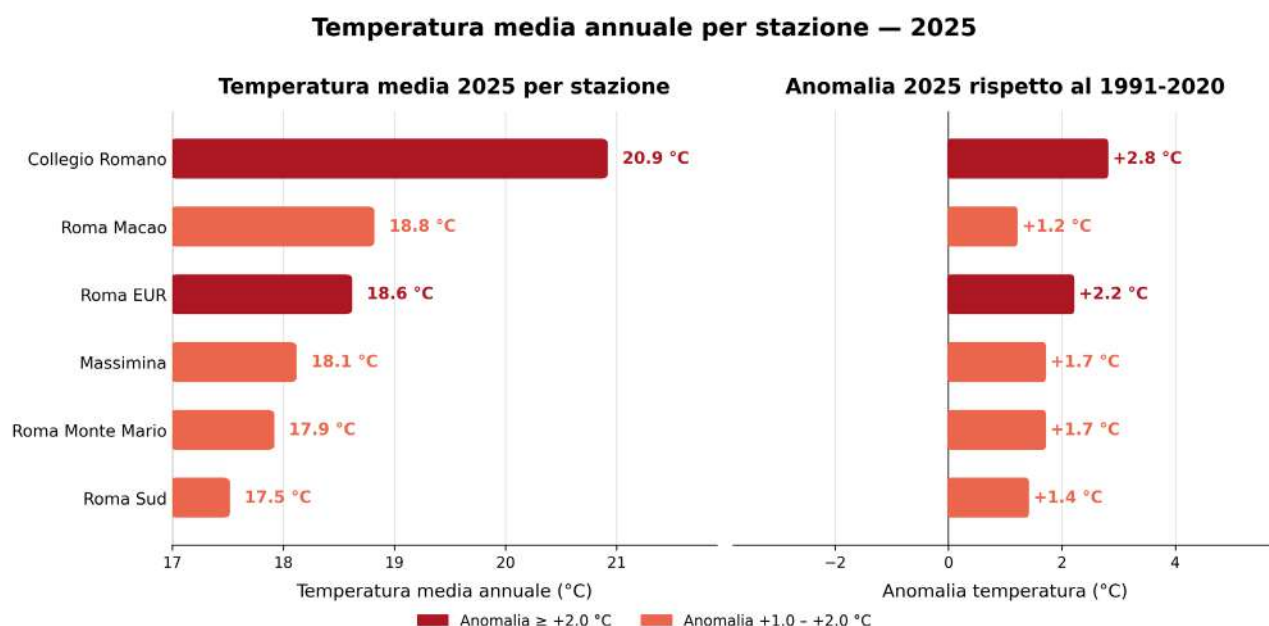


Figura 5 – Temperatura media e anomalia annuale rispetto al 1991-2020 per termometro.

In **Figura 6**, sono riportati tutti gli indicatori calcolati a partire dai dati dei termometri considerati. La rappresentazione, in **formato radar**, mostra per ciascun indicatore di caldo la posizione relativa degli anni dal 1991 al 2025 in base ai valori crescenti degli indicatori: l'ultima posizione (35) corrisponde all'anno con il valore più basso, mentre la prima posizione rappresenta l'anno con il valore più elevato. Ad esempio, per l'indicatore Temperatura media giornaliera, l'anno 2025, che ha registrato il secondo valore più alto dell'intero periodo, occupa la seconda posizione, mentre l'anno con la temperatura media più bassa si trova in ultima posizione. Lo stesso criterio di ordinamento è stato applicato a tutti gli altri indicatori. Ogni quadrante rappresenta un indicatore e ogni barra un anno. Il 2025 è in rosso scuro mentre le altre tonalità di rosso e arancione indicano i restanti anni in base alla loro posizione in classifica.

Questo tipo di analisi permette di evidenziare come si colloca il 2025, in termini di temperature e di pericoli climatici, rispetto al periodo 1991-2025. Si osserva chiaramente come il 2025 sia ai primi posti per molti indicatori, tra cui **Temperatura media giornaliera**, i **Giorni estivi** e l'**Indice di durata dei periodi caldi**.

In base ai dati da stazioni meteorologiche, il **2025 è stato il secondo anno più caldo della serie, dopo il 2024**. È stato anche il quarto anno per **Notti tropicali**, cioè notti con temperature minime superiori ai 20°C, e per **Ondate di Caldo** o **Giorni Torridi**, giorni con temperatura massima superiore ai 35°C.

Per **tutti** gli indicatori climatici legati al caldo, il **2025** si posiziona nella **top 5** degli anni più caldi a partire dal 1991

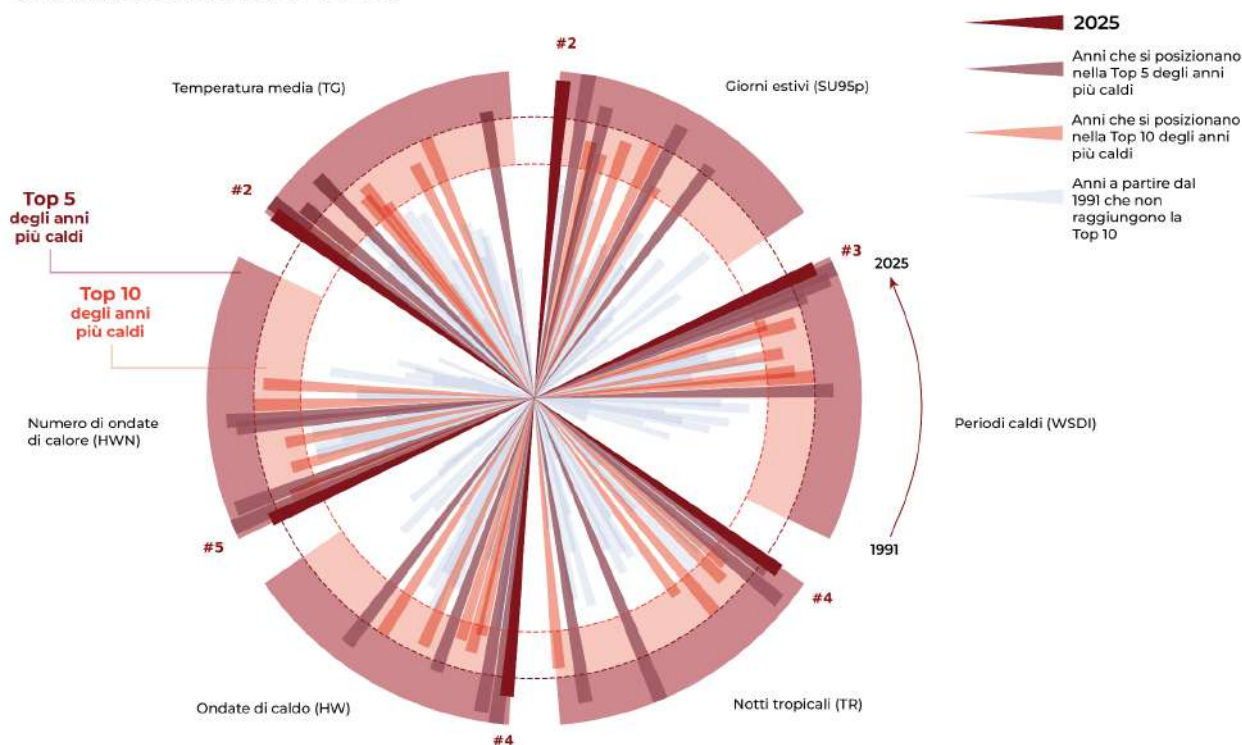


Figura 6 – Classifica a radar degli indicatori di caldo: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Il radar in **Figura 7** rappresenta la classifica degli anni per ciascun indicatore di precipitazione, calcolato con i dati da pluviometri. Anche in questo caso, **l'anno 2025 è evidenziato con la linea in blu**: per ogni indicatore, la barra e il numero in blu scuro indicano la posizione occupata dal 2025 rispetto agli anni precedenti. Nel complesso, il 2025 si colloca in **posizioni intermedie** rispetto al periodo 1991–2025. In particolare, risulta essere il **ventisettesimo anno** per l'indicatore **Giorni consecutivi secchi**, che misura la durata dei periodi siccitosi. Anche per gli altri indicatori il 2025 risulta nella norma, suggerendo che sia stato un anno **non particolarmente estremo in termini di piovosità**.

Come si colloca il 2025 nel periodo 1991-2025?

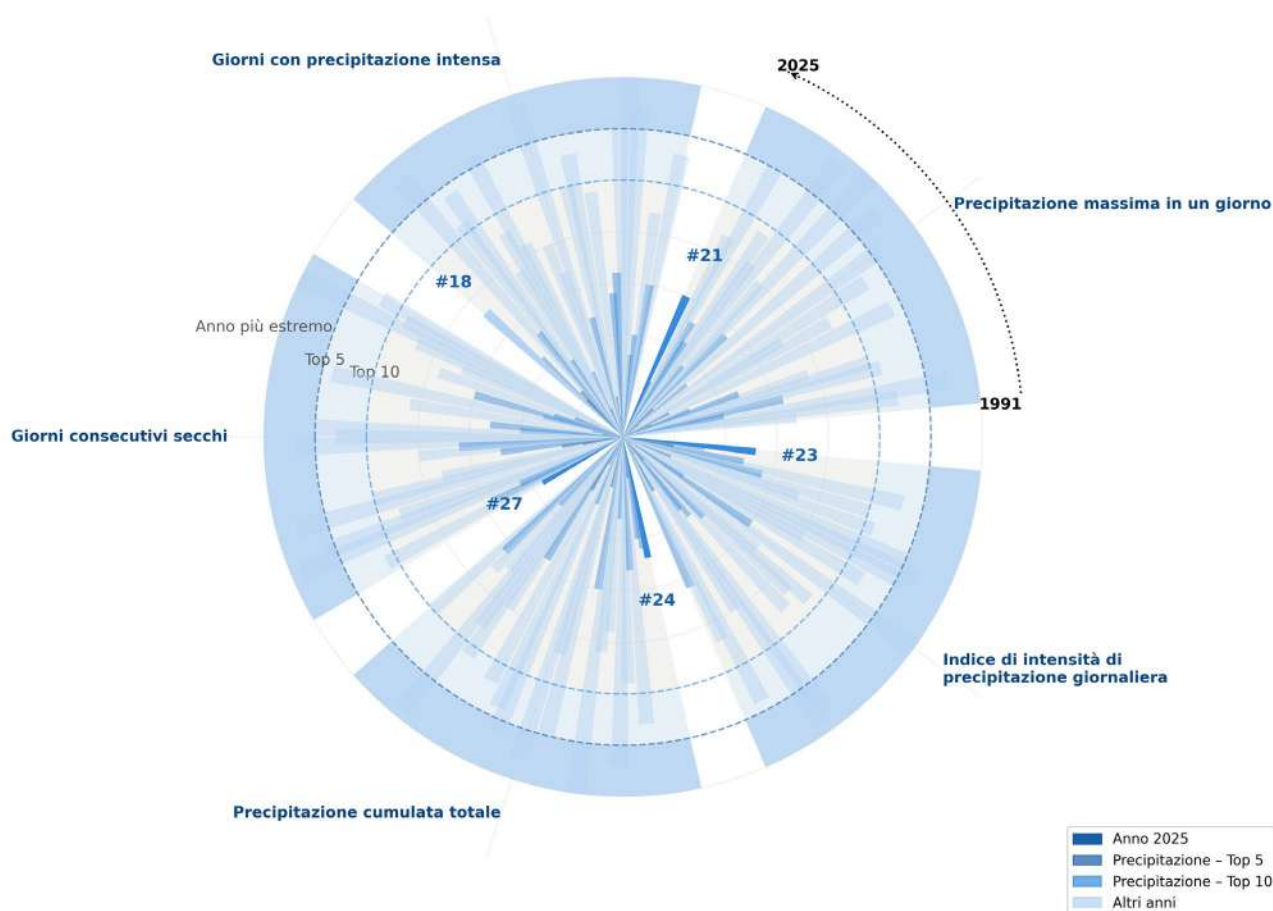


Figura 7 – Classifica degli indicatori di precipitazione: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Un primo risultato riguarda la **Temperatura media mensile**, la quale, come detto, ha registrato i valori più alti dal 1991. In **Figura 8 è raffigurato l'andamento mensile della temperatura media per il termometro di Roma Macao**. Le barre rosse indicano le osservazioni medie mensili mentre le barre tratteggiate in nero sono i valori medi per ciascun mese del periodo 1991-2020. Si osserva un **aumento delle temperature medie in quasi tutti i mesi**, con **scostamenti particolarmente marcati a giugno**. Il mese di giugno, infatti, ha fatto registrare valori medi comparabili con quelli di luglio e agosto.

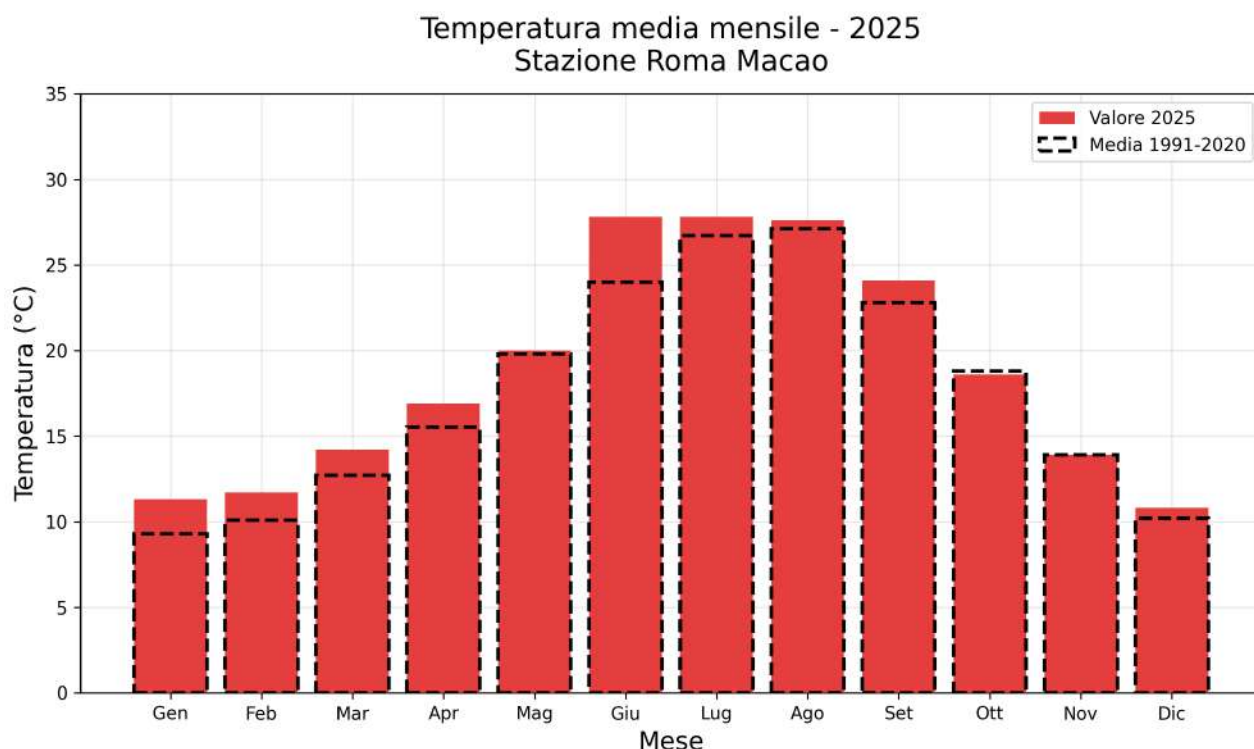


Figura 8 – Temperatura media mensile 2025 nella stazione Roma Macao.

La **Figura 9** di seguito riporta i valori mensili del 2025 e la media sul periodo 1991-2020 per l'indicatore **Notti tropicali**, le notti con temperature minime superiori ai 20°C per la **stazione di Monte Mario**, situata nella zona nord di Roma. Dalla figura si evidenzia come la **maggior parte delle notti tropicali sia concentrato tra i mesi di giugno, luglio e agosto**, con oltre 20 notti tropicali per ciascun mese estivo e 5 a settembre. Confrontando questi dati con la media per ogni mese del periodo 1991-2020 per la stessa stazione, annotata con le barre tratteggiate in nero, si osserva un **aumento significativo** del numero di notti tropicali in **tutti i mesi**, con un **particolare incremento a giugno**, che mostra valori oltre quattro volte superiori rispetto al clima di riferimento.

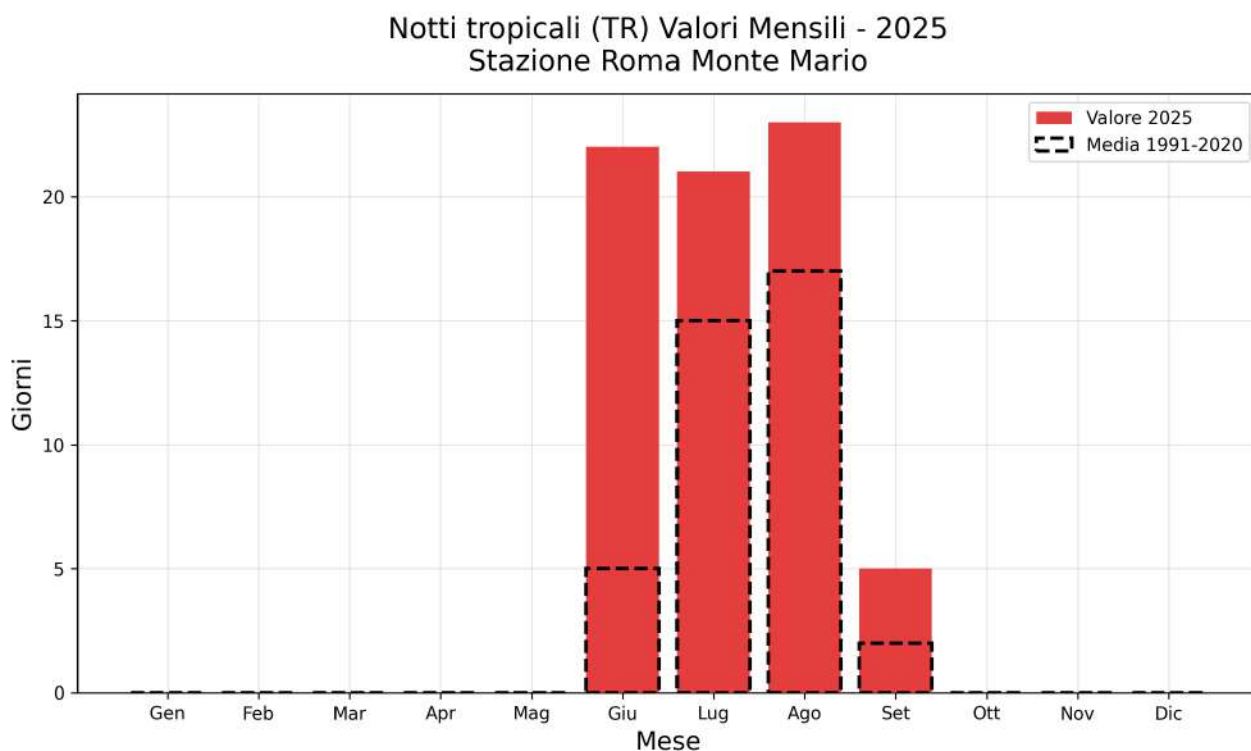


Figura 9 – Valori mensili dell'indicatore Notti Tropicali per il 2025 nella stazione Roma Monte Mario.

Guardando alle **Ondate di caldo** o **Giorni torridi**, cioè i numeri di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 35 °C, in **Figura 10**, sono riportati i valori mensili per la stazione meteorologica di **Roma Macao**. Questo indicatore evidenzia come, per questa stazione, il 2025 abbia raggiunto picchi estremi di caldo soprattutto a giugno, con 14 giorni con temperatura massima maggiore di 35°C. Anche luglio e agosto hanno registrato valori maggiori della media 1991-2020.

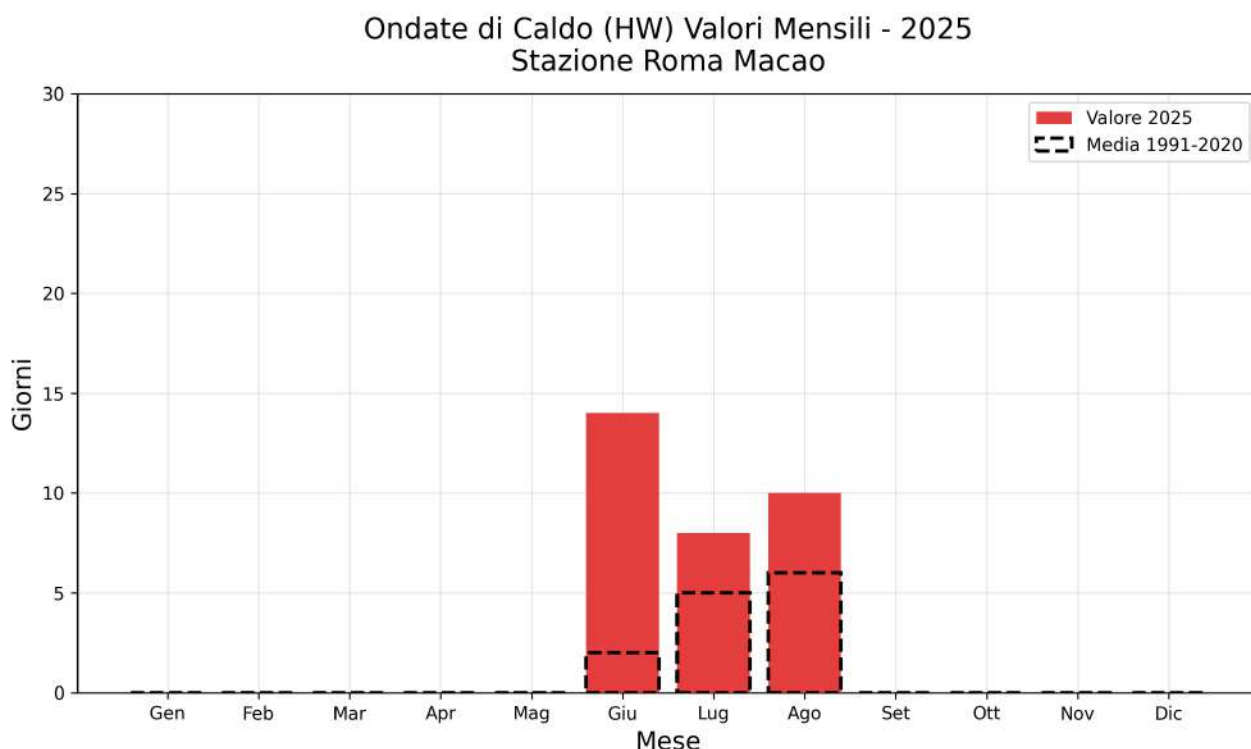


Figura 10 – Valori mensili dell'indicatore Ondate di Caldo per il 2025 nella stazione Roma Macao.

Prendendo in considerazione i dati da pluviometri, la **Figura 11 mostra la precipitazione cumulata totale mensile** per la stazione meteorologica di **Eleniano** per il 2025, in blu, e rispetto alla media del periodo 1991-2020, in nero tratteggiato. Si osserva come i valori di precipitazione siano soprattutto **minori** per i **mesi autunnali**, mentre per alcuni mesi, tra i quali **febbraio, settembre e dicembre**, il 2025 è stato **leggermente più piovoso** rispetto alla media del periodo precedente. Ottobre e novembre hanno registrato anomalie estremamente negative di precipitazione.

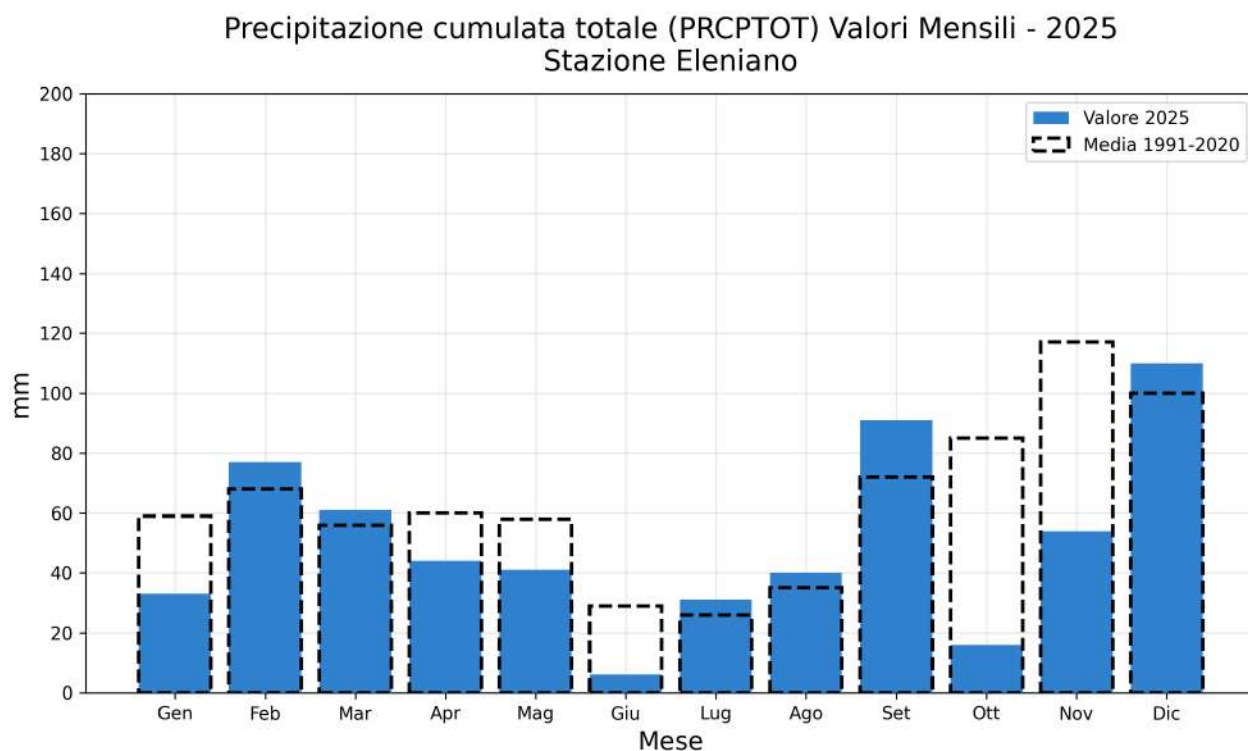


Figura 11 – Valori mensili dell'indicatore Precipitazione cumulata totale per il 2025 nella stazione Eleniano.

Prendendo in esame l'indicatore **Giorni con precipitazione intensa** – ovvero i giorni in cui le precipitazioni superano i 20 mm – la **Figura 12** mostra i valori mensili registrati nel 2025 presso la stazione di **Falcognana**, confrontati con la media del periodo 1991–2020, rappresentata con il tratteggio in nero.

Nel 2025, il mese con il maggior numero di giorni di precipitazione intensa è stato **dicembre**, con **3 giorni** sopra la soglia dei 20 mm. I mesi di **marzo e settembre** hanno registrato **2 giorni ciascuno**.

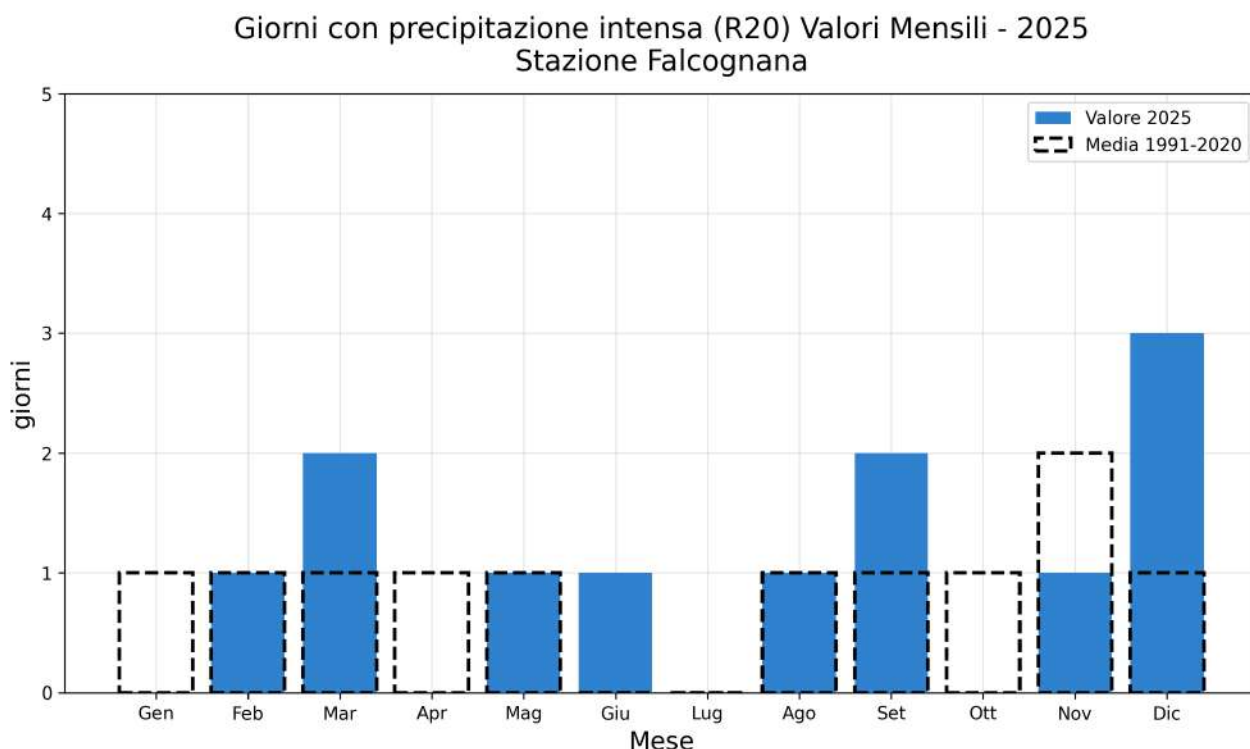


Figura 12 – Valori mensili dell'indicatore Giorni con precipitazione intensa per il 2025 nella stazione Falcognana.

In questo documento sono stati riportati solo alcuni risultati per specifiche stazioni meteorologiche, selezionate in quanto ritenute rappresentative dell'andamento meteoclimatico di Roma nel 2025. **Per un'analisi più approfondita e per consultare i dati delle altre stazioni, si invita a visitare la piattaforma *Dataclime*, dove sono disponibili dashboard dedicate per ciascuna stazione.**

I risultati del monitoraggio evidenziano come il **2025 sia stato un anno estremamente caldo, uno dei più caldi dal 1991**, con temperature elevate e numerosi eventi di caldo estremo. In particolare, le **ondate di calore** e le **notti tropicali**, fenomeni potenzialmente impattanti per la salute delle persone, sono state particolarmente frequenti durante i mesi estivi, mostrando un **aumento rispetto al periodo climatologico di riferimento 1991-2020**.

Per quanto riguarda le precipitazioni, il 2025 ha mostrato un **andamento in generale nella norma rispetto alla media climatica**, ad eccezione di ottobre e novembre, solitamente i mesi più piovosi dell'anno, i quali hanno visto precipitazioni nettamente sotto la media.

In generale, il numero di **giorni con precipitazione intensa** (oltre 20 mm giornalieri) è stato elevato, confermando una relativamente maggiore variabilità e intensità degli eventi meteorologici estremi.

Indicatori climatici da dati climatici ad alta risoluzione

Questa sezione è dedicata all'analisi degli indicatori calcolati utilizzando i dati dal dataset VHR-REA_IT e FAIR del CMCC. I dati derivati da questi modelli sono estremamente utili per rappresentare spazialmente i valori degli indicatori, poiché offrono una copertura temporale continua e omogenea. Inoltre, a differenza dei dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio, i dati del modello mantengono un'elevata uniformità spaziale, permettendo una rappresentazione dettagliata e precisa delle variabilità ambientali su larga scala.

La **temperatura media**, rappresentata insieme alla sua anomalia in **Figura 13** e **Figura 14**, per il 2025 è stata la terza più elevata del periodo in esame, leggermente più bassa del 2022 e del 2024 ma in linea con i risultati da monitoraggio da stazioni. Il valore medio per l'anno si attesta sui 18,5°C calcolato su tutto il territorio comunale. Questo valore è nettamente superiore, +1,3°C, alla media 1991-2020, come riportato in Figura 14, la quale rappresenta l'anomalia annua su tutto il periodo di analisi. Questa figura mostra come, a partire dal 2014, i valori siano stati costantemente positivi. In particolare, negli ultimi **cinque anni, dal 2021 al 2025, l'anomalia di temperatura è stata in media di 1,3 °C** rispetto al periodo 1991-2020.

Anche esaminando la **temperatura media mensile** in **Figura 15** si osserva come per quasi tutti i mesi e con le uniche eccezioni di ottobre e novembre, la temperatura media è stata superiore alla media 1991-2020, riportata in tratteggio nero in figura. Si nota, in particolare, come giugno sia stato un mese estremo, con temperature simili a quelle di luglio e agosto. Secondo questi dati, **l'anomalia per giugno 2025 è stata di +4,2 °C rispetto al trentennio passato.**

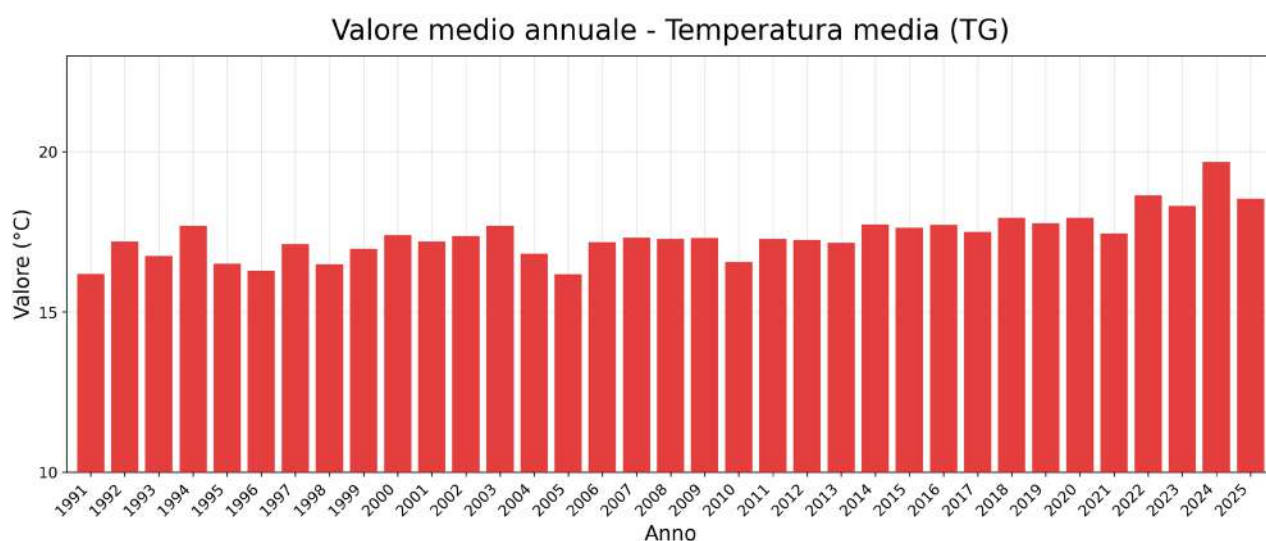


Figura 13 – Valori medio annuale della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

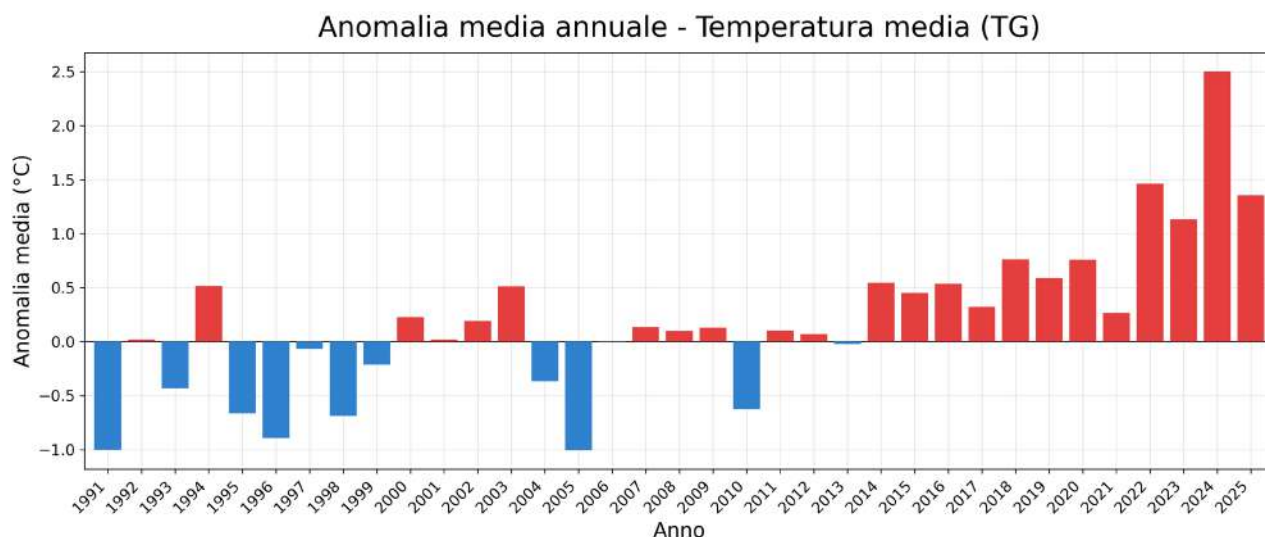


Figura 14 – Anomalia media annuale della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

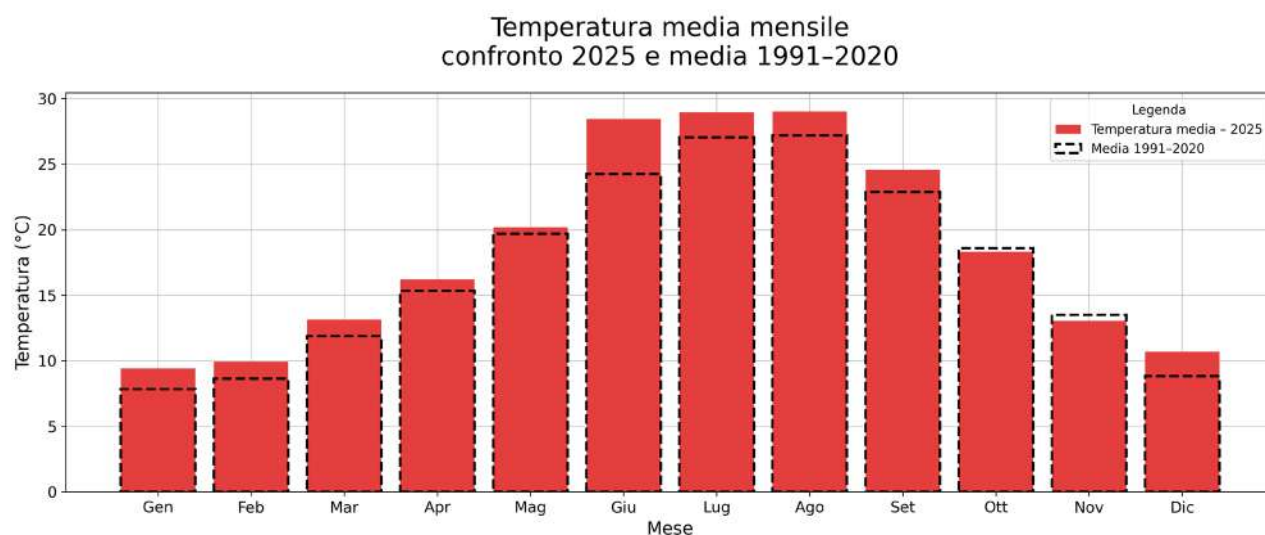


Figura 15 – Valori medi mensili della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

Di seguito vengono presentate figure con i risultati per alcuni indicatori di precipitazione e temperatura sia in termini di valori che di anomalie per il 2025 insieme agli andamenti stagionali e alla distribuzione spaziale sul territorio del Comune di Roma. Le stagioni sono state analizzate facendo riferimento alle **stagioni meteorologiche: inverno** (dicembre, gennaio, febbraio), **primavera** (marzo, aprile, maggio), **estate** (giugno, luglio, agosto) e **autunno** (settembre, ottobre, novembre).

L'indicatore **Notti tropicali** si calcola sommando il numero di giorni con temperatura minima giornaliera maggiore di 20°C.

La **Figura 16** mostra il valore medio annuale per lo stesso indicatore su tutto il periodo, dal 1991 al 2025. Si rilevano valori medi che negli ultimi anni non scendono sotto a 80 notti tropicali in un anno, con il 2025 che ne vede 101.

Considerando l'anomalia media annua, riportata in **Figura 17**, si evince una chiara tendenza crescente di notti tropicali sul territorio romano. Dopo l'anno 2012, infatti, l'anomalia è positiva per ogni anno, con valori che per il 2025 si attestano sui 25 giorni in più di notti tropicali su tutto il territorio del Comune di Roma rispetto alla media del 1991-2020. In questo contesto, il 2025 è secondo solo al 2022 e in linea con il 2003 per questo indicatore.

In **Figura 18** è rappresentata l'anomalia media stagionale per il 2025. Si notano forti anomalie positive concentrate in estate, con valori molto elevati su tutto il territorio ma specialmente per alcune aree settentrionali.

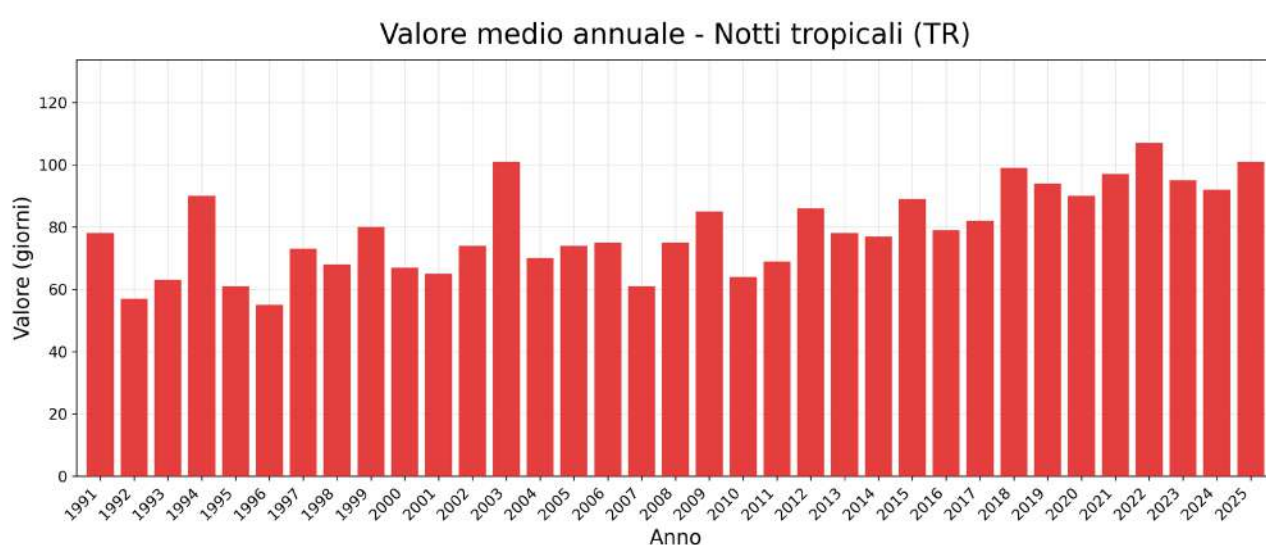


Figura 16 – Valore medio annuale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

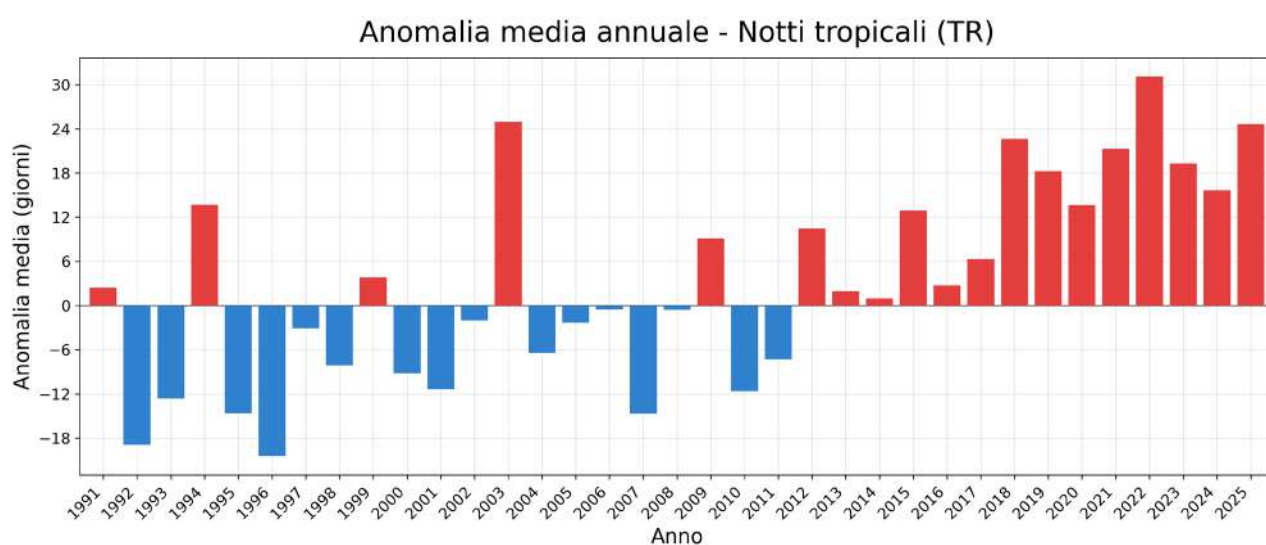


Figura 17 – Anomalia media annuale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

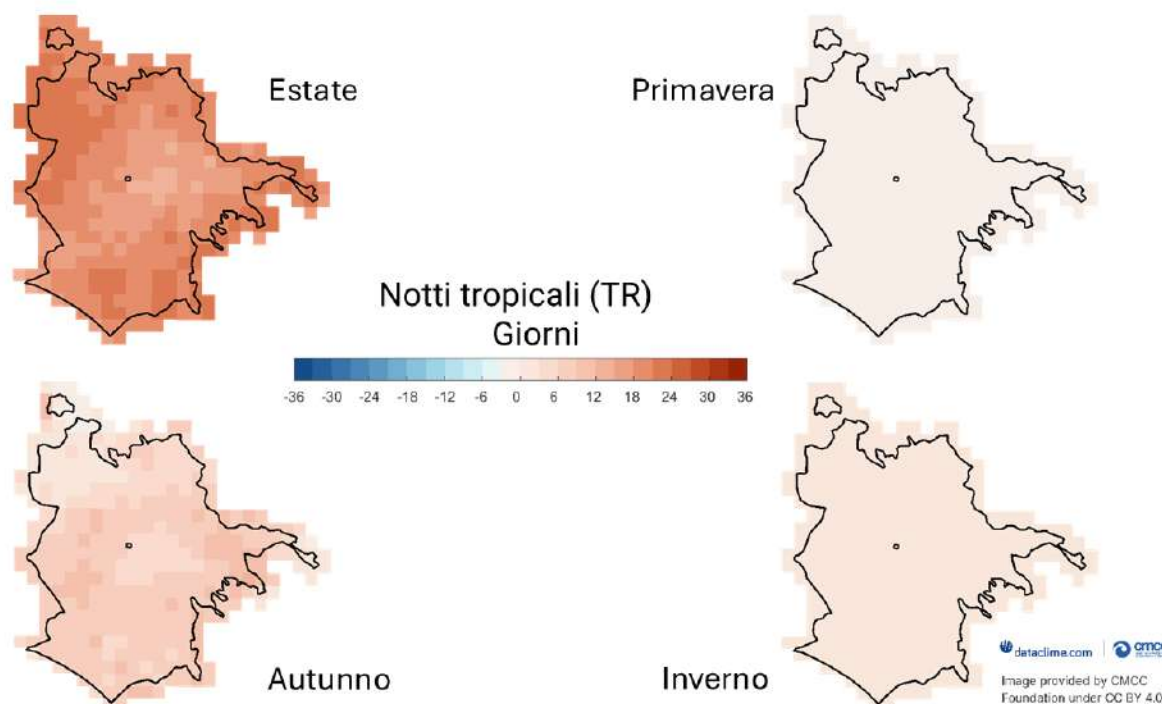


Figura 18 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'indicatore **Notti torride**, si calcola in modo simile all'indicatore precedente ma con una soglia di temperatura minima giornaliera più elevata, fissata a 25°C.

La **Figura 19** descrive l'andamento di questo indicatore per tutto il periodo in esame. In questo caso si nota come **il 2025 sia stato un anno sopra la media, il sesto dal 1991 per numero di notti torride.**

Come si evince dalla **Figura 20**, che riporta l'anomalia media annua sul periodo 1991-2020 per ogni anno, il 2025 ha visto un'anomalia positiva, di oltre 10 notti torride in più rispetto alla climatologia di riferimento.

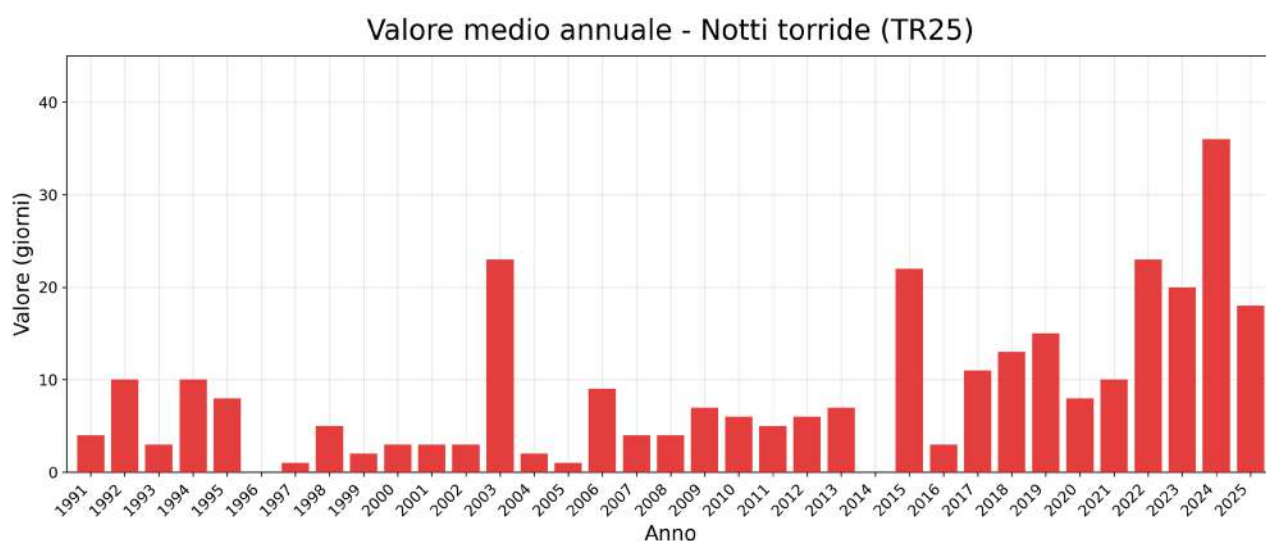


Figura 19 – Valore medio annuale dell'indicatore Notti Torride, da VHR-REA_IT e FAIR.

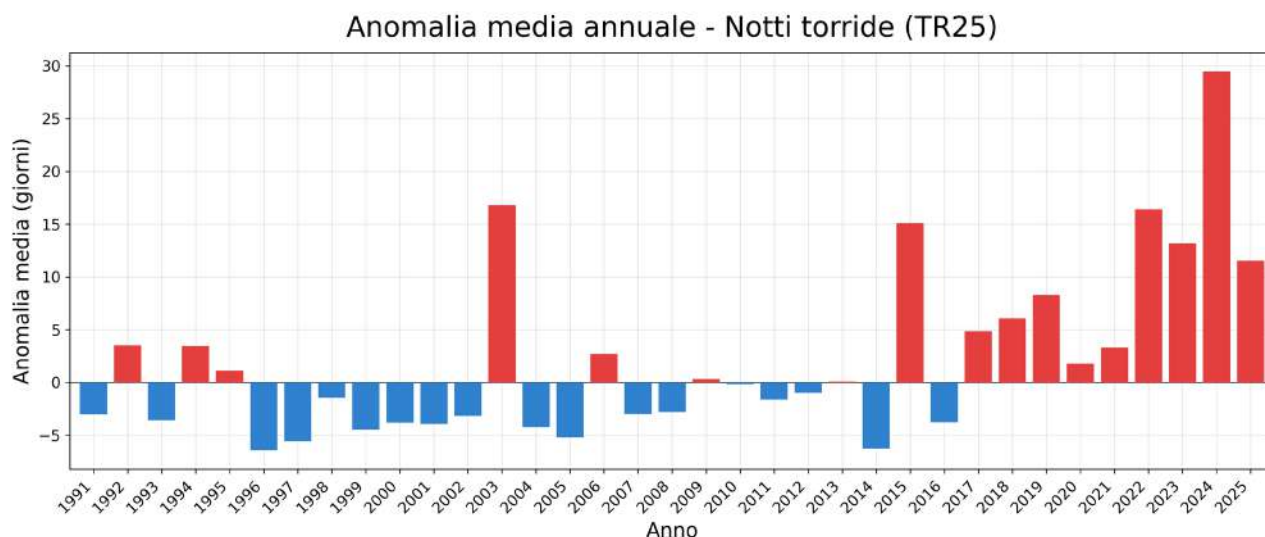


Figura 20 – Anomalia media annuale dell'indicatore Notti Torride, da VHR-REA_IT e FAIR.

Anche per l'indicatore **Ondate di caldo** o **Giorni Torridi**, i giorni con temperatura massima giornaliera superiore ai 35°C, i valori per il 2025 sono stati elevati.

La **Figura 21** riporta i valori per l'indicatore dal 1991 al 2025, e si può notare come **il 2025 sia il quarto anno dopo 2003, 2022 e 2024 per numero di giorni di caldo torrido**.

La **Figura 22** raffigura l'anomalia media annua sul periodo per lo stesso indicatore. Anche in questo caso si osserva come **il 2025 sia stato un anno molto caldo con una forte anomalia positiva, anche se non ai livelli del 2003, 2022 e 2024**.

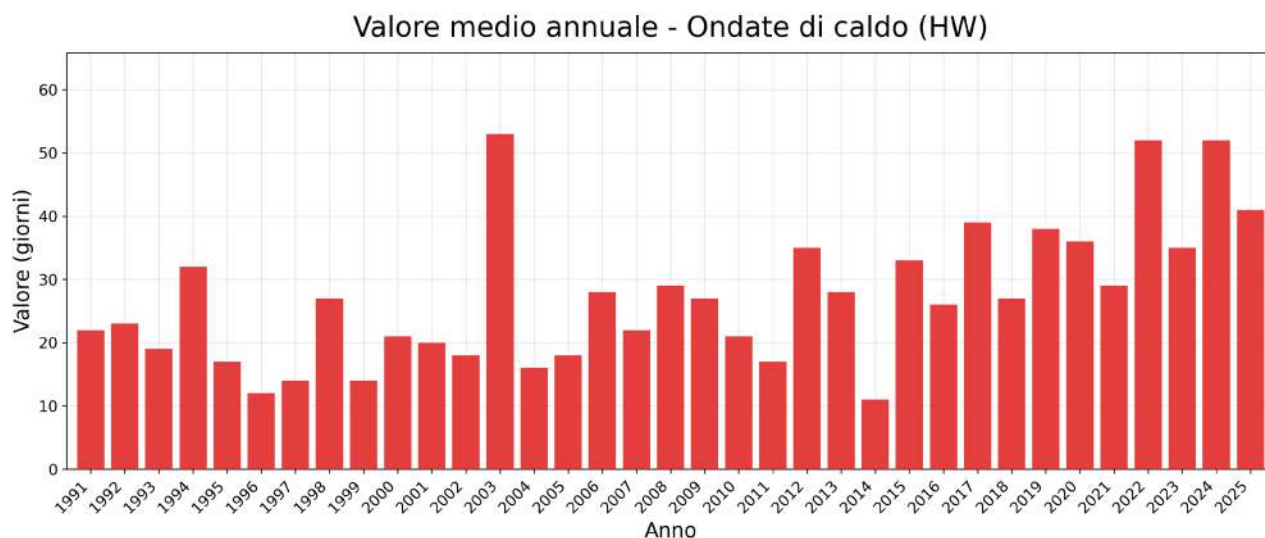


Figura 21 – Valore medio annuale dell'indicatore Ondate di caldo, da VHR-REA_IT e FAIR.

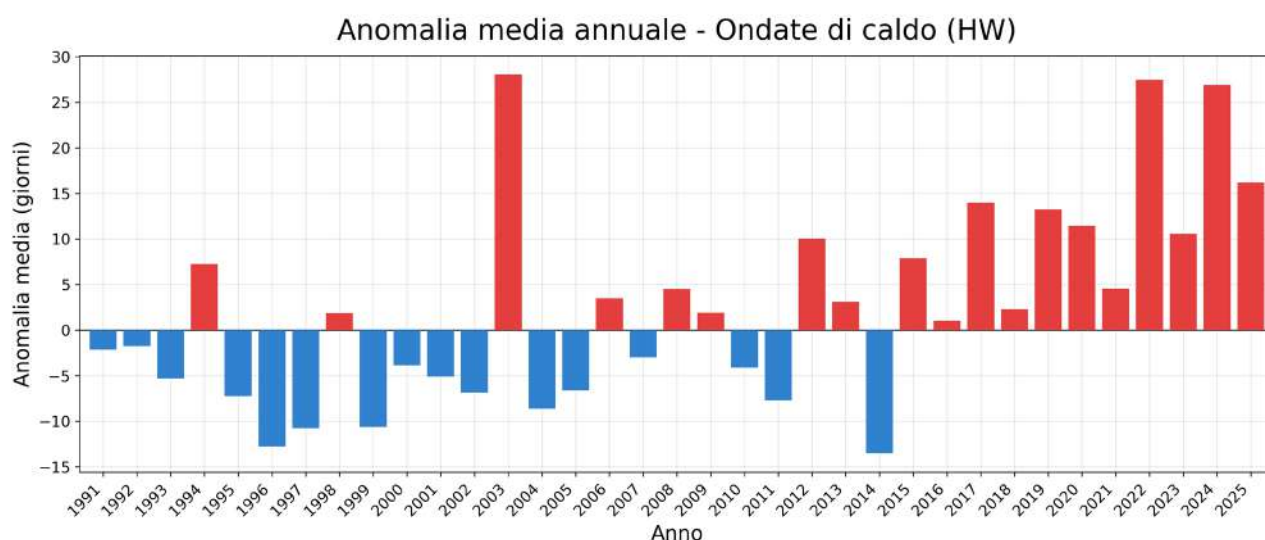


Figura 22 – Anomalia media annuale dell'indicatore Ondate di Caldo, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'indicatore **Numero di ondate di calore** considera quei periodi di almeno tre giorni consecutivi di caldo intenso, con temperatura massima che supera il 90° percentile, rappresentando così il numero di eventi di caldo intenso e prolungato.

La **Figura 23** riporta i valori per la **stagione estiva** per questo indicatore dal 1991. **Il 2025 ha visto 3 ondate di calore estivo, come il 2023 ma meno del 2003, 2022 e 2024, il quale rimane l'anno con il numero più alto della serie.**

La **Figura 24** mostra l'anomalia media per l'estate sul periodo per lo stesso indicatore, numero di ondate di calore. Si può notare come il 2025 abbia un'anomalia positiva di 2 ondate di calore in più rispetto alla media 1991-2020, che è di 1 ondata di calore estiva all'anno. Si osserva come dal 2022 al 2025 le anomalie siano fortemente positive, rimarcando una tendenza al caldo estremo estivo già in atto a Roma.

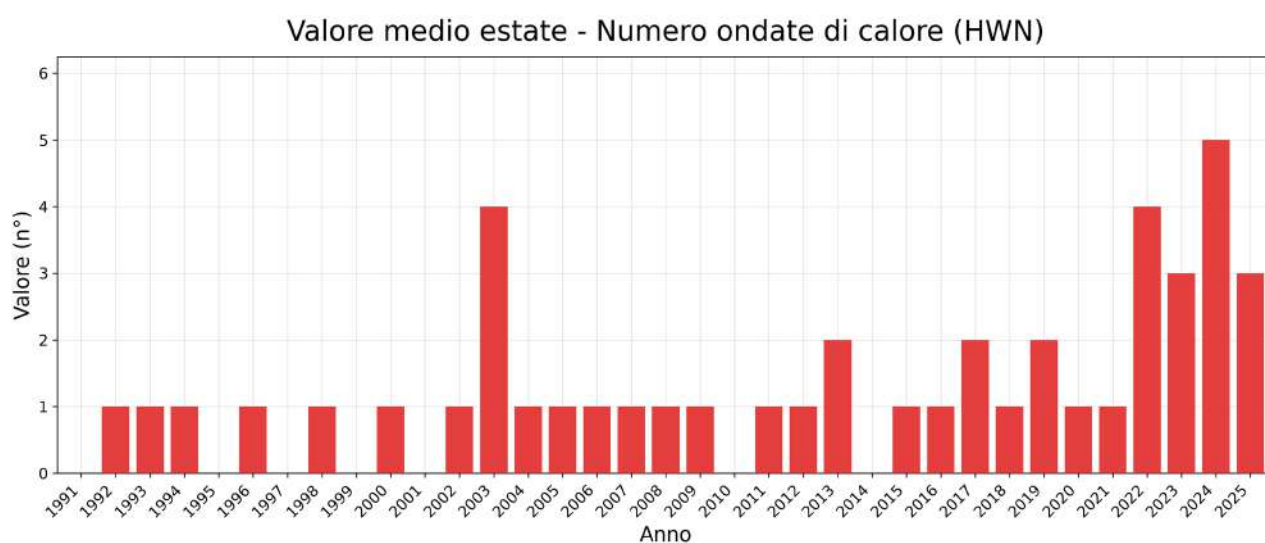


Figura 23 – Valore medio stagionale per l'estate dell'indicatore Numero ondate di calore, da VHR-REA_IT e FAIR.

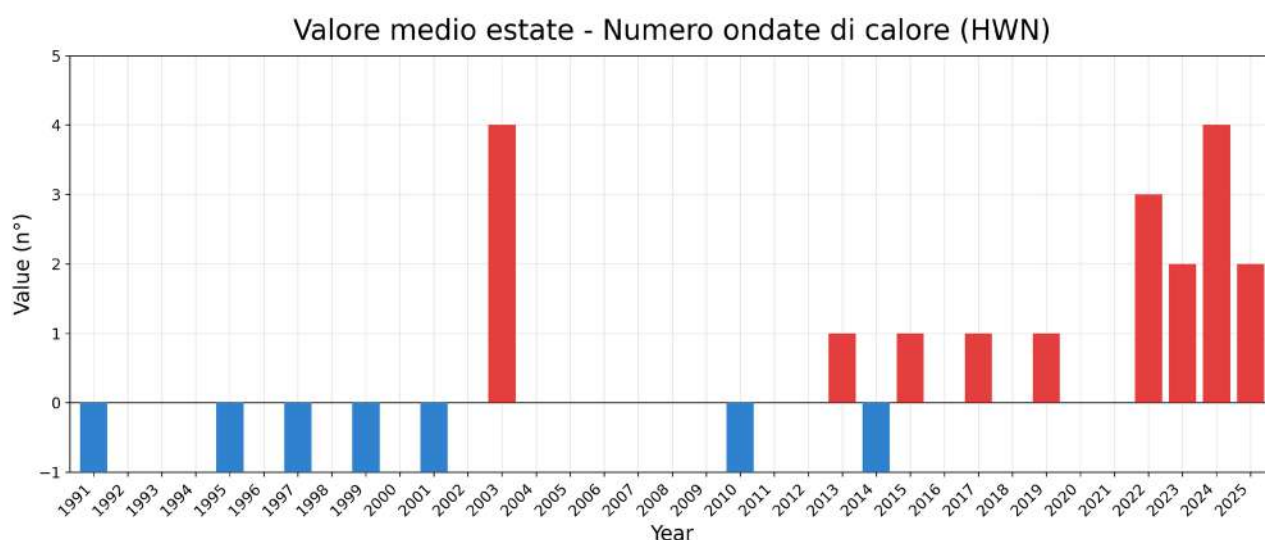


Figura 24 – Anomalia media stagionale per l'estate dell'indicatore Numero ondate di calore, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'Indice di durata dei periodi caldi è un indicatore di caldo “relativo”, in quanto si basa sul conteggio dei giorni in cui la **temperatura massima giornaliera supera il 90° percentile** rispetto al periodo 1991-2020, per almeno **sei giorni consecutivi**. In altre parole, il WSDI misura la durata dei periodi eccezionalmente caldi rispetto alla climatologia per quel determinato periodo dell'anno.

In **Figura 25 sono riportati i valori medi annuali** dell'indice per l'intero periodo di analisi. Per il **2025**, si contano **23 giorni** classificati come **relativamente molto caldi**, similmente al 2003.

Successivamente, in **Figura 26** è rappresentata anche l'**anomalia media annuale** del WSDI, che mostra una chiara tendenza a valori **positivi negli ultimi anni**: dal 2019 l'anomalia è sempre positiva. Per il 2025 l'anomalia è stata di 18 giorni in più rispetto al 1991-2020.

La Figura 27, invece, presenta l'**anomalia media stagionale** del WSDI per il 2025 sull'intero territorio del Comune di Roma. **L'estate** mostra le **anomalie più marcate**, in linea con il giugno 2025 che è stato un mese estremamente caldo, come visto in precedenza.

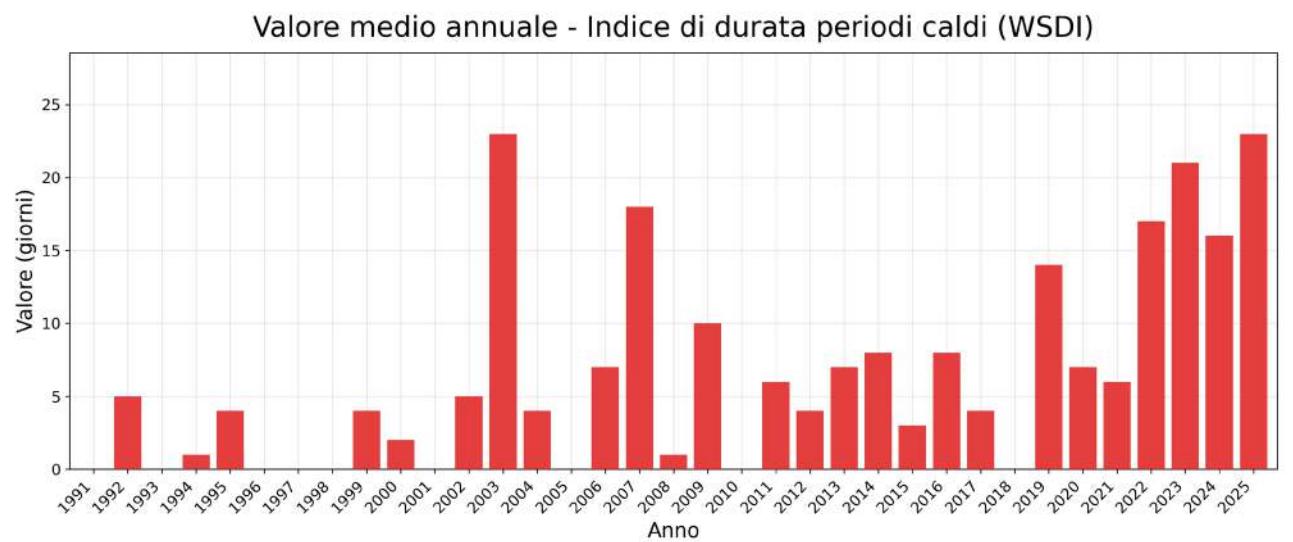


Figura 25 – Valore medio annuale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

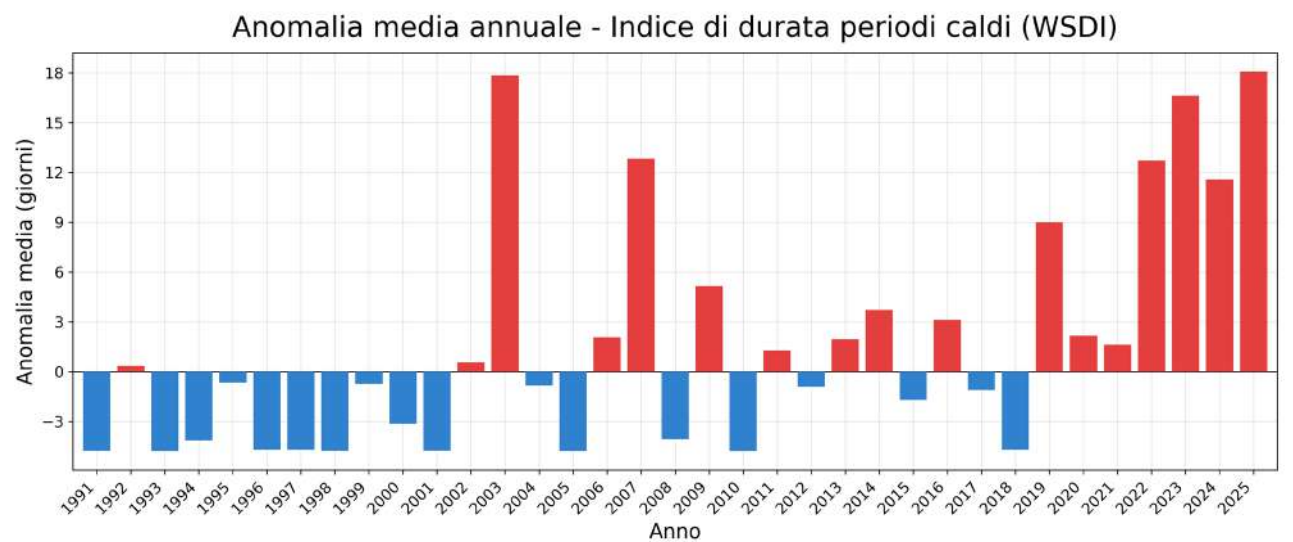


Figura 26 – Anomalia media annuale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

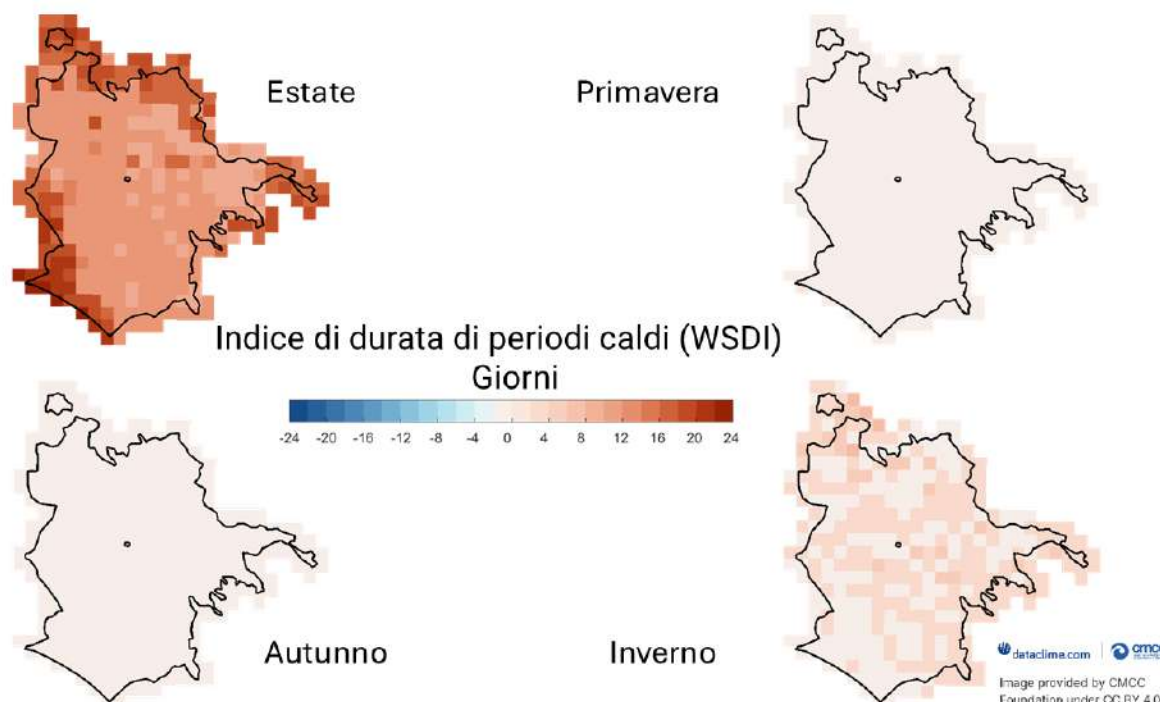


Figura 27 – Anomalia media stagionale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Passando agli indicatori legati al freddo, il numero di **Giorni di gelo** rappresenta il conteggio dei giorni in cui la temperatura minima scende **sotto gli 0°C**. Si tratta di un indicatore utile per valutare la frequenza degli episodi freddi invernali.

La **Figura 28 mostra i valori medi annuali del periodo 1991-2025. Il dato relativo al 2025, similmente al 2024, mostra un valore nullo**, segnalando che, secondo i dati da modello su tutto il territorio comunale, **i giorni di gelo sono stati assenti**.

La **Figura 29** presenta invece l'**anomalia media annua** dei giorni di gelo rispetto alla climatologia di riferimento. Gli ultimi anni mostrano **anomalie fortemente negative**, a conferma di una tendenza evidente: **i giorni di gelo a Roma sono sempre più rari**.

Infine, la **Figura 30 riporta le anomalie stagionali** per il 2025 sull'intero territorio del Comune di Roma. I mesi invernali risultano particolarmente significativi: si rilevano **anomalie negative fino a 12 giorni in meno** in alcune aree del quadrante **settentrionale e orientale** della città, indicando un **indebolimento sempre più marcato degli episodi di freddo intenso**.

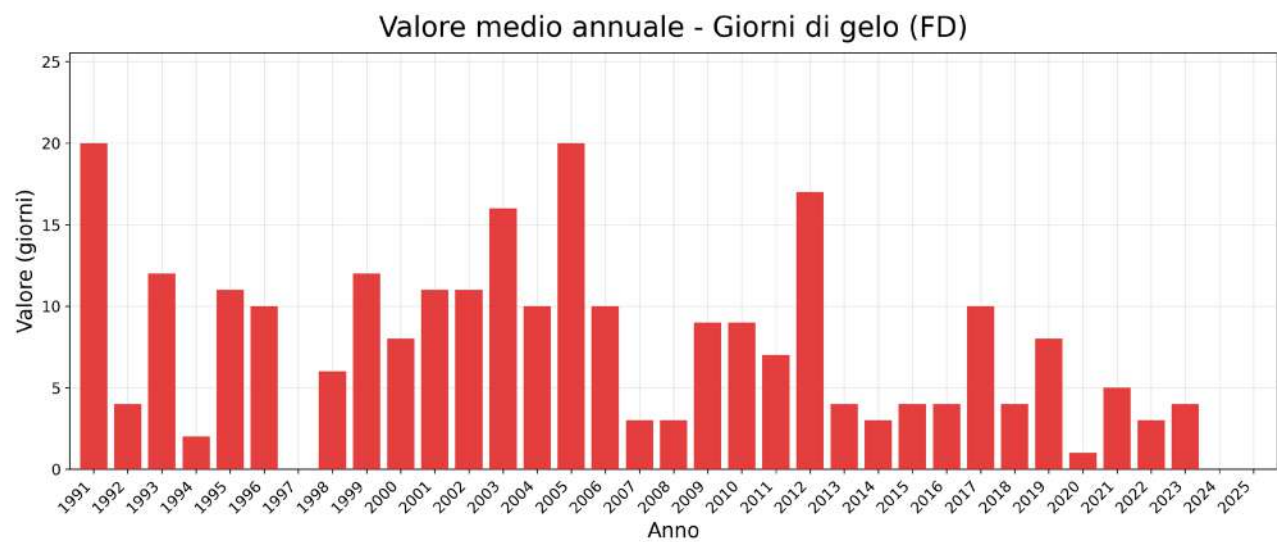


Figura 28 – Valore medio annuale dell’indicatore Giorni di gelo, da VHR-REA_IT e FAIR.

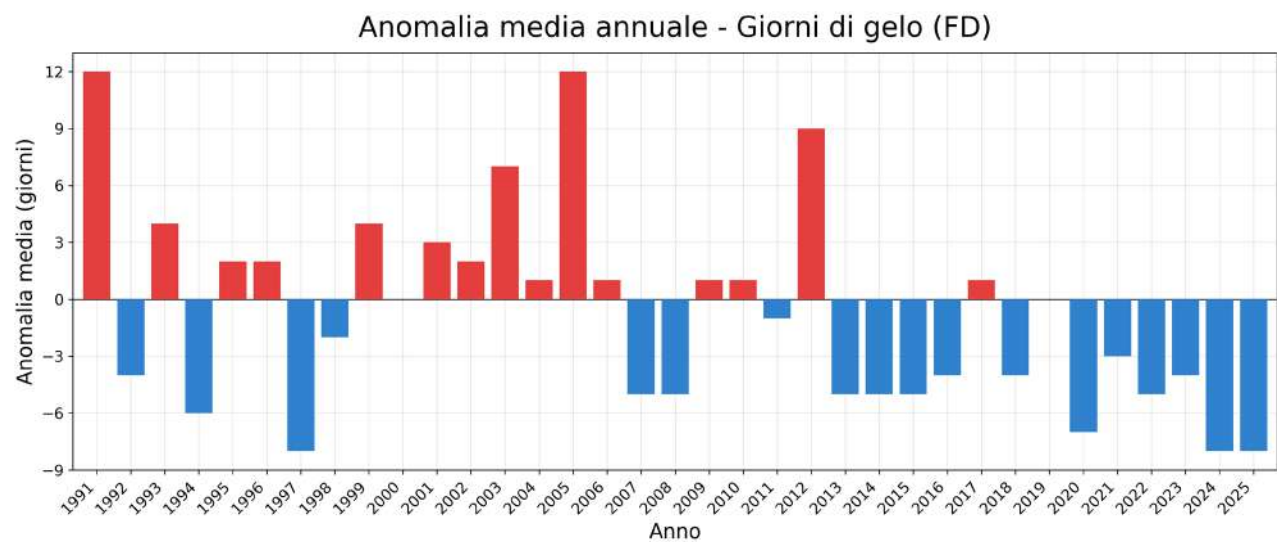
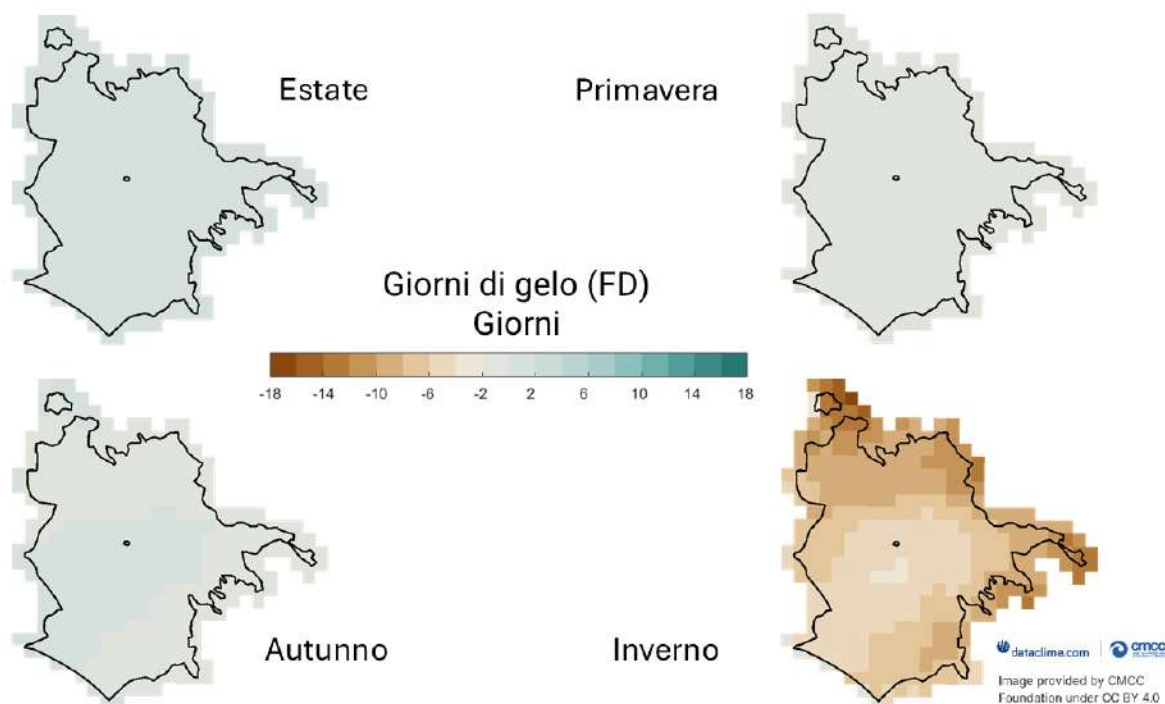


Figura 29 – Anomalia media annuale dell’indicatore Giorni di gelo, da VHR-REA_IT e FAIR.



L'indicatore **Precipitazione totale** è calcolato come somma della precipitazione giornaliera per i giorni piovosi (giorni con precipitazione di almeno 1 mm).

In **Figura 31** sono riportate le anomalie stagionali per il 2025. Si osserva come la stagione **autunnale** e **invernale** abbia presentato **anomalie negative marcate**, con picchi fino a -250 mm su tutto il territorio. Anche estate e primavera hanno visto anomalie di precipitazione negative.

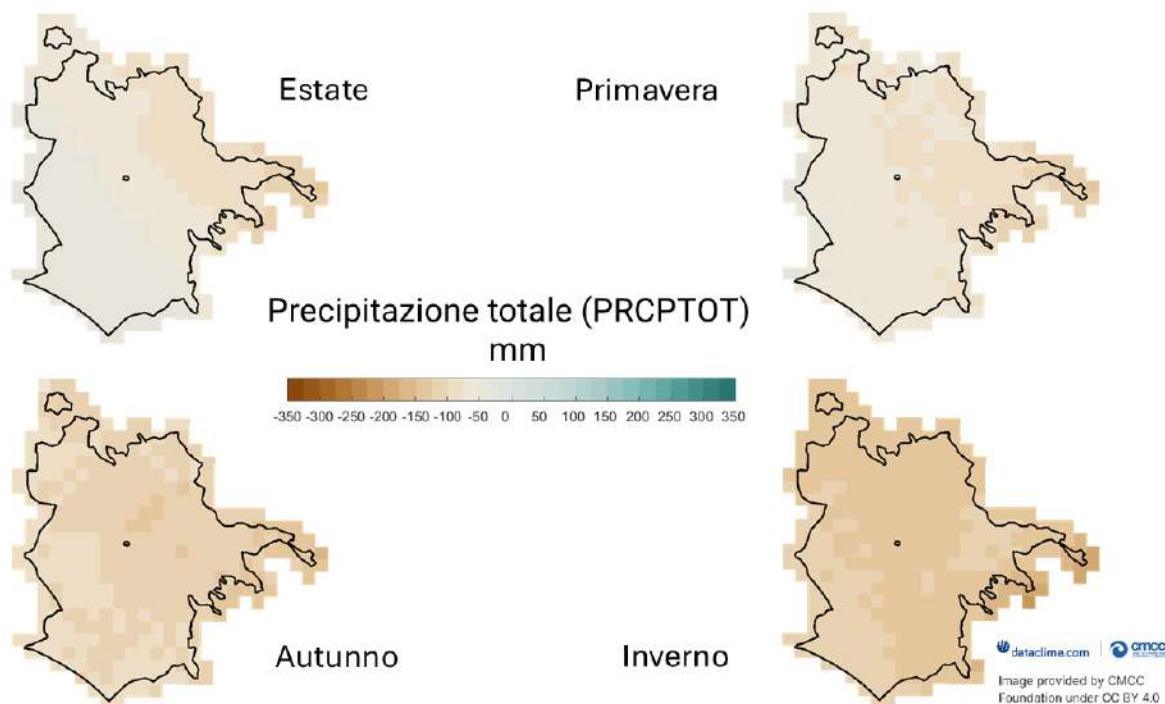


Figura 31 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Precipitazione annuale totale, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'indicatore **Giorni con precipitazione intensa** rappresenta il numero di giorni in cui la precipitazione giornaliera supera i 20 mm.

La **Figura 32 illustra l'anomalia stagionale rispetto alla media del periodo 1991–2020 sull'area del Comune di Roma nel 2025**. Si osservano anomalie pressoché nulle in inverno e estate, mentre in primavera e autunno sono presenti lievi variazioni positive.

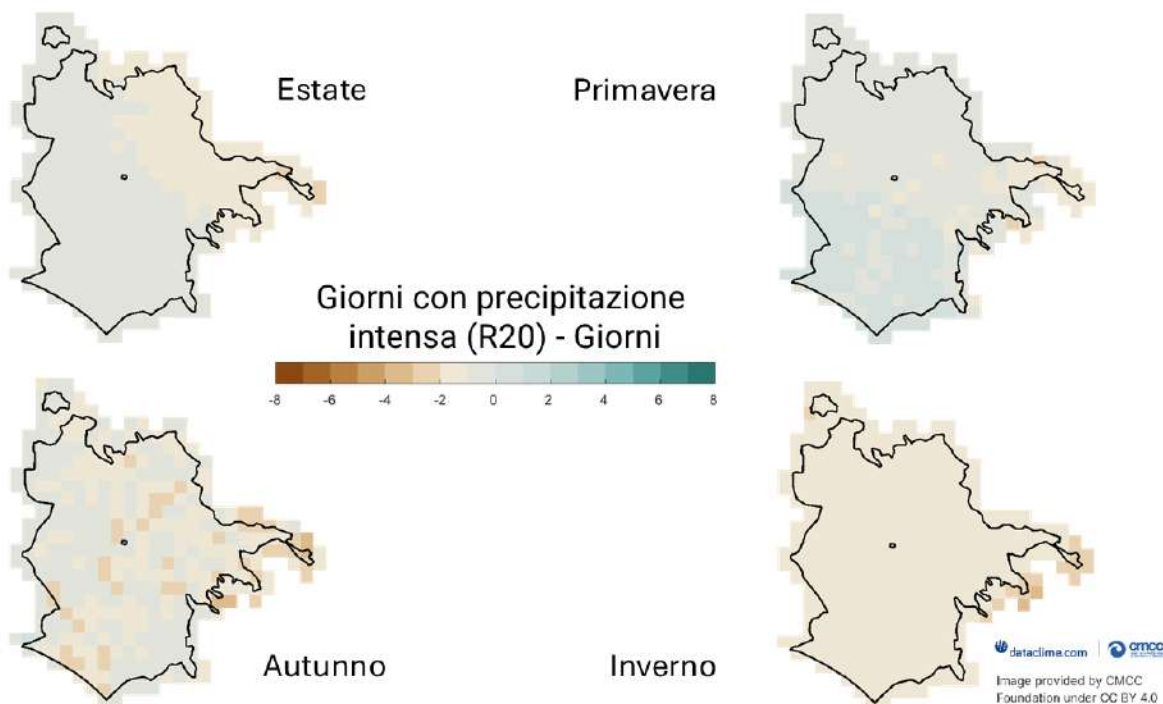


Figura 32 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Giorni con precipitazione intensa, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'indicatore di **Massima precipitazione in 1 giorno** esprime il valore massimo di precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione giornaliera maggiore o uguale a 1 millimetro. In altre parole, l'indicatore considera tutti i giorni piovosi (≥ 1 mm) e seleziona per ciascun anno il valore massimo.

La **Figura 33** riporta le anomalie stagionali per lo stesso indicatore. Come si può osservare dall'immagine, la tendenza per inverno, estate e autunno è quella di una sostanziale stabilità tra il 2025 e il periodo 1991-2020. In **primavera** si può rilevare una variazione positiva lieve.

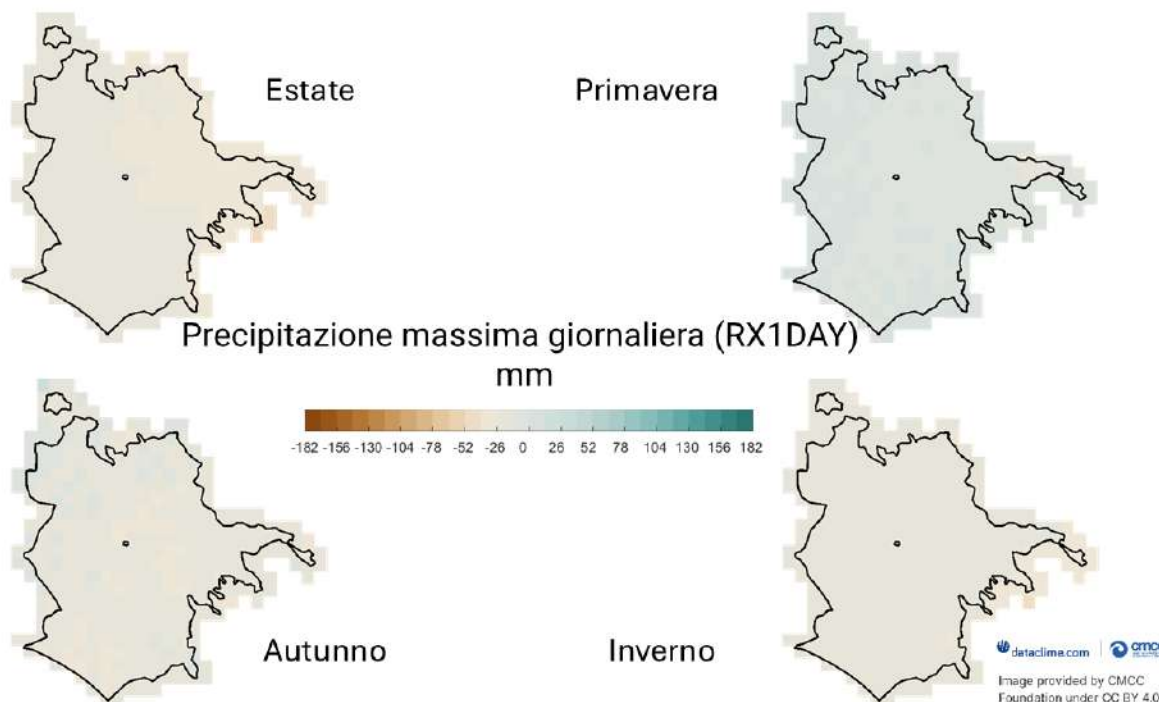


Figura 33 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Precipitazione massima in un giorno, da VHR-REA_IT e FAIR.

L'indicatore **Giorni consecutivi secchi** misura il numero massimo di giorni asciutti, cioè con precipitazione giornaliera minore di 1 mm. Si tratta di un indicatore utile per individuare periodi siccitosi prolungati e valutarne la durata massima su base annuale o stagionale.

La **Figura 34** mostra la distribuzione spaziale sul territorio romano di questo indicatore e la sua variazione nel 2025 per ciascuna stagione meteorologica. Si nota che le variazioni principali sono state rilevanti nel **periodo estivo**, su tutto il territorio capitolino. In inverno, invece, si può osservare una leggera anomalia negativa per il 2025.

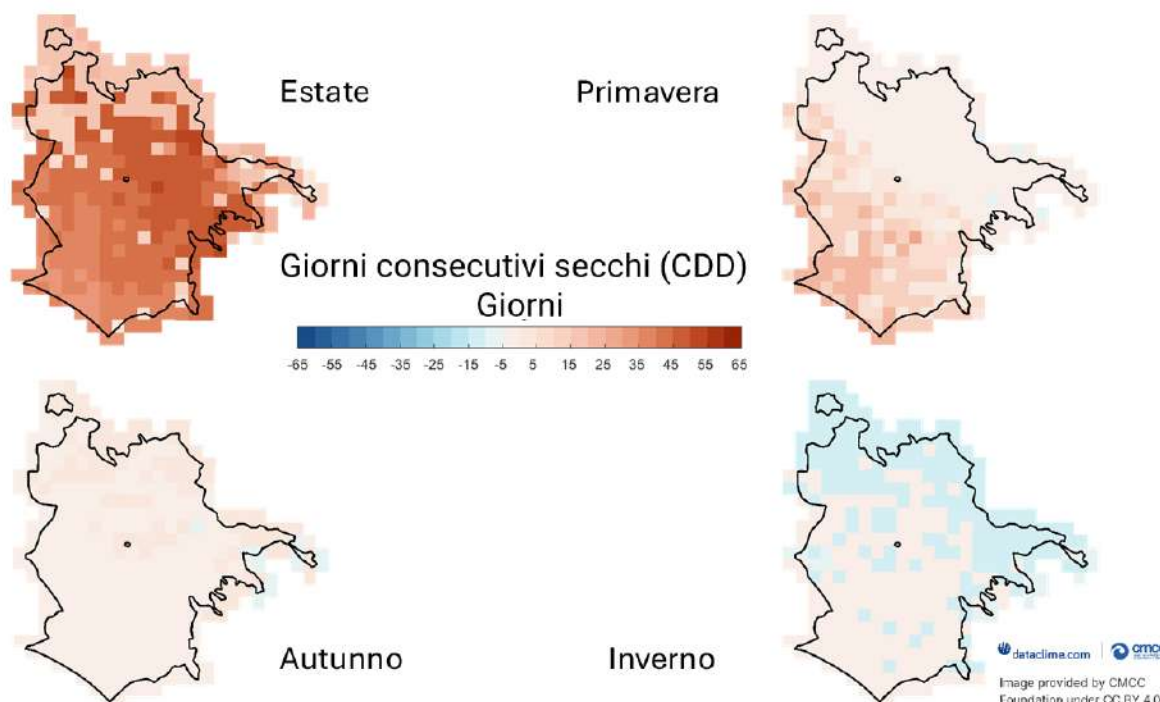


Figura 34 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Giorni consecutivi secchi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Un discorso a parte riguarda gli indicatori **Humidex4 e Humidex5, che misurano il numero di giorni in cui si rileva un disagio termico elevato o molto elevato, determinato dalla combinazione di temperatura e umidità.** In particolare, Humidex4 si riferisce ai giorni in cui l'indice assume valori compresi tra **40°C e 45°C**, indicando un **disagio termico elevato**, mentre Humidex5 considera i giorni con valori **superiori a 45°C**, segnalando un **disagio termico estremo**.

La **Figura 35 mostra i risultati da modello su base mensile per l'anno 2025**, confrontati con la media del periodo **1991-2020**, i quali valori sono riportati con le barre tratteggiate. La distanza tra queste barre e le barre rosse e viola è l'anomalia tra il 2025 e la media 1991-2020.

Coerentemente con altri indicatori, **giugno 2025** si dimostra un mese estremamente caldo anche per questi indicatori: sia per l'indicatore di disagio termico elevato, sia per quello estremo i valori per questo mese **sono molto al di sopra della media 1991-2020**. Luglio e agosto risultano nella media per entrambi gli indicatori rispetto al passato. Salta all'occhio **settembre per l'indicatore di disagio termico elevato**. Infatti, si osservano valori doppi rispetto alla media 1991-2020, indicando come il caldo estivo umido si sia prolungato a settembre.

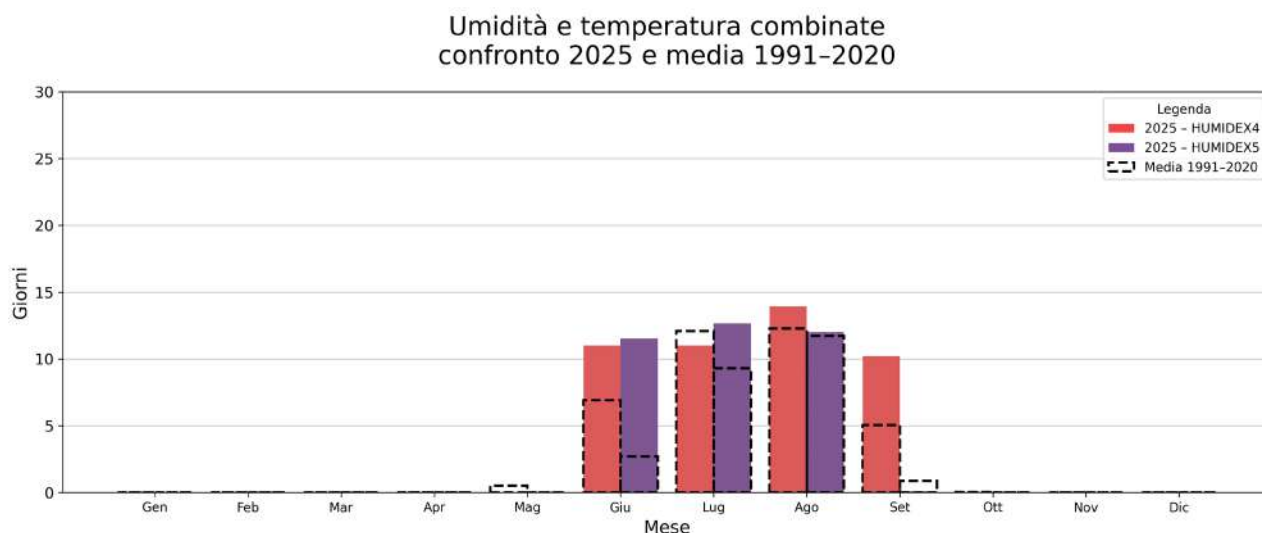


Figura 35 – Indicatori Humidex4 e Humidex5: confronto 2025 e media 1991-2020, VHR-REA_IT e FAIR.

La **Figura 36** mostra i risultati dai dati FAIR per gli indicatori che misurano il fabbisogno energetico potenziale per il condizionamento degli ambienti interni: i **Gradi giorno di riscaldamento (HDDs)** e i **Gradi giorno di raffrescamento (CDDs)**.

La figura mostra l'andamento mensile dei due indicatori, evidenziando come i **Gradi giorno di riscaldamento siano rilevanti nei mesi da gennaio ad aprile e da ottobre a dicembre**, mentre i **Gradi giorno di raffrescamento risultino significativi nel periodo compreso tra maggio e settembre**. Le barre tratteggiate indicano i valori medi del periodo 1991-2020, e la distanza tra le barre rosse e blu rispetto a queste rappresenta l'anomalia mensile del 2025 rispetto al periodo 1991-2020. Si nota come i valori nel 2025 per il riscaldamento siano tendenzialmente minori della media del periodo 1991-2020, ad eccezione di novembre, suggerendo che **inverni e primavere più miti portino a un ridotto fabbisogno energetico potenziale di riscaldamento**. Al contrario, nei mesi estivi – in particolare giugno, ma anche in maniera minore luglio e agosto – l'indicatore di raffrescamento mostra valori sensibilmente superiori rispetto alla media climatica, evidenziando, di conseguenza, **un possibile aumento della domanda energetica per il raffrescamento degli ambienti**.

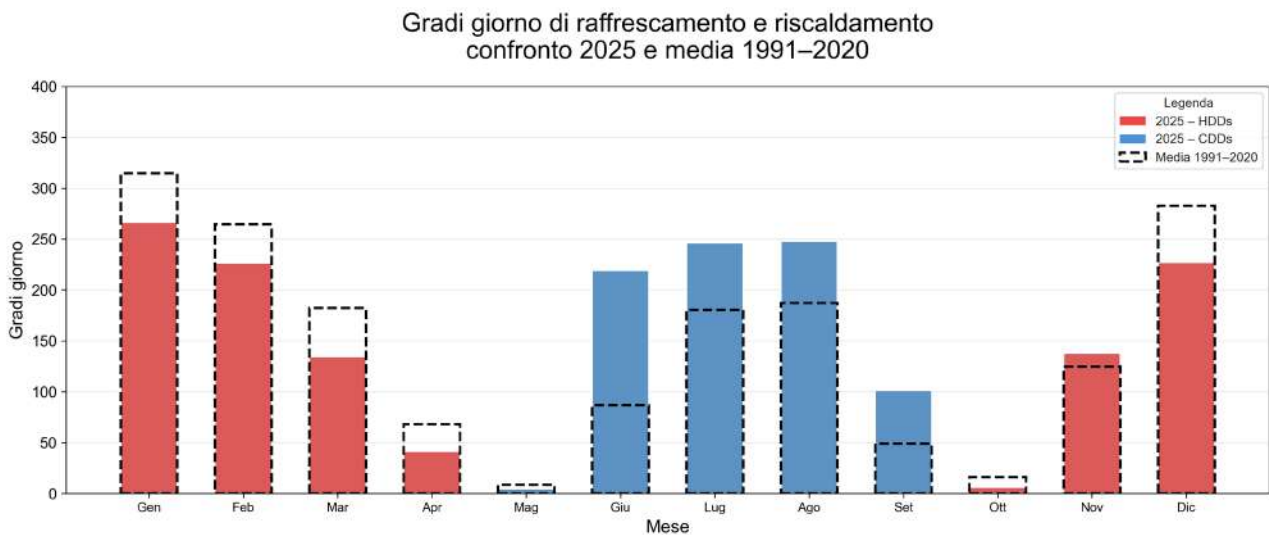


Figura 36 – Gradi giorno di riscaldamento e raffrescamento: confronto 2025 e media 1991-2020, VHR-REA e FAIR.

La **Figura 37** è una rappresentazione riassuntiva delle anomalie annue per tutti gli indicatori di temperatura calcolati con i datasets ad alta risoluzione del CMCC. Sono riportati i seguenti indicatori: **Indice di durata di periodi caldi, Giorni estivi, Notti tropicali** e **Ondate di caldo**. Per tutti questi indicatori è riportata l'anomalia annua, espressa in giorni, sull'intero periodo 1991–2025: in rosso sono evidenziate le anomalie positive, in blu quelle negative. In nero è evidenziato il 2025. Si nota chiaramente come negli anni più recenti prevalgano anomalie positive marcate, rappresentate da un rosso intenso, a testimonianza del processo di aumento delle temperature sul territorio romano. Particolarmente significativo è il 2003, che emerge da questi dati come un anno eccezionalmente anomalo: è infatti ricordato per gli episodi di caldo estivo estremo e per le intense ondate di calore.

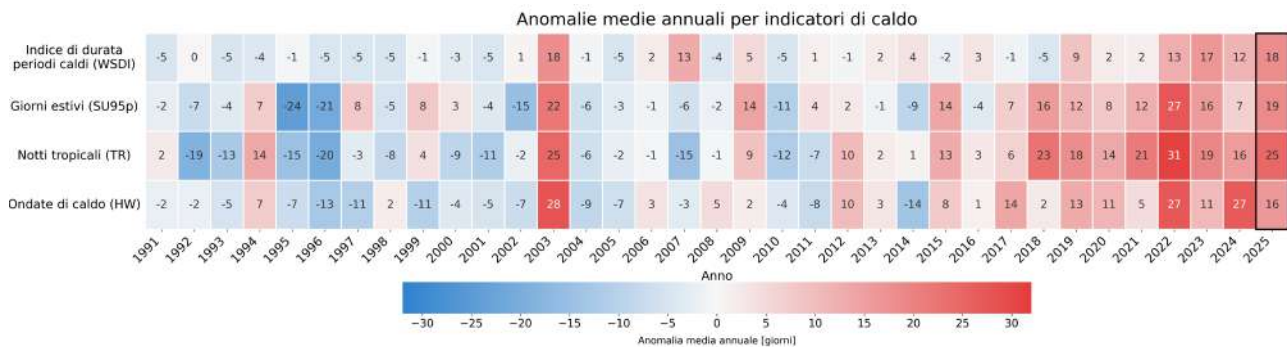


Figura 37 – Quadro sinottico delle anomalie medie annuali per gli indicatori di caldo, VHR-REA_IT e FAIR.

La **Figura 38** combina anomalie di temperatura e precipitazione per ogni anno rispetto al 1991-2020 e le raffigura su quattro quadranti, l'appartenenza a ciascun quadrante indica come l'anno sia stato più o meno relativamente caldo e piovoso. In grassetto sono evidenziati gli anni più recenti, dal 2022 al 2025, e il 2003. Si nota come tutti questi anni siano stati molto caldi e relativamente secchi, con il **2024**

in cima a tutti per calore, e il **2025 molto simile al 2022** in termini di anomalia di temperatura e di precipitazione.

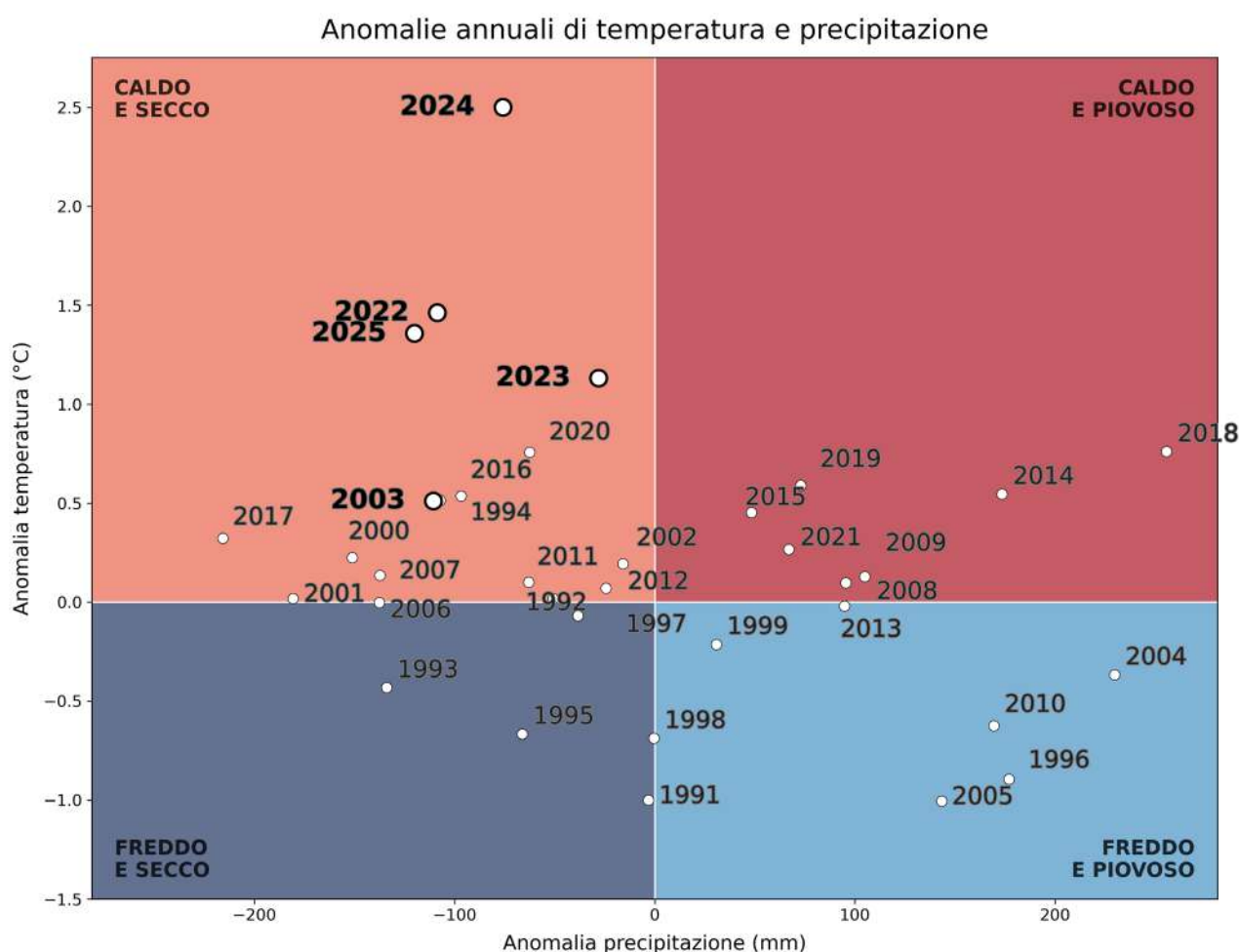


Figura 38 – Anni per anomalia di temperatura e anomalia di precipitazione, VHR-REA_IT e FAIR.

Nella **Figura 39** si riportano i risultati per gli indicatori di temperatura da dati da rianalisi per il 2025. Questa rappresentazione include gli indicatori legati al caldo e alla temperatura massima e media, ma anche gli **indicatori legati al freddo**, e cioè alle temperature minime giornaliere, e i **Gradi/Giorno di raffrescamento e riscaldamento**. Si osserva come per gli indicatori che si basano sui minimi di temperatura, **Giorni di Gelo, Gradi/Giorno di riscaldamento e Indice di durata dei periodi di freddo**, il 2025 sia stato uno degli anni con l'inverno più mite della serie. Infatti, la temperatura minima per queste stazioni non è mai scesa al di sotto di 0 °C.

La maggior parte degli **indicatori climatici legati al caldo** colloca il **2025** nella **top 5** degli anni più caldi a partire dal 1991

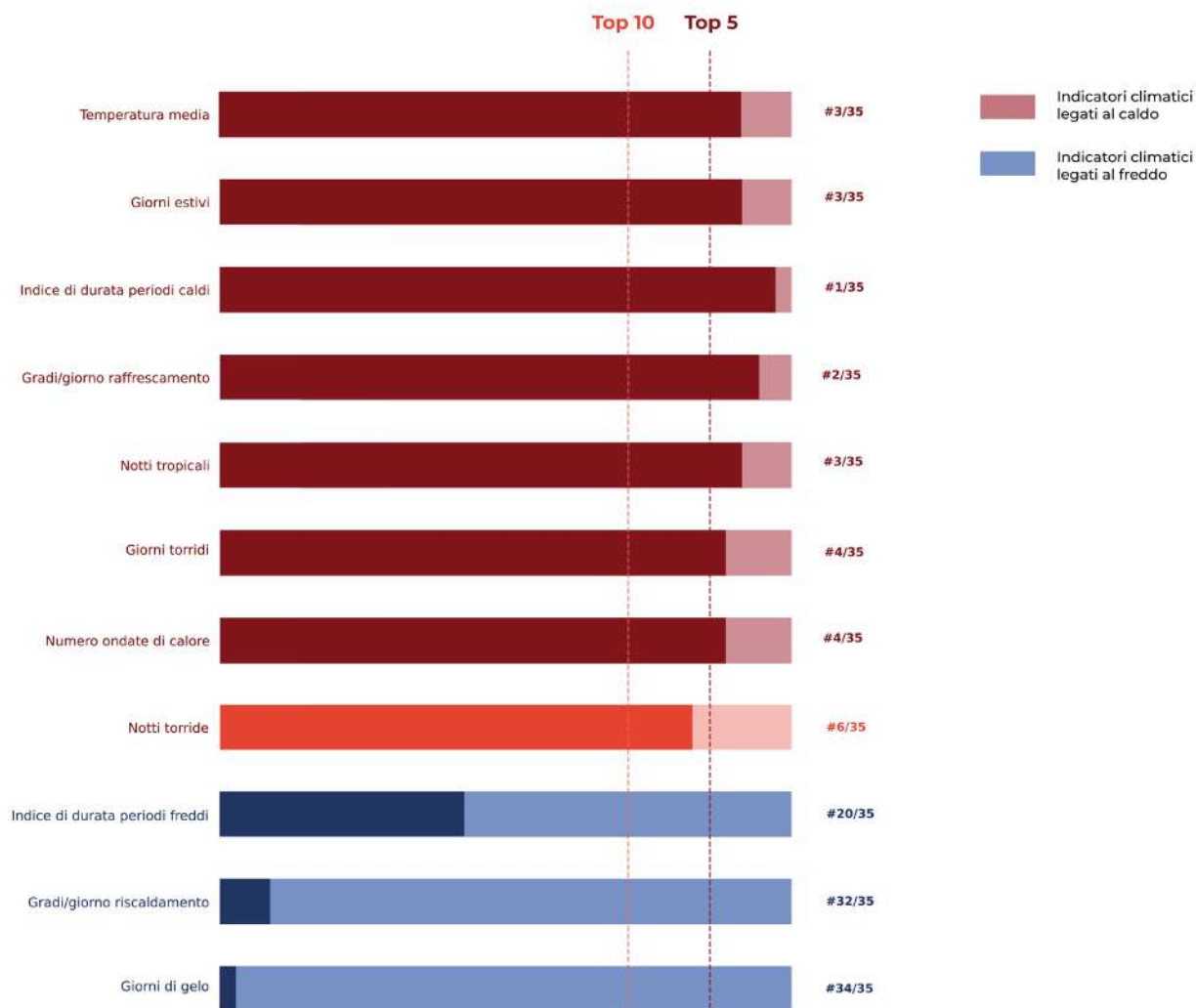


Figura 39 – Classifica degli indicatori di caldo: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Di seguito vengono presentati gli ultimi indicatori calcolati con i dati climatici ad altissima risoluzione (VHR-REA_IT e FAIR) del CMCC. I **Giorni caldi e umidi** è un indicatore che combina temperatura e precipitazione per identificare, rispettivamente, i giorni caratterizzati da temperature elevate associate a precipitazioni assenti o molto scarse, e i giorni con temperature elevate accompagnate da elevati livelli di umidità.

L'indicatore **Evapotraspirazione potenziale** rappresenta la quantità massima di acqua che può evaporare o essere traspirata, determinata esclusivamente dalle condizioni climatiche. Questo indicatore viene calcolato per stimare il deficit idrico ed è quindi rilevante per gli scopi relativi alla gestione delle risorse idriche.

Nella **Tabella 3** sono riportati i risultati per il 2025 per questi indicatori, in termini di valori medi annuali e anomalia rispetto al periodo 1991-2020, includendo gli indicatori di disagio termico da umidità (Humidex4 e Humidex5) visti in precedenza.

Indicatore	Valore	Anomalia
WW - Giorni caldi e umidi [giorni]	81	44
HUMIDEX4 – Indice di disagio termico elevato classe 4 [giorni]	46	9
HUMIDEX5 – Indice di disagio termico estremo classe 5 [giorni]	36	12
PET – Evapotraspirazione potenziale [mm]	1158	63

Tabella 3 – Altri indicatori per valore e anomalia

La **Figura 40** raffigura le anomalie annuali normalizzate su tutto il periodo, dal 1991 al 2025, per gli stessi indicatori. Risaltano alcuni indicatori, come i **Giorni caldi e umidi**, per le anomalie positive negli anni recenti, tra il 2022 e il 2025. Questi risultati suggeriscono un aumento sia dei giorni di caldo intenso in cui si riportano precipitazioni abbondanti.

Concentrandosi sul quadriennio 2022-2025, i risultati per gli indicatori di umidità e temperatura combinati – ovvero i **giorni con disagio termico elevato** (Humidex4) e i **giorni con disagio termico estremo** (Humidex5) – mostrano anomalie tendenzialmente positive, ad eccezione del 2024. Il 2025, in particolare, ha visto forti anomalie positive per il disagio termico elevato e per quello estremo.

Per l'indicatore **Evapotraspirazione potenziale** risulta un'anomalia positiva rispetto al periodo 1991-2020.

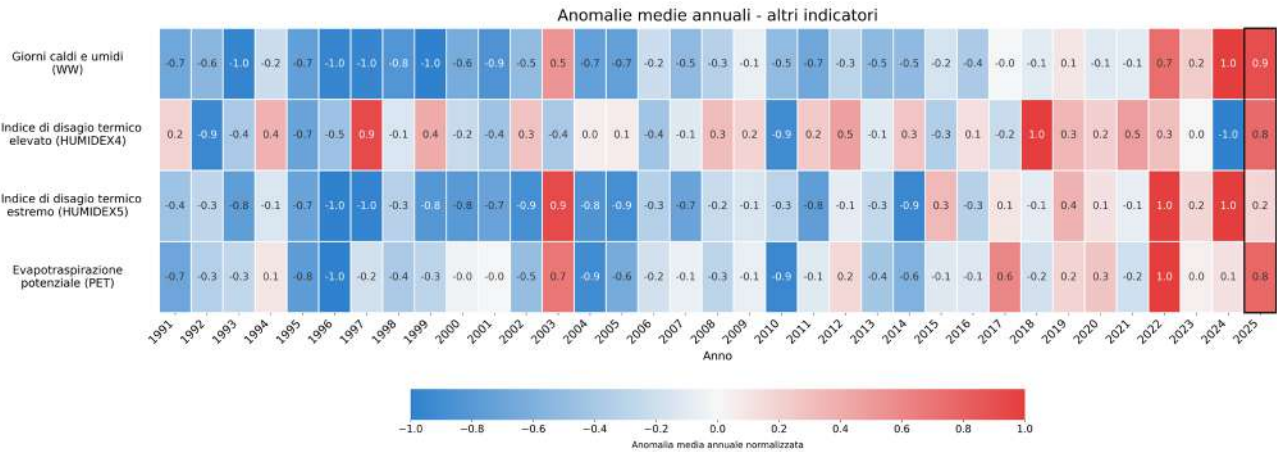


Figura 40 – Anomalie medie annuali, altri indicatori.

Temperatura del mare

Anche il mare Tirreno intorno a Roma è interessato dall’aumento di temperature. Per comprendere la tendenza al riscaldamento, in questo studio è stata utilizzata la temperatura superficiale del mare dal **dataset ORAS5** del ECMWF. L’area di studio presa in esame è quella riportata in **Figura 41**, di cui la superficie del mare considerata è quella compresa tra i **primi 10 km dalla costa**.

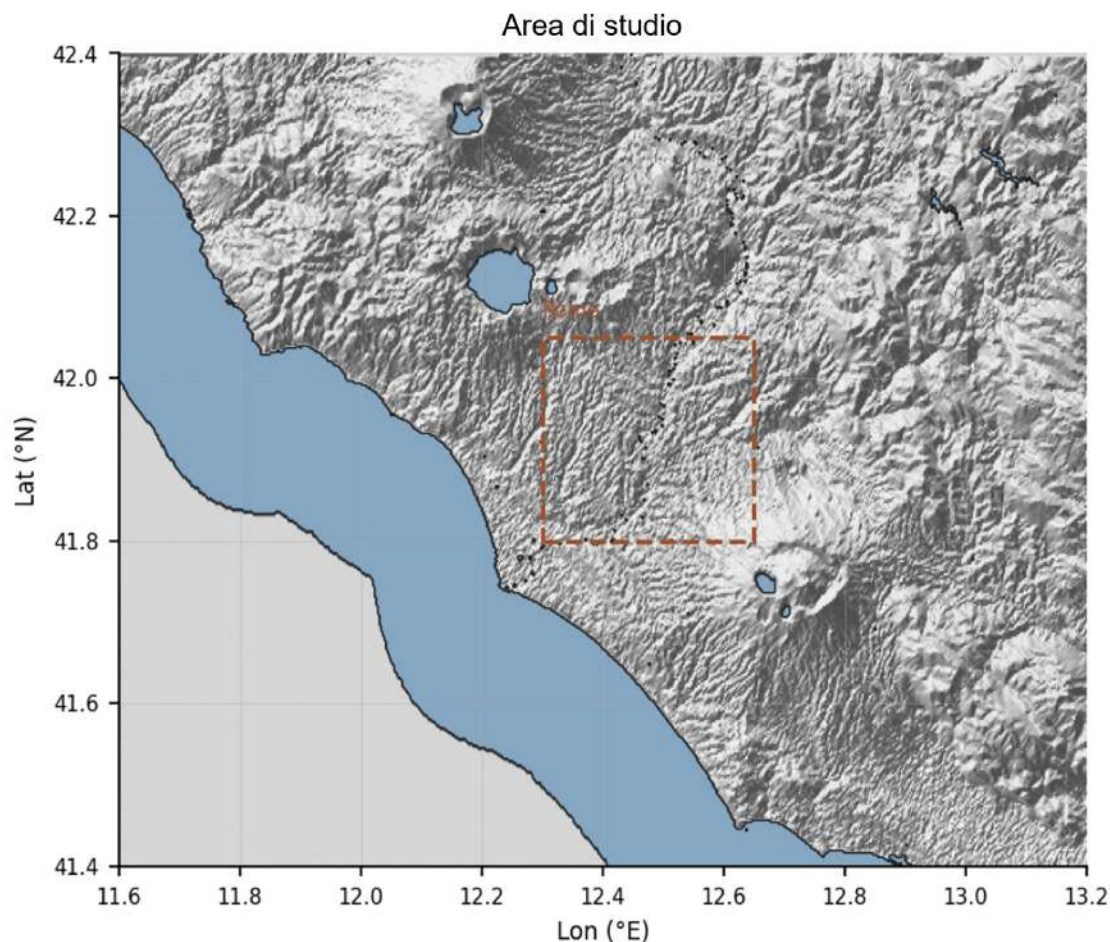


Figura 41 – Area di studio per la temperatura superficiale del mare. In rosso tratteggiato è segnalata l'ubicazione di Roma.

In **Figura 42** è raffigurata la temperatura media mensile della superficie del mare dell'area di studio per il 2025 confrontata con la media 1991-2020, in tratteggio. Come si nota, quasi tutti i mesi hanno avuto una anomalia positiva. In particolare, giugno è stato il mese più caldo, similmente ai dati su terra visti in precedenza. La **Figura 43** mostra le anomalie annuali per la stessa variabile di temperatura. Dal 2011 al 2025 l'anomalia è sempre stata positiva, e dal 2022 al 2025 compresi l'anomalia si è avvicinata al +1 °C rispetto al 1991-2020.

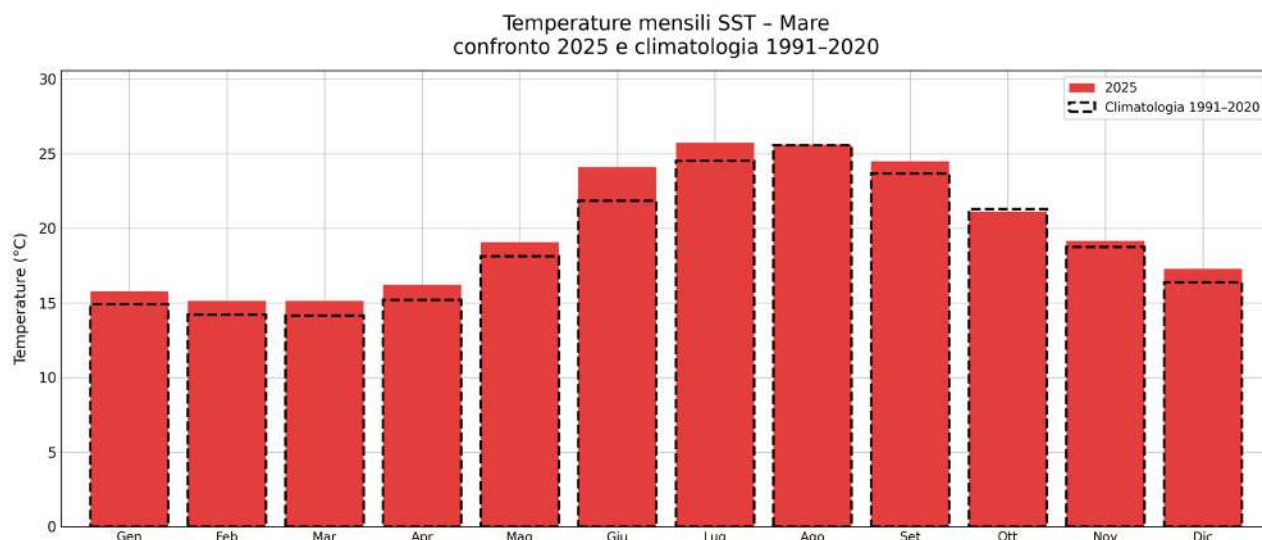


Figura 42 – Temperatura superficiale del mare, media mensile per il 2025 e 1991-2020.

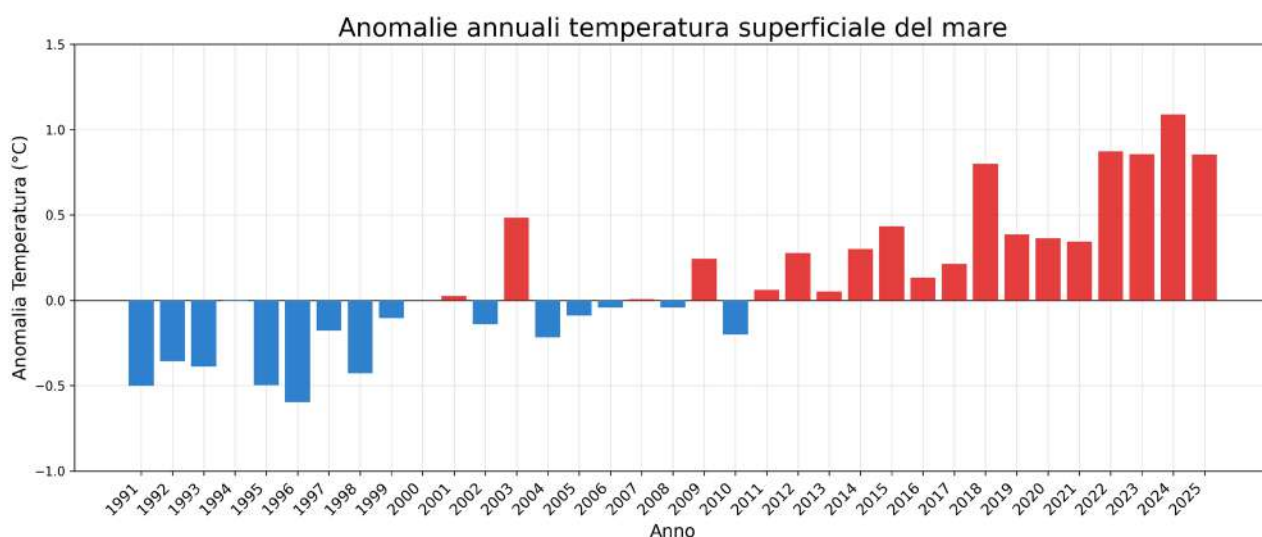


Figura 43 – Anomalia annuale della temperatura superficiale del mare.

L'analisi degli indicatori calcolati a partire da dati basati su rianalisi climatica ad alta risoluzione del CMCC evidenzia due risultati principali. In primo luogo, la tendenza all'aumento di temperature si è confermata anche nel 2025, che risulta **il terzo anno più caldo dal 1991**. In secondo luogo, il **2025 è stato un anno relativamente secco**, con precipitazioni totali inferiori alla media, ma caratterizzato comunque da episodi di precipitazioni estreme. Questi risultati **non rappresentano un caso isolato se confrontato con gli anni precedenti, il 2022, il 2023 e il 2024**. Gli ultimi quattro anni, infatti, si contraddistinguono per gli elevati valori per tutti gli indicatori legati al caldo.

Concentrandosi su singoli indicatori, si osservano valori e anomalie positive particolarmente elevate per le **Notti tropicali**, notti con temperatura minima superiore ai 20°C e, soprattutto, per le **Notti torride**, notti con temperatura

minima superiore ai 25°C, **che nel 2025 hanno raggiunto oltre 100 notti tropicali e 18 notti torride**, secondo i dati da rianalisi.

Gli inverni in città risultano sempre più miti, come evidenziato dagli indicatori legati al freddo. In particolare, come nel 2024, nel corso del 2025 non sono stati registrati Giorni di gelo, con un’anomalia fortemente negativa rispetto alla media del periodo 1991-2020.

È in aumento il numero di giorni con forte disagio termico dovuto alla combinazione di umidità e temperature elevate. In particolare, nei mesi estivi si riporta un’elevata frequenza di giornate con temperatura percepita superiore ai 45°C. **Giugno 2025 ha visto valori particolarmente alti per questi indicatori di disagio termico.**

Gli indicatori che stimano il **fabbisogno di riscaldamento potenziale nei giorni freddi** e di **raffreddamento potenziale nei giorni caldi** mostrano una netta tendenza alla diminuzione del primo e all’aumento del secondo.

La temperatura superficiale del mare è in aumento. Dal 2011 al 2025 ha sempre visto anomalie annuali positive di temperatura.

Risultati da dati satellitari

Questa terzo capitolo è dedicato ai risultati da monitoraggio da immagini satellitari. Un monitoraggio basato su questa tipologia di dati è utile per stimare le temperature superficiali e identificare le aree relativamente più calde della città. Tali aree, soggette al fenomeno noto come *Isola di calore urbana*, rappresentano contesti prioritari per l’adozione di misure di adattamento volte a mitigarne gli effetti negativi del calore urbano, migliorando il comfort termico e la resilienza locale.

Per facilitare la lettura dei dati e consentire una consultazione più agevole dei risultati ad alta risoluzione (30 metri per pixel), **l’analisi è stata organizzata secondo le zone urbanistiche di Roma**, ovvero suddivisioni statistiche dei Municipi della città. In questo modo, attraverso la piattaforma è possibile sia osservare le temperature superficiali medie per zona urbanistica, sia esplorare nel dettaglio, a livello di singolo pixel, i valori di temperatura all’interno delle stesse aree.

Le immagini utilizzate per il 2025 sono in tutto 17. In **Tabella 4** viene riportato l’elenco delle giornate di passaggio.

Anno	Stagione	Mese	Data
2025	Inverno	Gennaio	25/01/2025
		Febbraio	10/02/2025

	Primavera	Marzo	30/03/2025
		Aprile	15/04/2025
		Maggio	01/05/2025
			17/05/2025
		Giugno	02/06/2025
			18/06/2025
	Estate	Luglio	04/07/2025
			20/07/2025
		Agosto	05/08/2025
			21/08/2025
		Settembre	06/09/2025
	Autunno	Ottobre	08/10/2025
		Novembre	09/11/2025
		Dicembre	11/12/2025
	Inverno		27/12/2025

Tabella 4 – Passaggi del satellite Landsat 8 considerati nel report 2025.

La **Figura 44** riporta le temperature superficiali di un giorno specifico, **il 4 luglio 2025, uno dei più caldi di cui sia disponibile una immagine satellitare per l'anno in esame**. In questo caso, le temperature ricavate dall'immagine satellitare sono state aggregate in base alle zone urbanistiche di Roma, passando da una rappresentazione per pixel a una rappresentazione utile a identificare le aree della Città mediamente più calde. Questo passaggio è stato effettuato calcolando la media dei valori per tutti i pixel che ricadono sull'area urbanistica esaminata. Per alcune aree caratterizzate da una superficie molto ampia si è decisa la suddivisione in porzioni più piccole, per non perdere troppa informazione nel passaggio da pixel a superficie amministrativa. Nell'immagine si può notare come le aree più calde in quella giornata sono quelle nella zona nord e est di Roma, tra le più lontane dal mare. Di contro, le zone urbanistiche meno calde – in un contesto, comunque, di temperature alte – sono quelle dell'area di Castelporziano, vicino alla costa in una zona di pinete e ampie aree naturali.

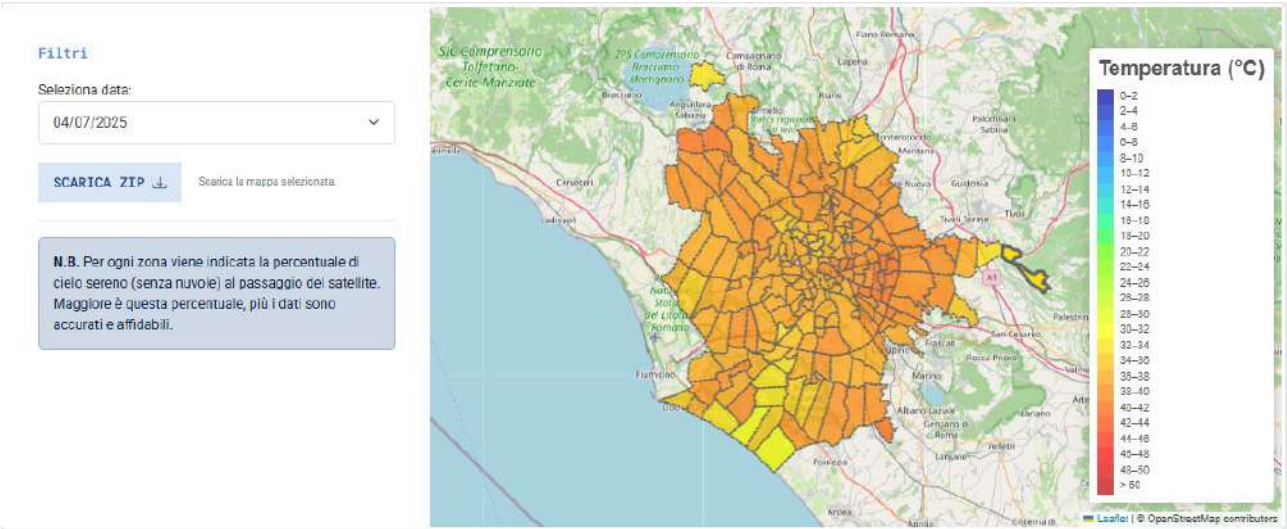


Figura 44 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 04/07/2025, su zona urbanistica.

La **Figura 45** mostra invece la temperatura superficiale riferita a una giornata invernale, il 25 gennaio 2025. In questo caso, le aree più calde sono quelle di Roma sud ed est.

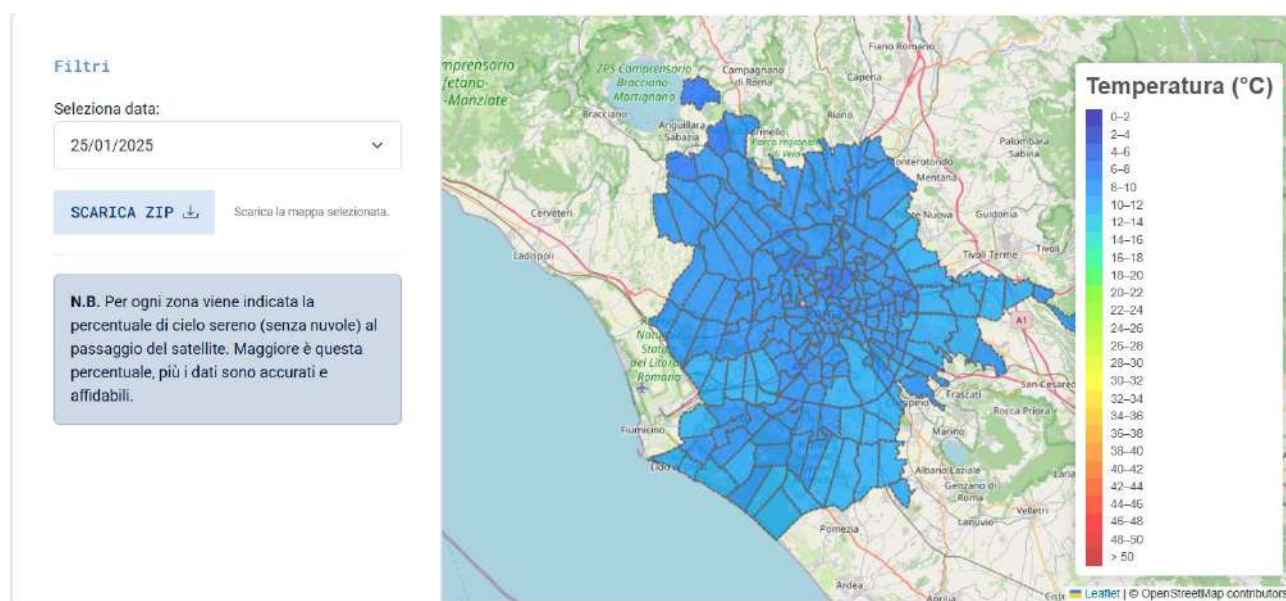


Figura 45 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 25/01/2025, su zona urbanistica.

L'affidabilità dell'immagine satellitare su tutta l'area esaminata dipende dalla percentuale di copertura nuvolosa. Nella visualizzazione interattiva in piattaforma, la percentuale di superficie non coperta dalle nuvole può essere visualizzata cliccando sulla zona urbanistica desiderata: più questa percentuale è alta, più i dati sono accurati e affidabili.

Cliccando su una determinata zona urbanistica è possibile visualizzare il dettaglio della temperatura superficiale nei "pixel" da 30 metri. Questa visualizzazione permette di osservare anche l'effetto di isola urbana di calore. In particolare, è possibile vedere come le temperature tendano a restare più alte nelle zone particolarmente urbanizzate, e più fresche nelle aree con maggiore presenza di aree verdi.

Ad esempio, esaminando la foto satellitare del 20 luglio 2025 (**Figura 46**) possiamo vedere ancora come le temperature più fresche si possano osservare nei pressi delle aree naturali.

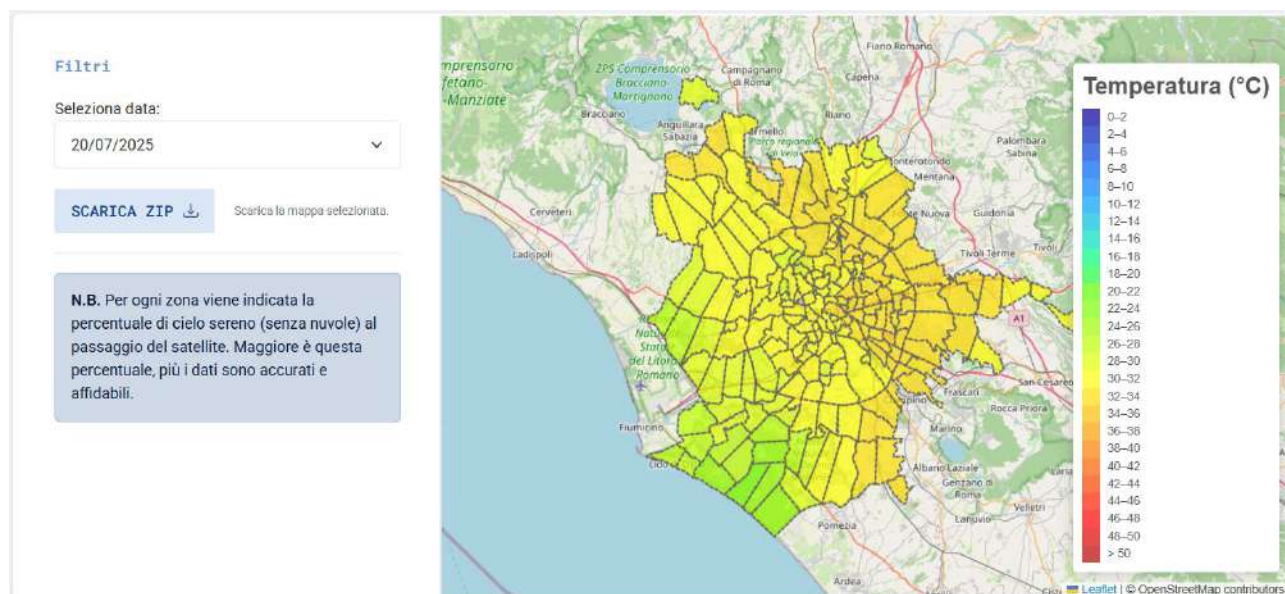


Figura 46 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica.

Il dettaglio della zona urbanistica di Villa Borghese in **Figura 47** mostra nel dettaglio la differenza in temperatura tra aree verdi, il parco, e aree costruite. Si nota una differenza di temperatura al suolo per alcune di queste aree di 5 °C.

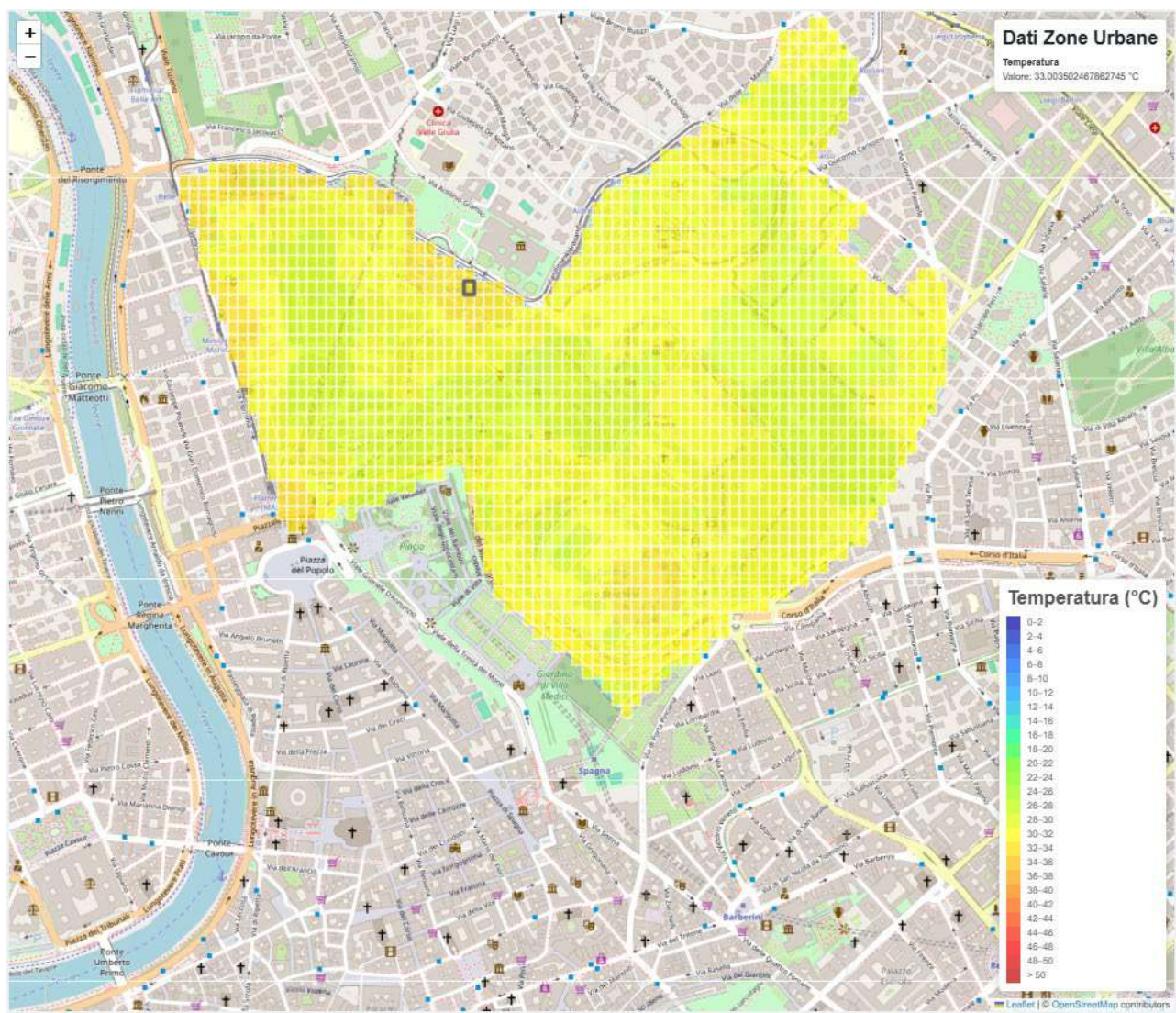


Figura 47 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica Villa Borghese.

Allo stesso modo, una condizione analoga può essere osservata in altre zone verdi della città. In **Figura 48** Un'area fresca particolarmente ampia è quella nei pressi del parco della Caffarella nella zona urbanistica Appia Antica Nord: questa zona urbanistica presenta temperature medie per la giornata selezionata intorno ai 31 °C. Tuttavia, all'interno dell'area ci sono variabilità notevoli, che arrivano a 35 °C per aree meno vegetate e scendono a circa 28 °C per quelle più verdi.

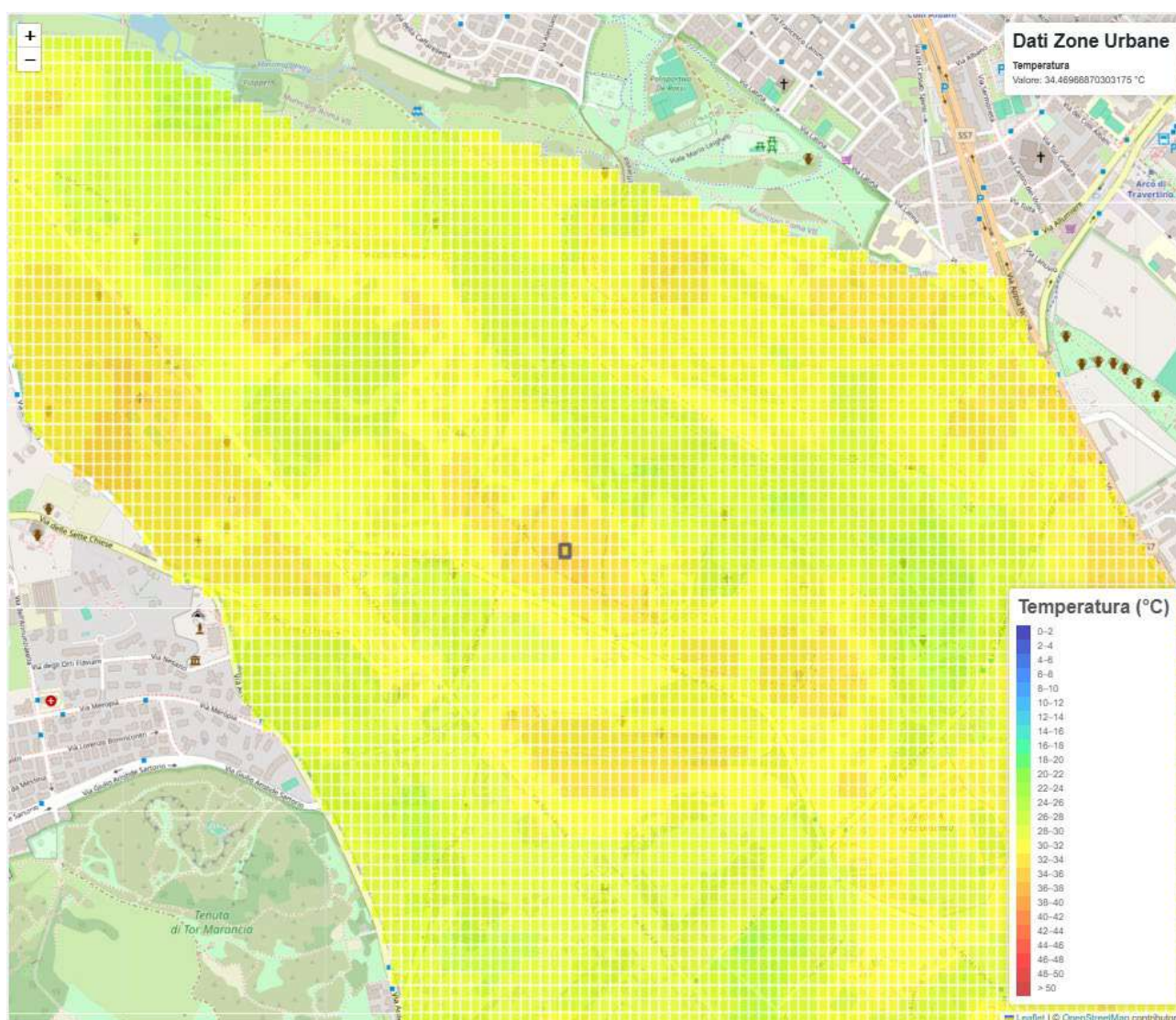


Figura 48 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica Appia Antica Nord.

Il fenomeno dell'isola urbana di calore è una caratteristica intrinseca del territorio: le aree urbanizzate e quindi con più superfici scure (come asfalto o cemento) presentano un'albedo basso e dunque assorbono maggiore radiazione solare. Allo stesso modo, la presenza di edifici può alterare la circolazione delle correnti d'aria, contribuendo all'innalzamento localizzato della temperatura. All'interno del perimetro del Grande Raccordo Anulare, zone più calde si possono identificare presso la zona Cecchignola. All'esterno, alte temperature si osservano in tutto l'arco ovest-nord-est del territorio comunale. Queste temperature sono sempre generalmente più elevate, anche in periodo invernale. Anche se il fenomeno dell'isola urbana di calore non è, come si è detto, un fenomeno esclusivamente climatico, **le azioni di adattamento basate sulla natura**, che consistono, ad esempio, in piantumazione e costruzione di aree verdi e di *de-paving*, ovvero di rimozione di asfalto e cemento a favore di superfici riflettenti e maggiormente assorbenti, **permettono di abbassare la temperatura locale, migliorando le condizioni microclimatiche dell'area interessata**

durante i periodi caldi e aumentando la capacità del terreno di assorbire acqua in caso di precipitazioni intense.

In ambito prettamente urbano, è possibile osservare la differenza di temperatura determinata dalla presenza o assenza di aree verdi prendendo come esempi le **zone urbanistiche di EUR ed Esquilino**. Per quanto concerne zona EUR (**Figura 49**), la temperatura superficiale riferita alla foto satellitare del 5 agosto 2025 rivela come le aree verdi di questo territorio siano generalmente più fresche rispetto alle zone urbanizzate. Si notino ad esempio il parco del Ninfeo, il LunEUR Park, il parco degli eucalipti e – soprattutto – il parco Centrale dell'EUR.

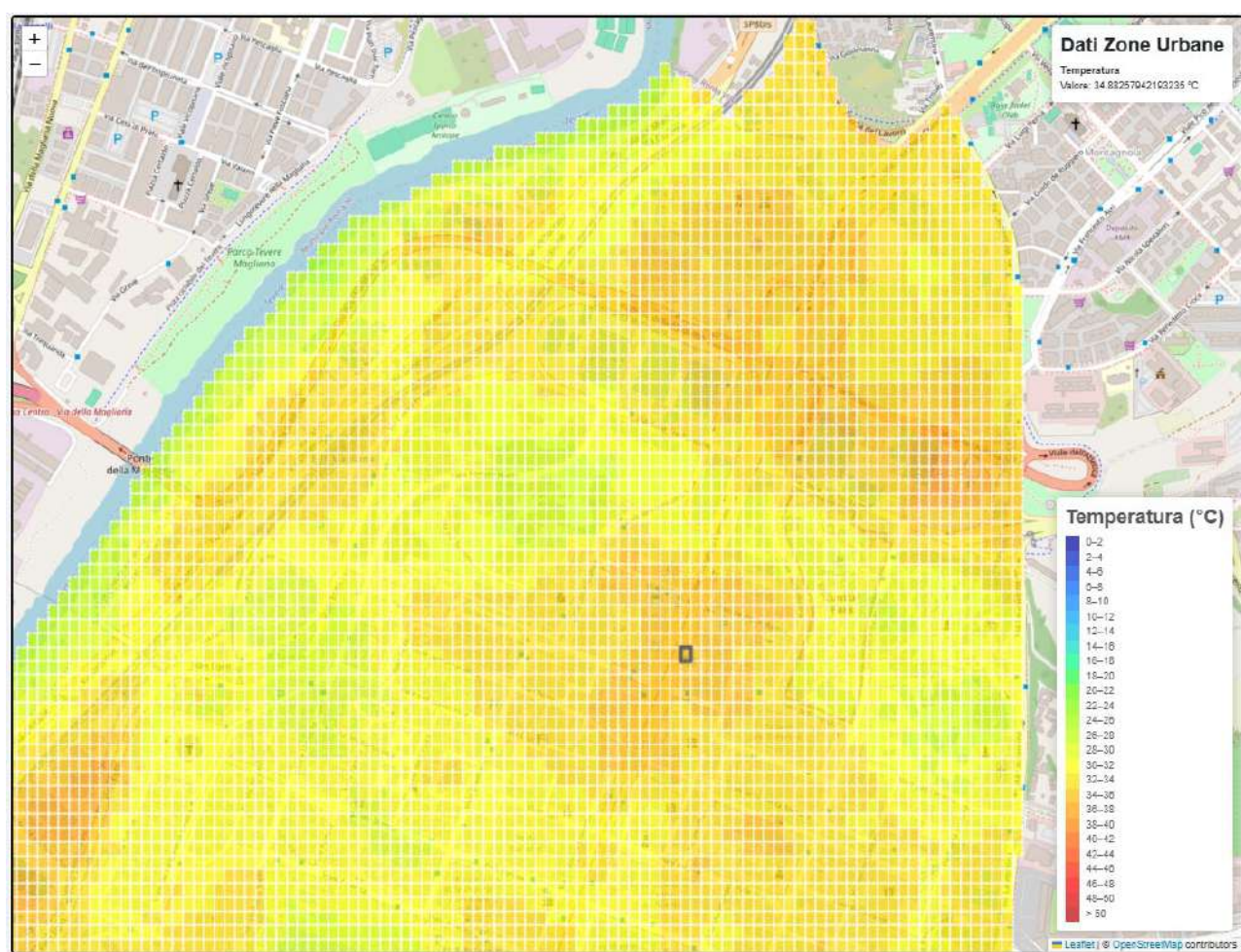


Figura 49 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 05/08/2025, su zona urbanistica EUR.

Andamento del tutto simile è osservabile nella zona Esquilino (**Figura 50**). In questo caso, si noti in particolare l'azione "raffrescante" del Parco del Colle Oppio e del Parco di Piazza Vittorio Emanuele, opposta invece alle aree più calde nei pressi della stazione. La differenza di temperatura al suolo tra queste aree verdi e le zone più edificate è di fino a -6 °C, secondo questi dati. Questa immagine sulla zona urbanistica permette anche di apprezzare un ulteriore riscaldamento tipico delle aree industriali o occupate da infrastrutture, come si può notare nei punti più caldi del sedime ferroviario nei pressi di stazione Termini e dei fabbricati produttivi di Via di Porta Maggiore e Via Luigi Luzzatti.

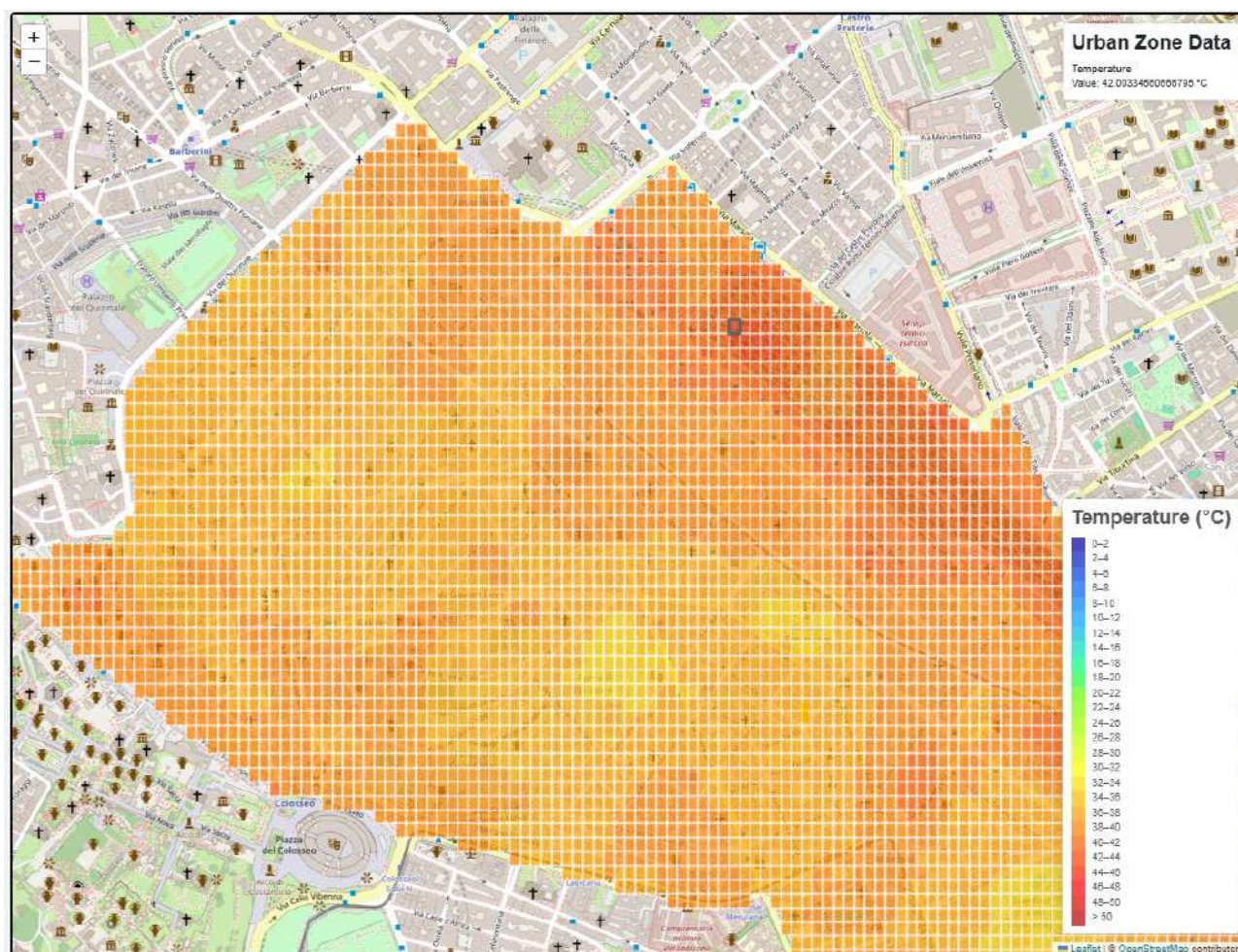


Figura 50 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 04/07/2025, su zona urbanistica Esquilino.

Contributi alla Piattaforma e aggiornamenti

Questa sezione è dedicata a spiegare come accedere e usufruire dei servizi offerti dal CMCC e dell'Ufficio Clima della città di Roma presenti sulla piattaforma **Dataclime**. Questa piattaforma è sviluppata e gestita dalla Divisione **Modelli regionali e Impatti geo-Iidrologici** dell'**Istituto per la resilienza climatica del CMCC**. È una piattaforma operativa con lo scopo di trasformare dati climatici in informazioni utili e “su misura” per utenti con competenze ed esigenze differenti. A giugno 2026 sono stati aggiunti nuovi Servizi alla piattaforma e sono stati portati a termine una serie di aggiornamenti grafici al fine di mettere in risalto tali novità.

Sintesi dei dati caricati sulla piattaforma *Dataclime*

I dati caricati sulla piattaforma seguono la struttura descritta nel presente report, articolandosi in tre sezioni in base alla tipologia di fonte utilizzata per l'analisi e l'elaborazione degli indicatori climatici. In aggiunta alle sezioni **Stazioni meteorologiche**, **Dato climatico ad alta risoluzione** e **Immagini satellitari**, sulla

piattaforma è presente anche una sezione dedicata alle *Proiezioni climatiche*. Queste analisi, sviluppate dal CMCC per la Strategia vengono in questa sede riproposte per complementare le analisi da altre fonti.

Stazioni

meteorologiche

La prima sezione è dedicata alle 31 stazioni di monitoraggio presenti sul territorio, suddivise in 6 termometri e 25 pluviometri. A partire da queste fonti sono stati calcolati gli indicatori climatici suddivisi in base alla tipologia di stazione. I risultati del calcolo degli indicatori sono presentati in due modalità: come valori assoluti degli indicatori e come anomalie rispetto al periodo climatico di riferimento 1991-2020.

La visualizzazione è possibile sia attraverso la sezione *Serie temporali*, che riporta i dati in formato di serie su scala mensile e annuale, sia attraverso la sezione *Mappe*, che mostra la posizione spaziale delle stazioni con il relativo valore.

Per entrambe le sezioni è presente un menu a tendine con la possibilità di selezionare la tipologia di stazione, l'anno (dal 1991 al 2025) e l'indicatore.

Dato climatico ad alta risoluzione

La seconda sezione riguarda i dati provenienti dal modello ad altissima risoluzione VHR-REA_IT sviluppato dal CMCC.

Oltre agli indicatori climatici considerati per le stazioni meteorologiche, sono presenti altri indicatori, non calcolabili solamente con variabili di temperatura e precipitazione. Questi indicatori sono gli stessi riportati in Strategia.

In questo caso, l'analisi e la visualizzazione sono su base stagionale:

- **Inverno** (dicembre–gennaio–febbraio),
- **Primavera** (marzo–aprile–maggio),
- **Estate** (giugno–luglio–agosto),
- **Autunno** (settembre–ottobre–novembre).

Immagini satellitari

In questa sezione sono presenti i risultati dall'analisi da dati satellitari. La variabile calcolata è la **temperatura superficiale (LST)**, fondamentale per caratterizzare differenze in temperatura tra aree della città e il fenomeno dell'isola urbana di calore. Il satellite utilizzato è il **Landsat 8 e 9 con risoluzione spaziale di 30 metri**, il quale ha una **frequenza di circa 16 giorni**. Sono presenti quindi 17 elaborazioni da dati satellitari corrispondenti alle date in cui il satellite ha sorvolato il territorio di Roma. L'arco temporale va dal gennaio 2025 al dicembre 2025. È possibile selezionare la data nel menu a tendina.

I risultati sono visualizzabili aggregati per **zone urbanistiche**, a ciascuna delle quali è associato un valore medio di temperatura superficiale. Le zone urbanistiche più estese sono ulteriormente suddivise in sottozone di dimensioni minori, per facilitare la lettura e la consultazione dei dati.

Una limitazione dei dati da immagini satellitari riguarda la presenza di **nuvolosità al momento del passaggio del satellite**, che può causare distorsioni rilevanti nei dati. In alcuni casi, ciò comporta l'assenza di dati per determinati giorni o per specifiche zone urbanistiche, dove non sarà disponibile il valore di temperatura superficiale. Questo accade perché le nuvole oscurano la superficie terrestre, impedendo la misurazione corretta. Per rendere esplicita questa eventualità, nella piattaforma è presente una nota esplicativa sotto il menu a tendina.

Proiezioni climatiche

I modelli climatici regionali utilizzati per l'elaborazione di queste proiezioni climatiche fanno parte del programma EURO-CORDEX. Si tratta di un'iniziativa internazionale che ha l'obiettivo di produrre proiezioni climatiche accurate per tutte le aree terrestri del pianeta. Questo modello ha una risoluzione a 12 km circa. I valori e le anomalie sono calcolati utilizzando i dati da periodo di riferimento 1981-2010 e i risultati si riferiscono al trentennio futuro 2036-2065.

Per calcolare le future condizioni climatiche sul territorio sono stati adottati degli scenari emissivi, elaborati dall'IPCC, che riproducono possibili “strade” che il mondo prenderà in base allo sforzo che sarà messo in atto per contrastare i cambiamenti climatici. Tali **Percorsi Rappresentativi di Concentrazione** (*Representative Concentration Pathways*, RCP) sono scenari climatici espressi in termini di concentrazioni di gas serra. Il numero associato a ciascun RCP si riferisce al Forzante Radiativo (Radiative Forcing – RF) espresso in unità di Watt per metro quadrato (W/m²) e indica l'entità dei cambiamenti climatici antropogenici entro il 2100 rispetto al periodo preindustriale: ad esempio, ciascun RCP mostra una diversa quantità di calore addizionale immagazzinato nel sistema Terra quale risultato delle emissioni di gas serra. Gli scenari IPCC utilizzati nella presente analisi sono i seguenti:

- **RCP2.6** - “Mitigazione aggressiva”;
- **RCP4.5** - “Forte mitigazione”;
- **RCP8.5** - “Nessuna mitigazione”.

Oltre alle proiezioni EURO-CORDEX già alla base della Strategia, la piattaforma integra ora due dataset ad altissima risoluzione sviluppati dal CMCC, disponibili per scopi di ricerca e analisi avanzata:

VHR-PRO_IT

Proiezioni climatiche con risoluzione spaziale di circa 2 km. Permette di integrare i processi convettivi nelle analisi e offre una caratterizzazione geografica molto più dettagliata dei fenomeni, in particolare per gli estremi di precipitazione e gli indicatori termici a scala locale. Tale dataset è principalmente destinato a scopi di ricerca nel campo degli studi climatici e può essere utilizzato per chiarire il valore aggiunto dell'esecuzione di simulazioni climatiche alla scala che consente di integrare i processi convettivi nelle analisi.

CMIP6 con downscaling statistico

Proiezioni basate sulla generazione più recente di modelli globali, con downscaling statistico con risoluzione spaziale di circa 5 km sull'Italia. Offrono una sensibilità climatica aggiornata e coprono scenari SSP1-2.6 e SSP3-7.0, in linea con le narrative del Sesto Rapporto IPCC (AR6). Gli scenari inclusi nel dataset basato sui modelli CMIP6 possono essere messi in corrispondenza con i relativi scenari utilizzati in EURO-CORDEX. Ad esempio, **SSP1-2.6 è l'omologo di RCP2.6**, mentre **SSP3-7.0 non è l'omologo di RCP8.5**, ruolo ricoperto da SSP5-8.5, ma condivide con esso livelli elevati di emissioni e politiche di mitigazione limitate. Rispetto a EURO-CORDEX, i modelli CMIP6 appartengono a una generazione più recente, con rappresentazioni fisiche più complete e una sensibilità climatica generalmente più elevata.

Nota metodologica

I dataset ad alta risoluzione consentono valutazioni a scala locale e l'analisi di fenomeni locali. Il loro utilizzo è raccomandato in combinazione con gli ensemble multi-modello EURO-CORDEX, che garantiscono una stima più robusta dell'incertezza inter-modello.

Le proiezioni basate sui modelli CMIP6 (derivanti in prima battuta dalle narrative incluse nel AR6 IPCC del 2023) usate in questo studio, rappresentano un ensemble di modelli ad alta risoluzione sviluppato specificamente per il territorio italiano. Il dataset nasce dall'esigenza di fornire informazioni climatiche dettagliate per supportare valutazioni d'impatto e pianificazione di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Sono state sviluppate applicando tecniche di downscaling statistico a nove modelli climatici globali (GCM) CMIP6, utilizzando come riferimento la rianalisi regionale europea CERRA³. La metodologia Empirical Quantile Mapping (EQM) impiegata garantisce che le proiezioni mantengano distribuzioni statistiche realistiche e forniscano una caratterizzazione accurata del clima locale. I dati coprono il periodo 1985-2100 con valori giornalieri a risoluzione spaziale di 0.05° ($\approx$ 5 km) e includono le principali variabili climatiche, quali temperatura, umidità, velocità del vento e precipitazioni.

³ Ridal et al., 5 <https://climadat.isprambiente.it/pnacc/metodologie-regionali-locali/> Quadro Climatico 13 2024

Indicazioni sull'uso e accesso ai dati

Il servizio climatico sviluppato per questo monitoraggio climatico del Comune di Roma è accessibile al seguente *link*:

[Roma Climate Hub - Monitoraggio del clima per Roma Capitale](#)

All'apertura del *link* sarà necessaria la registrazione gratuita al servizio. Una volta effettuata, si potrà selezionare la Card relativa al monitoraggio per il Comune di Roma. Questa pagina rimanderà a una descrizione generale del monitoraggio, degli strumenti e dei dati utilizzati, come mostrato in **Figura 51**.

In **Figura 52** sono presenti le varie sezioni con cui è strutturato il monitoraggio, divise in base al passato – **Clima di riferimento (1991-presente)** - e futuro **Proiezioni climatiche al 2050**. In ciascuna sezione si possono trovare gli specifici servizi climatici in base alla fonte dati: **Dato climatico ad alta risoluzione, Stazioni meteorologiche, Immagini satellitari** e **Catalogo degli eventi estremi per il passato e presente; Dataset EURO-CORDEX, Dataset CMIP6 e Dataset VHR-PRO_IT per le Proiezioni climatiche al 2050**.

Per eventuali domande o richieste di informazioni sul servizio di monitoraggio è possibile scrivere alla mail pianoclima@comune.roma.it specificando nell'oggetto della mail "Richiesta servizio di monitoraggio".

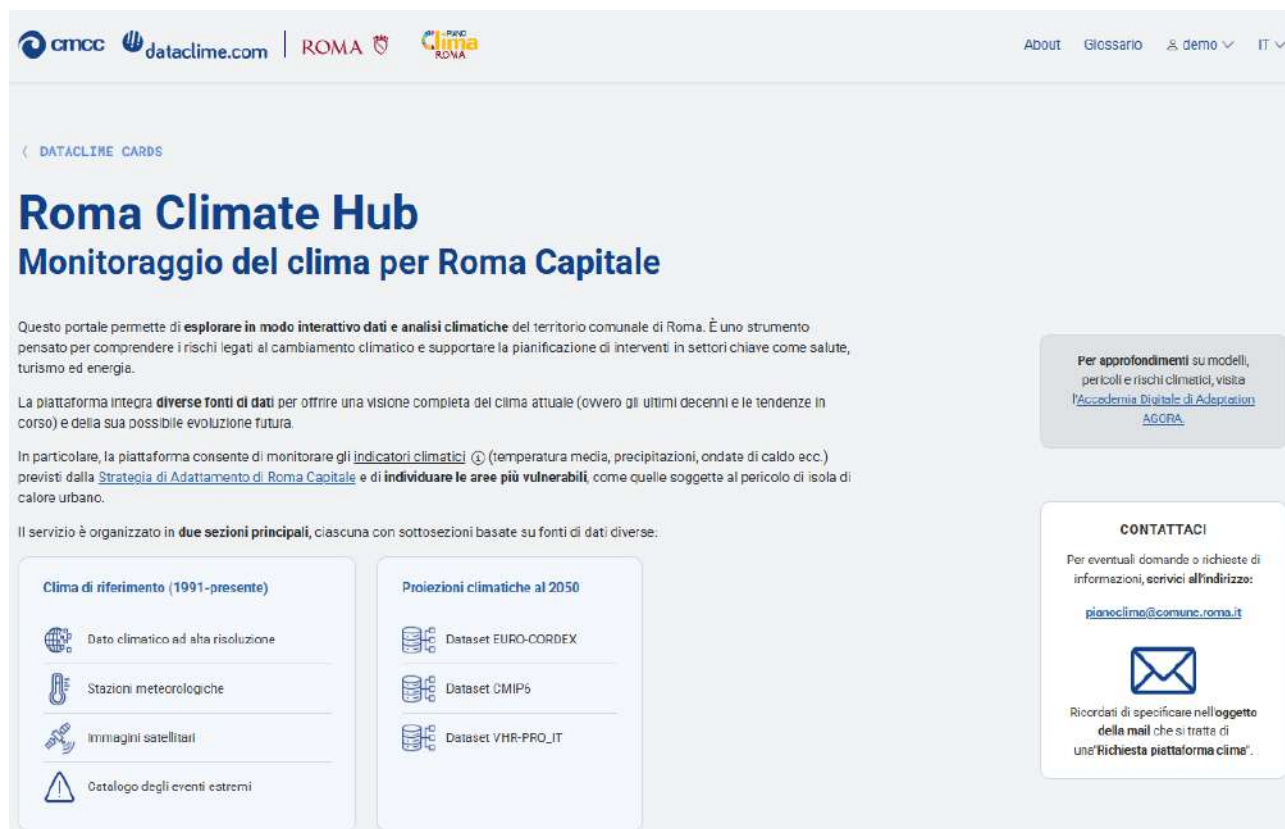


Figura 51 – Pagina di accesso al servizio di monitoraggio di indicatori climatici per Roma Capitale.



Figura 52 – Sezioni Clima di riferimento e Proiezioni climatiche con relativi sottoservizi.

La sezione ***Dato climatico ad alta risoluzione*** presenta i risultati del monitoraggio con il dataset VHR-REA_IT e FAIR del CMCC.

Per questa fonte, i dati sono forniti sia come valori assoluti sia come anomalie rispetto alla media climatologica 1991–2020.

Nel menu a tendina è possibile selezionare l'anno di interesse, l'indicatore, la stagione e la tipologia di visualizzazione (valore o anomalia), come mostrato in **Figura 53**.

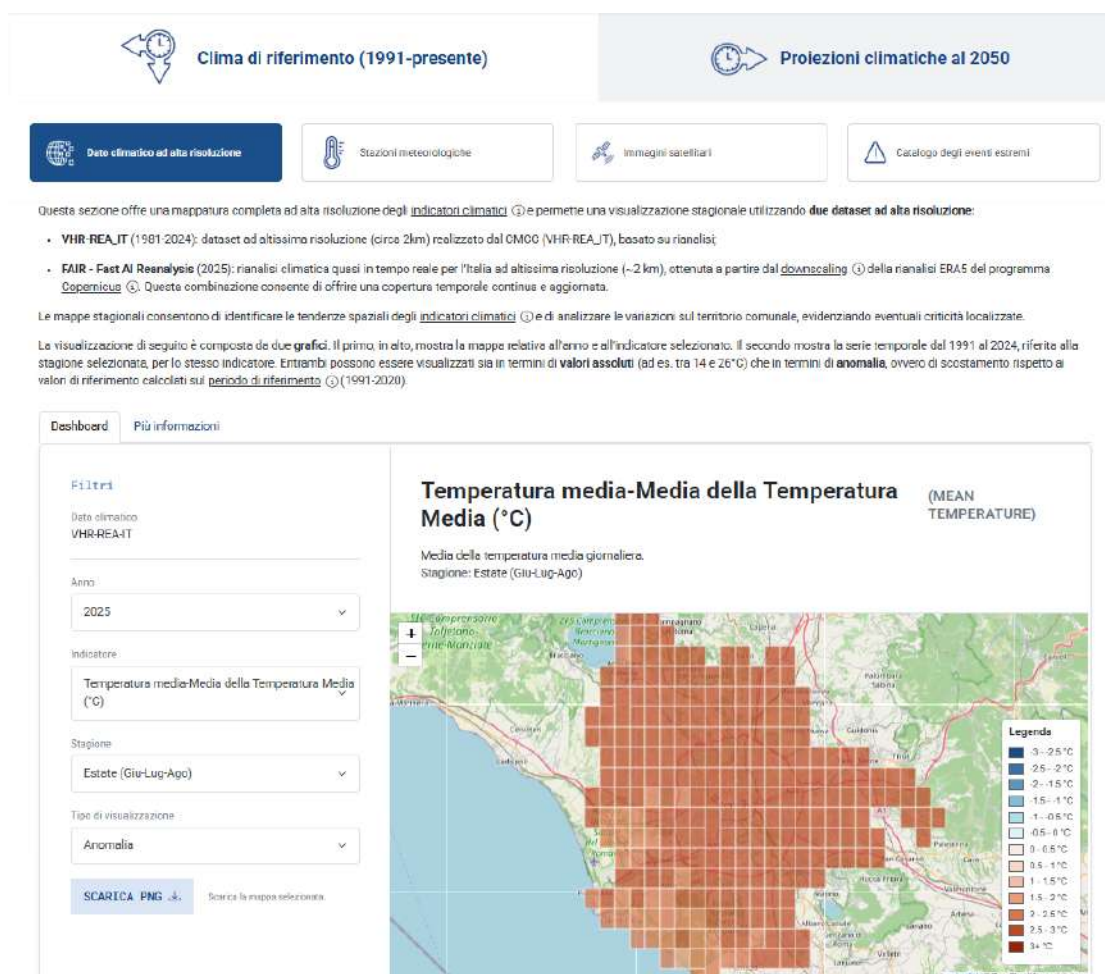


Figura 53 – Servizio dedicato al monitoraggio da dati ad alta risoluzione del CMCC.

Selezionando la sezione dedicata alle **Stazioni meteorologiche**, si apre una mappa che mostra le stazioni utilizzate nel monitoraggio, rappresentate da simboli: un termometro per le temperature e una goccia d'acqua per le precipitazioni.

Questa pagina, denominata **Serie temporali**, consente di consultare i dati in forma temporale, sia stagionale che annuale. Selezionando una stazione, come illustrato in **Figura 54**, e cliccando su **Dashboard**, si apre una pagina dedicata che mostra le serie temporali, stagionali e annuali relative a quella specifica stazione, come riportato in **Figura 55**.

All'interno della **dashboard** è presente un menu a tendine con la possibilità di selezionare la tipologia di stazione, l'anno (dal 1991 al 2025) e l'indicatore. Rispetto al 2024, sono state aggiunte nuove stazioni meteorologiche della rete AUBAC non utilizzate nell'analisi del presente documento in quanto hanno climatologia ridotta (2000 –2025) ma consultabili in piattaforma.

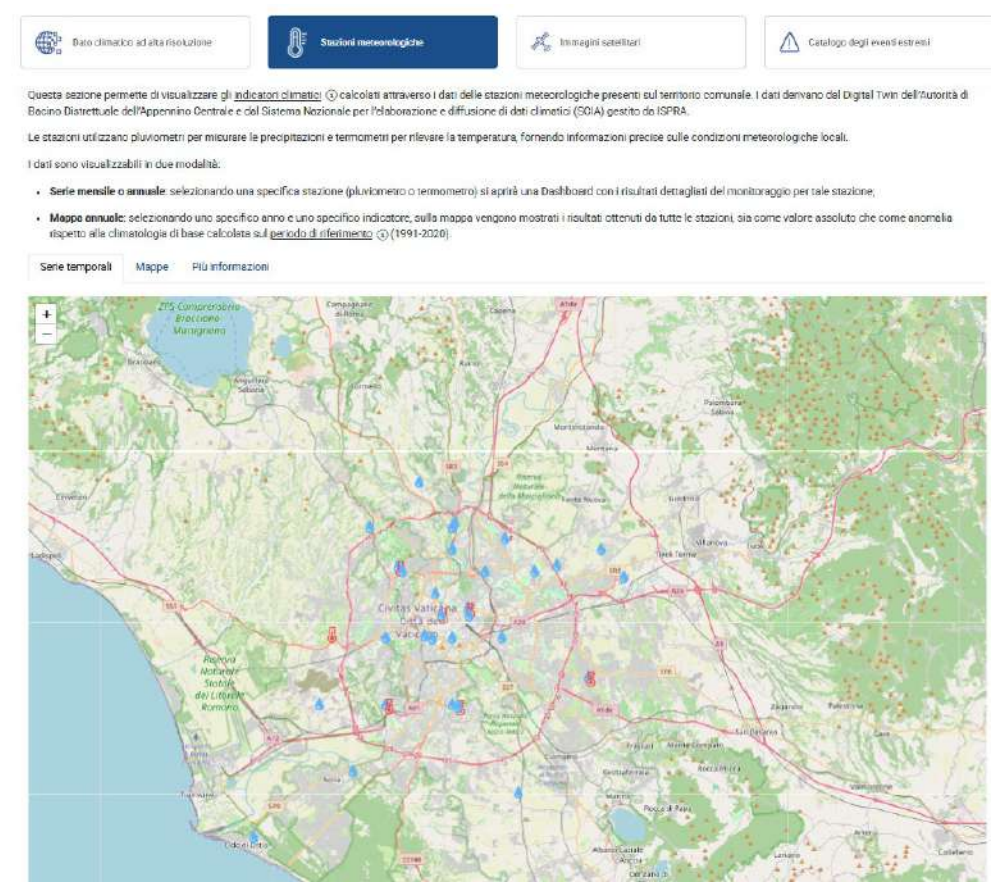


Figura 54 – Sezione dedicata alle serie temporali da stazioni meteorologiche.

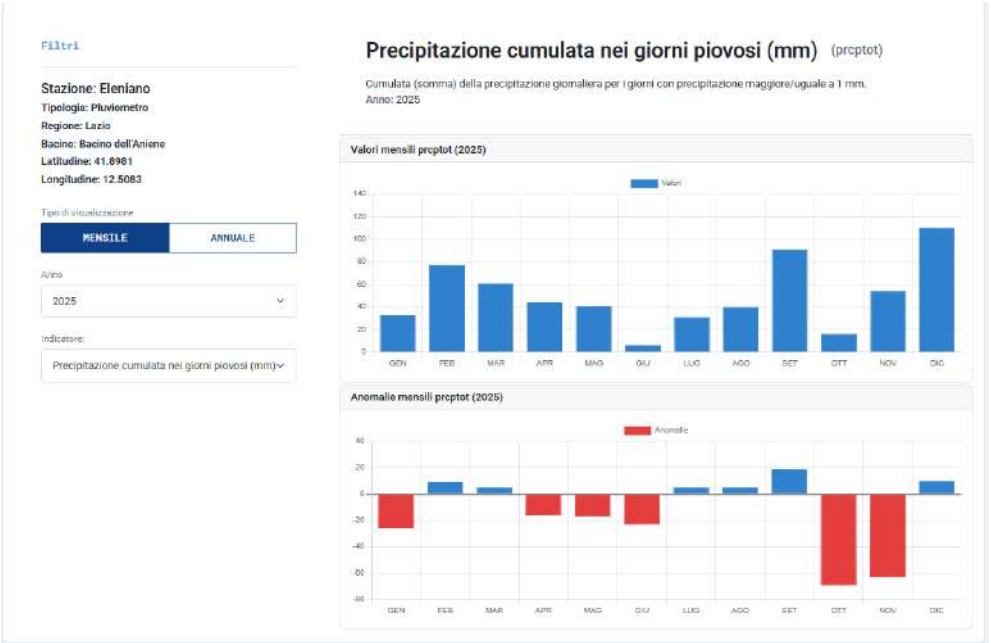


Figura 55 – Dashboard della stazione Eleniano.

Selezionando la sezione **Mappe**, è possibile consultare i risultati del monitoraggio delle stazioni meteorologiche e i relativi indicatori, visualizzati spazialmente su sull'intero territorio del comune di Roma, come mostrato in **Figura 56**.

Anche per questa sezione è presente un menu a tendine con la possibilità di selezionare la tipologia di stazione, l'anno (dal 1991 al 2025) e l'indicatore.

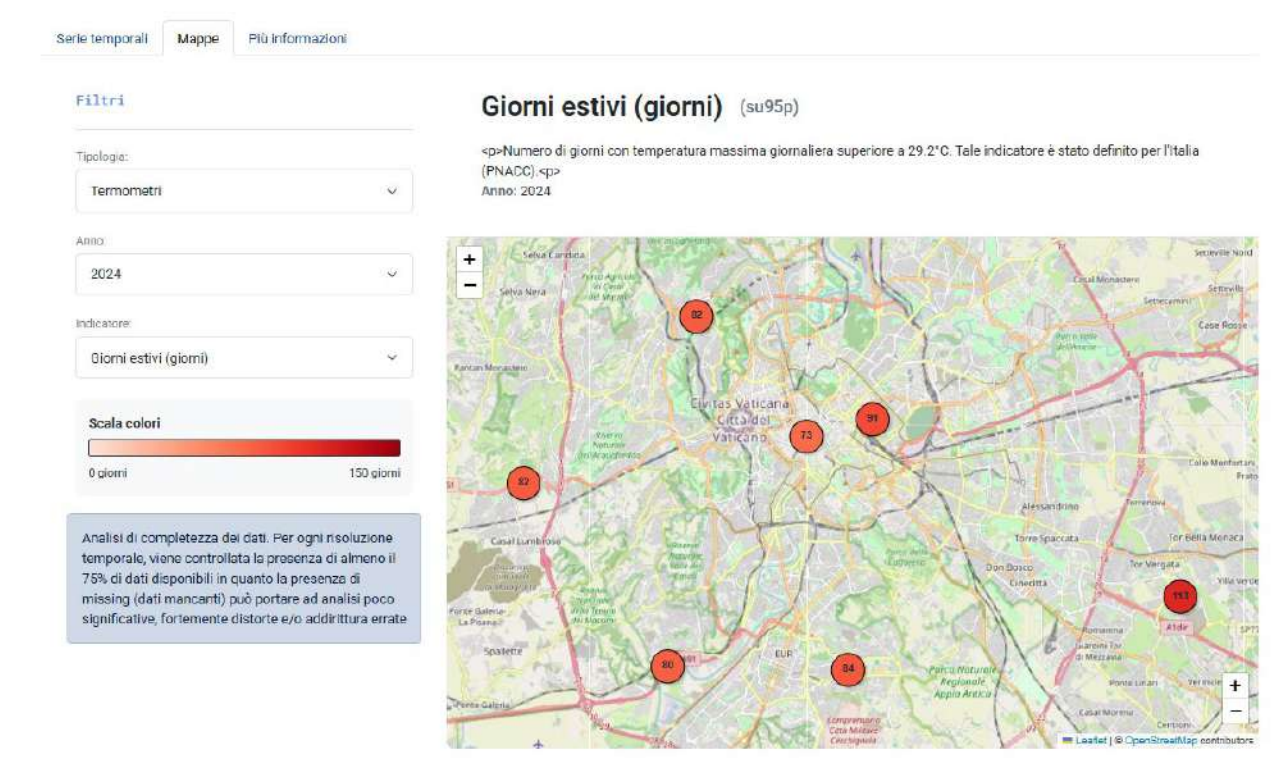


Figura 56 – Sezione *Mappe* dedicata alla consultazione dei risultati da dati da stazioni meteorologiche.

La pagina dedicata alle **Immagini satellitari**, offre la possibilità di consultare le rielaborazioni da dati satellitari per il periodo 2020-2025. Una nota a margine specifica le motivazioni dell'eventuale assenza o incompletezza di alcuni dati nella visualizzazione: "Per ogni zona viene indicata la percentuale di cielo sereno (senza nuvole) al passaggio del satellite. Maggiore è questa percentuale, più i dati sono accurati e affidabili."

Il prodotto è suddiviso in "Terra" e "Terra e mare". La prima opzione visualizza solo i dati sul comune di Roma mentre la seconda include anche i 10 km di costa adiacenti ai confini comunali.

Selezionando una zona, e cliccando su **DETTAGLI ZONA** è possibile accedere a una pagina dedicata che mostra nel dettaglio i risultati della temperatura superficiale, con una risoluzione spaziale di 30 metri. **Figura 57** e **Figura 58** mostrano due esempi per la visualizzazione con e senza zona costiera rispettivamente. **Figura 59** riporta la visualizzazione sulla singola area urbanistica.

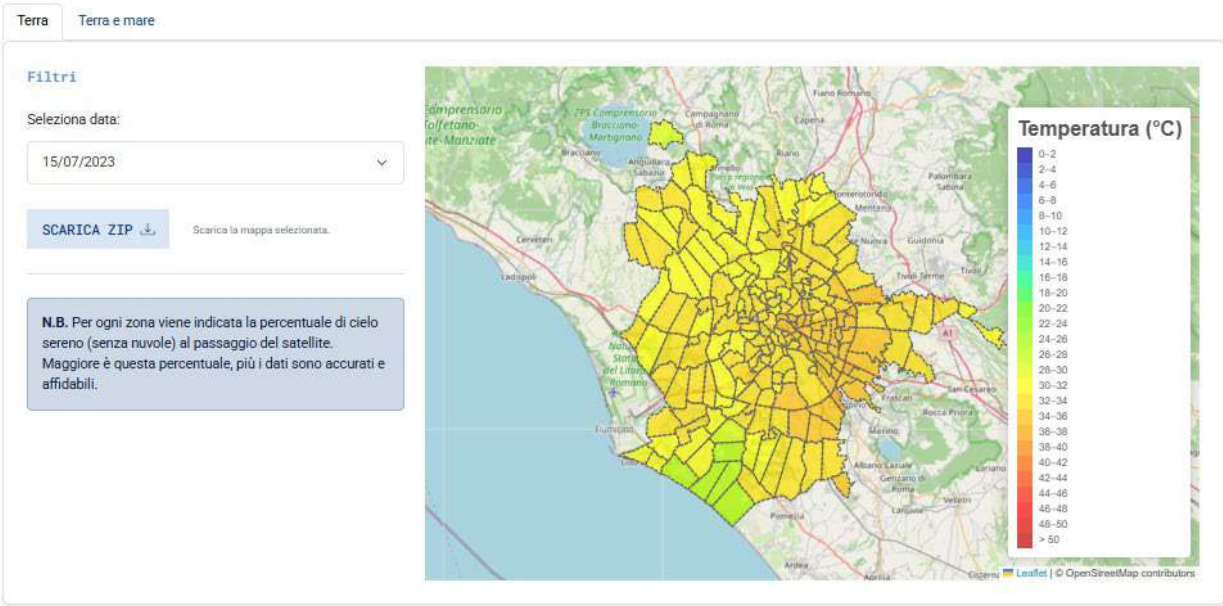


Figura 57 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari.

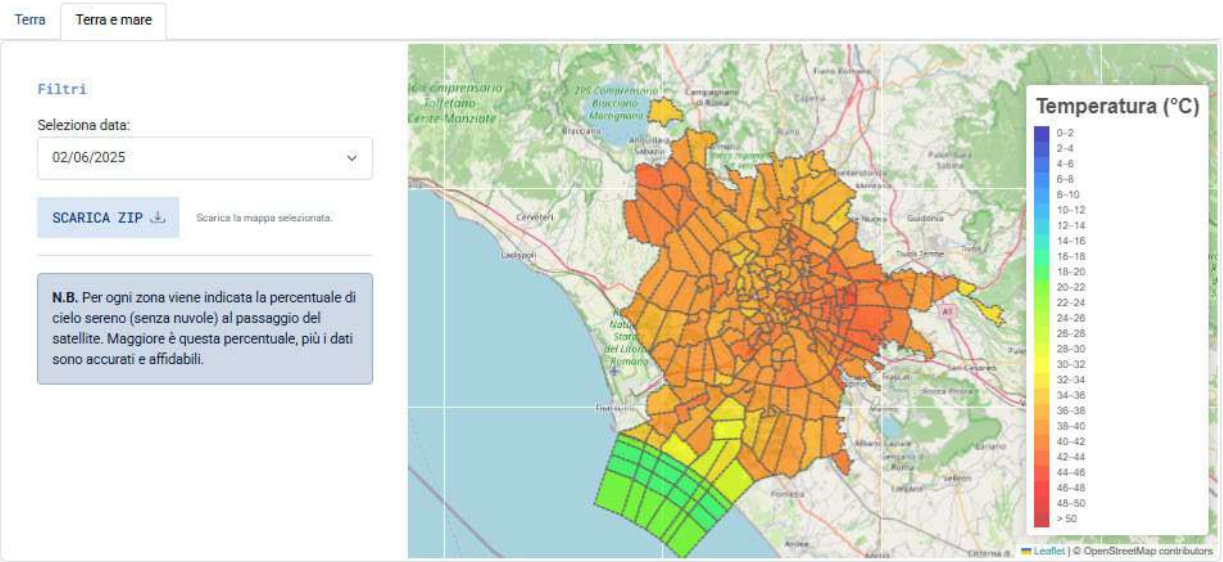


Figura 58 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari con mare.

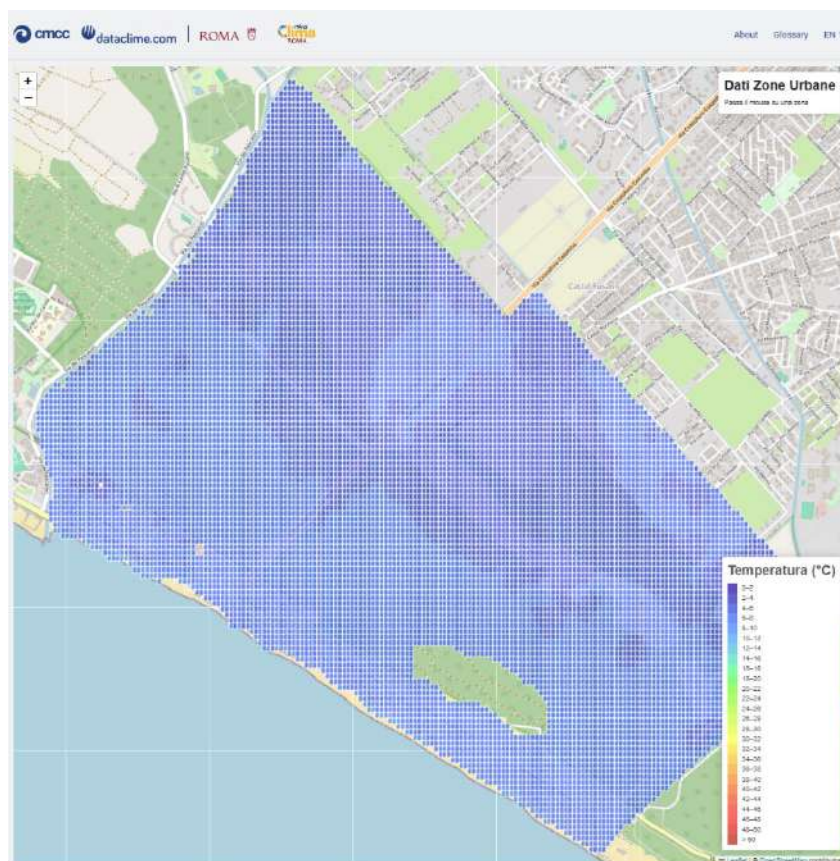
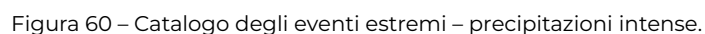


Figura 59 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari, dettaglio zona Castel Fusano.

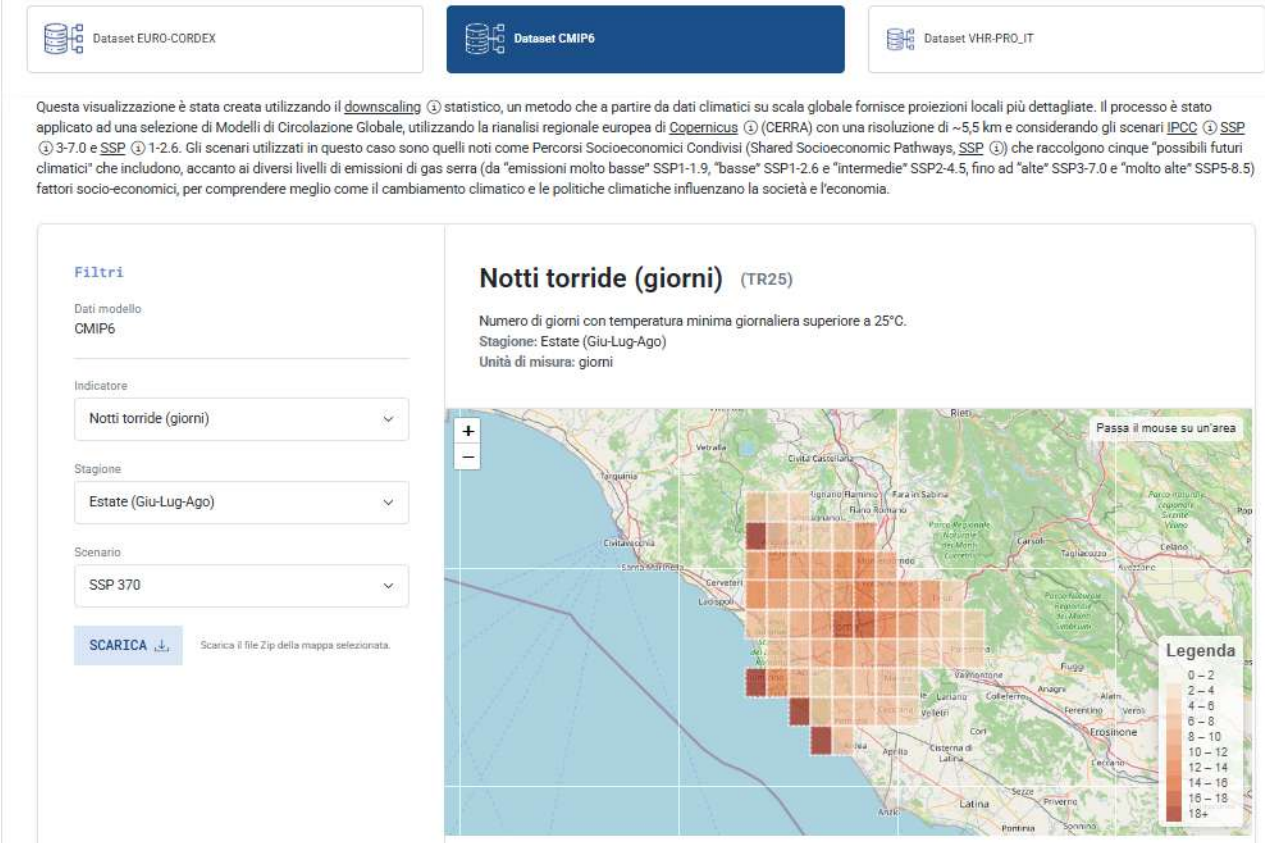
Una nuova sezione dedicata agli eventi estremi di precipitazione, temperatura e vento - il **Catalogo degli eventi estremi** - permette di visualizzare se in un determinato giorno si sono verificati eventi **Rari, Estremi o Eccezionali** per il 2024, 2025 e la prima metà del 2026. Per Raro si intendono eventi che rientrano nel 90° percentile di rarità, Estremo nel 95° mentre Eccezionale nel 99° percentile. **Figura 60** mostra un esempio di precipitazioni intense per il 18 settembre 2024.



Questa sezione presenta una classificazione interattiva degli eventi climatici estremi registrati sul territorio di Roma, come episodi di caldo anomalo, freddo anomalo, precipitazioni estreme o tempeste di vento. Il servizio opera sia in modalità retrospettiva sia in modalità quasi operativa utilizzando prodotti climatici allo stato dell'arte, nello specifico, i dati di input provengono dal dataset VHR-REA_IT (Raffa et al., 2021) e dal dataset FAIR (Manco et al., 2025).



71



Conclusioni

Il monitoraggio climatico per Roma del 2025, i cui dati sono sintetizzati in questo report e visualizzabili interattivamente nella piattaforma online, rappresenta il secondo prodotto di questa serie nell'ambito della collaborazione tra il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici e il Comune di Roma. Questo rapporto presenta i risultati dell'analisi dei dati provenienti da stazioni meteorologiche, modelli climatici e immagini satellitari con una particolare attenzione all'anno 2025, adottando un approccio basato sul calcolo di un insieme di indicatori climatici rappresentativi dei principali pericoli climatici del contesto analizzato – calore e precipitazioni.

Nel complesso, **il 2025 è stato un anno molto caldo e con precipitazioni sotto la norma per il territorio romano.**

Rispetto al 2024, anno eccezionalmente caldo e primo della serie di monitoraggio, **il 2025 conferma la tendenza al riscaldamento collocandosi come terzo anno più caldo dal 1991**, con un'estate altrettanto intensa ma caratterizzata in particolare dall'anomalia di giugno, e precipitazioni complessivamente sotto la media

Dai dati da stazioni meteorologiche, le **temperature medie mensili sono risultate superiori ai valori medi del trentennio di riferimento 1991-2020** per la quasi totalità dell'anno, ad eccezione di novembre, che ha visto temperature nella media. Giugno 2025 è stato un mese fortemente anomalo, uno dei più caldi mai registrati. Complessivamente, il 2025 è stato uno degli anni con valori più alti secondo diversi indicatori, tra cui la Temperatura media giornaliera, le Notti torride, i Giorni estivi e l'Indice di durata dei periodi caldi.

L'analisi dei dati delle stazioni evidenzia come **l'aumento dei Gradi giorno di raffrescamento potenziale**, accompagnato da una **marcata diminuzione dei Gradi giorno di riscaldamento potenziale**, indichi chiaramente una crescente esigenza di raffrescamento estivo e di una ridotta esigenza di riscaldamento invernale. Questo quadro è ulteriormente confermato anche dai valori estremamente bassi per gli indicatori quali Giorni di freddo e di Ondate di gelo.

I valori per gli indicatori di pericolo da caldo estremo sono nettamente al di sopra della media, come confermato anche dai risultati da modello. Questi dati rivelano anche un riscaldamento che avviene più rapidamente nella stagione invernale. In sostanza, si osserva una netta riduzione dei giorni freddi e un progressivo riscaldamento delle temperature su tutto il territorio della città, che si traducono in un **inverno più mite e in un'estate torrida**. Per quanto riguarda gli indicatori che combinano umidità e temperatura massima per stimare il disagio termico percepito, nel 2025 sono stati evidenziati

valori relativamente alti per il disagio termico elevato, con soglia a 40°C percepiti, ed estremo, con soglia a 45°C, rispetto alla media 1991-2020.

Il 2025 si colloca in una sequenza di anni recenti, 2022, 2023 e 2024, caratterizzati da un marcato riscaldamento rispetto alla media 1991-2020 anche per i dati da modello. Tutti e quattro gli anni si contraddistinguono per valori elevati sia della temperatura media sia di numerosi indicatori legati al caldo, come le Notti tropicali, le Notti torride, le Ondate di caldo e il Numero di ondate di calore estive.

Per quanto concerne la precipitazione, **il 2025 è stato relativamente meno piovoso della media** del periodo di osservazione 1991-2020. Alcuni mesi hanno mostrato anomalie significative, come mostrato dai risultati da analisi da stazioni meteorologiche. In particolare, **ottobre** e **novembre** hanno visto anomalie negative marcate rispetto alla media climatologica.

In estrema sintesi, **il 2025 ha visto temperature sempre più calde durante tutto l'anno con in particolare un giugno torrido**. La pioggia è stata sotto la media, con periodi lunghi di assenza di precipitazione e con fenomeni di precipitazione intensa.

Con questa seconda edizione la serie di monitoraggio climatico di Roma inizia a delineare tendenze pluriennali sempre più robuste, che il prossimo report relativo al 2026 contribuirà a consolidare ulteriormente.

Indice delle figure

Figura 1 - Incrementi di temperatura in Europa e nell'Artico rispetto alla media globale. Dati ERA5 (1955-2025), periodo di riferimento 1991-2020. Tassi di aumento di temperatura calcolati sul periodo 1996-2025. Crediti: C3S/ECMWF, European State of the Climate 2025.

Figura 2 – Anomalia media della temperatura dell'aria in Europa. Dati ERA5 (1950-2025), periodo di riferimento 1991-2020. Crediti: C3S / ECMWF, European State of the Climate 2025.

Figura 3 – Schema metodologico della attività svolte nell'ambito della costruzione del report di monitoraggio e della piattaforma interattiva.

Figura 4 – Mappa delle stazioni meteorologiche romane.

Figura 5 – Temperatura media e anomalia annuale rispetto al 1991-2020 per termometro.

Figura 6 – Classifica a radar degli indicatori di caldo: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Figura 7 – Classifica degli indicatori di precipitazione: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Figura 8 – Temperatura media mensile 2025 nella stazione Roma Macao.

Figura 9 – Valori mensili dell'indicatore Notti Tropicali per il 2025 nella stazione Roma Monte Mario.

Figura 10 – Valori mensili dell'indicatore Ondate di Caldo per il 2025 nella stazione Roma Macao.

Figura 11 – Valori mensili dell'indicatore Precipitazione cumulata totale per il 2025 nella stazione Eleniano.

Figura 12 – Valori mensili dell'indicatore Giorni con precipitazione intensa per il 2025 nella stazione Falcognana.

Figura 13 – Valori medio annuale della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 14 – Anomalia media annuale della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 15 – Valori medi mensili della Temperatura Media da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 16 – Valore medio annuale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 17 – Anomalia media annuale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 18 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Notti Tropicali, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 19 – Valore medio annuale dell'indicatore Notti Torride, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 20 – Anomalia media annuale dell'indicatore Notti Torride, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 21 – Valore medio annuale dell'indicatore Ondate di caldo, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 22 – Anomalia media annuale dell'indicatore Ondate di Caldo, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 23 – Valore medio stagionale per l'estate dell'indicatore Numero ondate di calore, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 24 – Anomalia media stagionale per l'estate dell'indicatore Numero ondate di calore, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 25 – Valore medio annuale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 26 – Anomalia media annuale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 27 – Anomalia media stagionale dell'Indice di durata dei periodi caldi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 28 – Valore medio annuale dell'indicatore Giorni di gelo, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 29 – Anomalia media annuale dell'indicatore Giorni di gelo, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 30 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Giorni di gelo, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 31 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Precipitazione annuale totale, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 32 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Giorni con precipitazione intensa, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 33 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Precipitazione massima in un giorno, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 34 – Anomalia media stagionale dell'indicatore Giorni consecutivi secchi, da VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 35 – Indicatori Humidex4 e Humidex5: confronto 2025 e media 1991-2020.

Figura 36 – Gradi giorno di riscaldamento e raffreddamento: confronto 2025 e media 1991-2020.

Figura 37 – Quadro sinottico delle anomalie medie annuali per gli indicatori di caldo, VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 38 – Anni per anomalia di temperatura e anomalia di precipitazione, VHR-REA_IT e FAIR.

Figura 39 – Classifica degli indicatori di caldo: il 2025 rispetto al periodo 1991-2025.

Figura 40 – Anomalie medie annuali, altri indicatori.

Figura 41 – Area di studio per la temperatura superficiale del mare. In rosso tratteggiato è segnalata l'ubicazione di Roma.

Figura 42 – Temperatura superficiale del mare, media mensile per il 2025 e 1991-2020.

Figura 43 – Anomalia annuale della temperatura superficiale del mare.

Figura 44 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 04/07/2025, su zona urbanistica.

Figura 45 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 25/01/2025, su zona urbanistica.

Figura 46 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica.

Figura 47 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica Villa Borghese.

Figura 48 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 20/07/2025, su zona urbanistica Appia Antica Nord.

Figura 49 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 05/08/2025, su zona urbanistica EUR.

Figura 50 – Temperatura al suolo da satellite per il giorno 04/07/2025, su zona urbanistica Esquilino.

Figura 51 – Pagina di accesso al servizio di monitoraggio di indicatori climatici per Roma Capitale.

Figura 52 – Sezioni Clima di riferimento e Proiezioni climatiche con relativi sottoservizi.

Figura 53 – Servizio dedicato al monitoraggio da dati ad alta risoluzione del CMCC.

Figura 54 – Sezione dedicata alle serie temporali da stazioni meteorologiche.

Figura 55 – Dashboard della stazione Eleniano.

Figura 56 – Sezione Mappe dedicata alla consultazione dei risultati da dati da stazioni meteorologiche.

Figura 57 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari.

Figura 58 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari con mare.

Figura 59 – Sezione dedicata al monitoraggio da immagini satellitari, dettaglio zona Castel Fusano.

Figura 60 – Catalogo degli eventi estremi – precipitazioni intense.

Figura 61 – Proiezioni climatiche, dataset CMIP6.

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Nomi e tipologia delle stazioni meteorologiche utilizzate come fonti dati del report.
Crediti: AUBAC.

Tabella 2 – Quadro generale degli indicatori di pericolo climatico adottati nel monitoraggio.

Tabella 3 – Altri indicatori per valore e anomalia.

Tabella 4 – Passaggi del satellite Landsat 8 considerati nel report 2025.

Bibliografia

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS). (2024). *I “Climate City Contract” delle nove città italiane della missione UE sulla neutralità climatica entro il 2030*. Quaderni dell'ASviS, 11. ISBN 979-12-80634-31-3.

Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2021): ORAS5 global ocean reanalysis monthly data from 1958 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). <https://doi.org/10.24381/cds.67e8eeb7>

C3S/ECMWF and WMO, 2026: C3S-WMO European State of the Climate 2025, climate.copernicus.eu/ESOTC/2025, <https://doi.org/10.24381/zy93-sb27>

Correa, J., Dorta, P., López-Díez, A., & Díaz-Pacheco, J. (2024). Analysis of tropical nights in Spain (1970–2023): Minimum temperatures as an indicator of climate change. *International Journal of Climatology*, 44(9), 3006–3027. <https://doi.org/10.1002/joc.8510>

Fedele, G., Reder, A. & Mercogliano, P. Statistical Downscaling over Italy using EQM: CMIP6 Climate Projections for the 1985–2100 Period. *Sci Data* 12, 910 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05270-8>

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). (2018). Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici. *Rapporti 277/2017*. ISBN 978-88-448-0875-4

Karl, T. R., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). CLIVAR/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes Workshop Summary. In T. R. Karl, N. Nicholls & A. Ghazi (Eds.), *Weather and Climate Extremes* (pp. 3–7). Dordrecht: Springer.

Manco, I., Riviera, W., Zanetti, A., Briscolini, M., Mercogliano, P., & Navarra, A. (2025). A new conditional generative adversarial neural network approach for statistical downscaling of the ERA5 reanalysis over the Italian Peninsula. *Environmental Modelling & Software*, 188, 106427. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2025.106427>

O'Neill, B. C., Tebaldi, C., van Vuuren, D. P., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., ... & Sanderson, B. M. (2016). The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6.

Peterson, T. C. (2005). Climate change indices. *WMO Bulletin*, 54(2), 83–86.

Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and*

Related Rapporteurs 1998–2001. WMO, WCDMP-47, WMO-TD No. 1071. Geneva, Switzerland.

Raffa, M., Reder, A., Marras, G. F., Mancini, M., Scipione, G., Santini, M., & Mercogliano, P. (2021). VHR-REA_IT dataset: Very high resolution dynamical downscaling of ERA5 reanalysis over Italy by COSMO-CLM. *Data*, 6, 88. <https://doi.org/10.3390/data6080088>

Raffa, M., Adinolfi, M., Reder, A., et al. (2023). Very high resolution projections over Italy under different CMIP5 IPCC scenarios. *Scientific Data*, 10, 238. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02144-9>

Rockel, B., Will, A., & Hense, A. (2008). The Regional Climate Model COSMO-CLM (CCLM). *Meteorologische Zeitschrift*, 17(4), 347–348. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2008/0309>

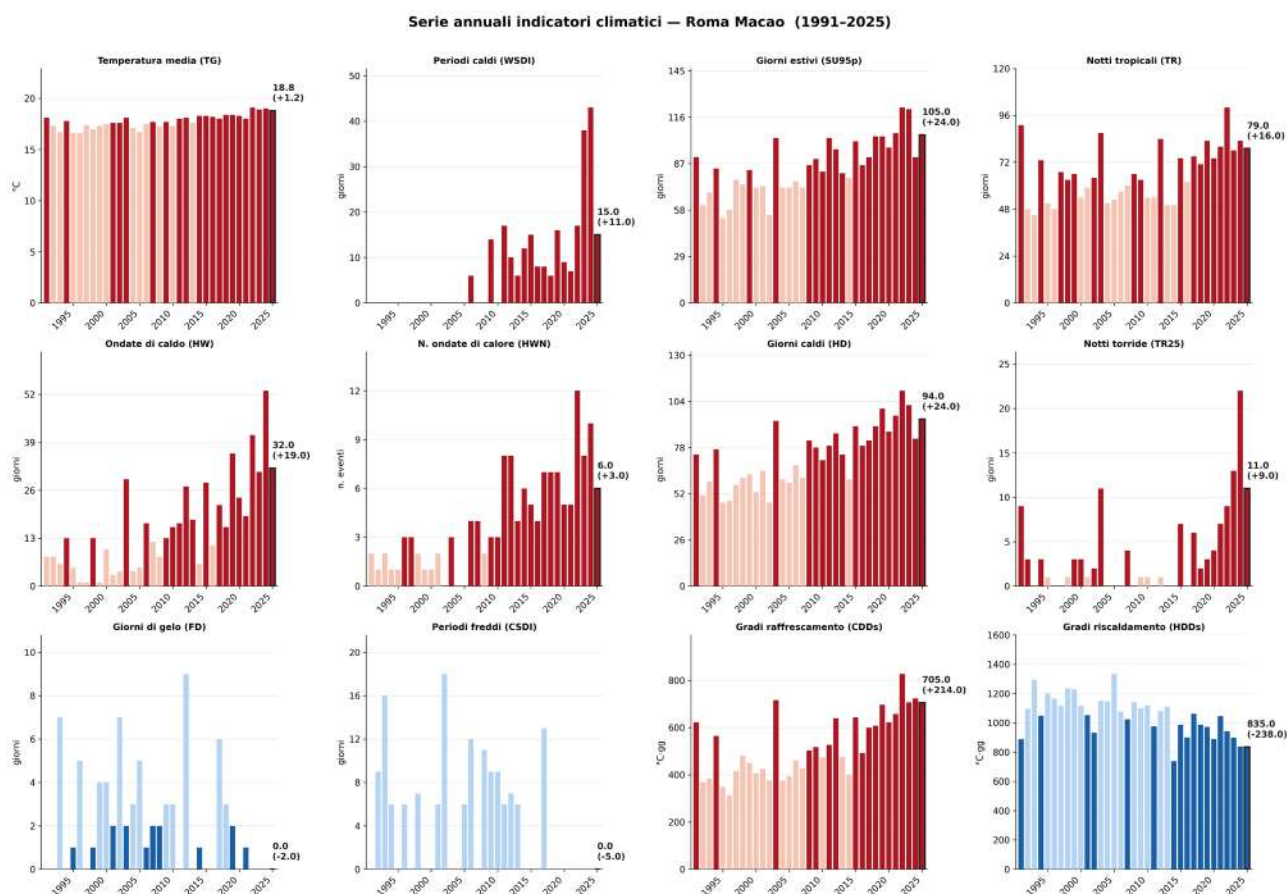
Roma Capitale. (2024). *Strategia di adattamento climatico*. Gennaio 2024.

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). (2023). *Il clima in Italia nel 2023*. Report Ambientali | 42/2024. ISBN 978-88-448-1217-1.

Spano, D., Mereu, V., Bacciu, V., Barbato, G., Buonocore, M., Casartelli, V., ... & Villani, V. (2021). *Analisi del rischio: I cambiamenti climatici in sei città italiane*. CMCC. https://doi.org/10.25424/cmcc/analisi_del_rischio_2021

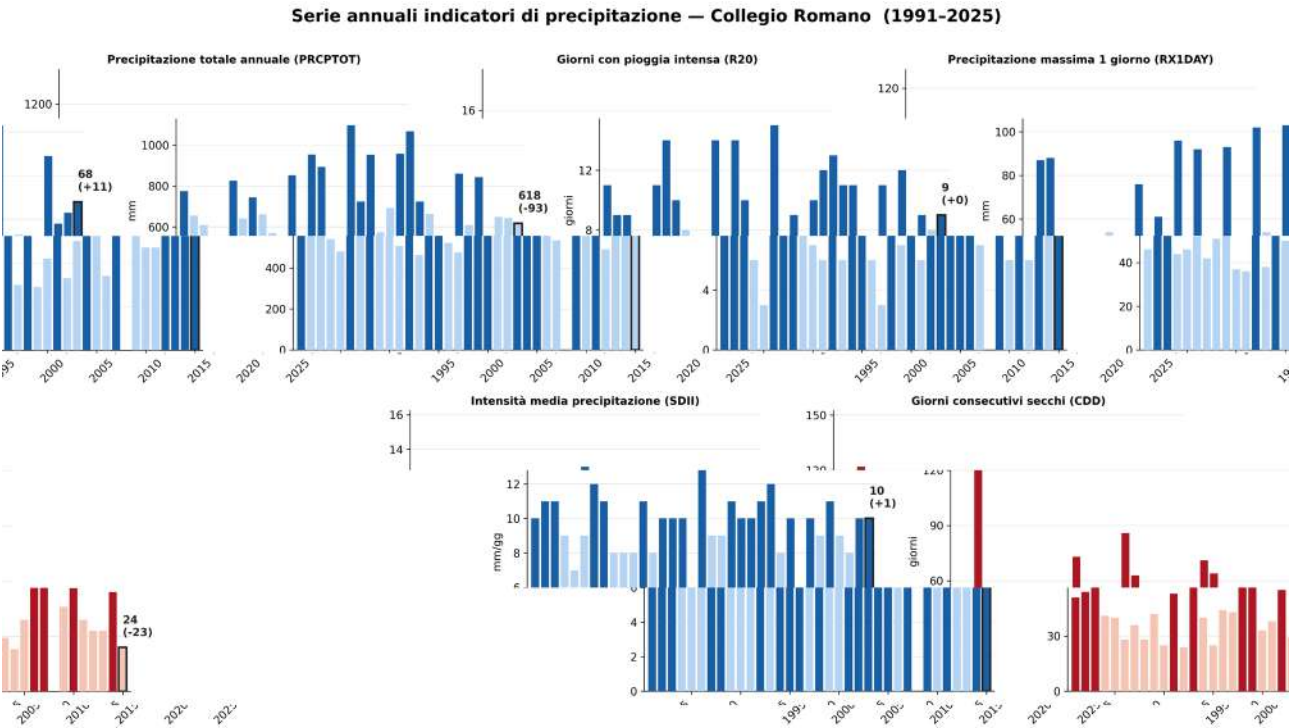
Appendice

Di seguito, alcuni risultati del monitoraggio climatico per le stazioni meteorologiche, prendendo come riferimento il termometro della stazione Roma Macao, per completezza dei dati dal 1991 al 2025. In grassetto è evidenziato il 2025 con relativa anomalia rispetto al periodo 1991-2020. Il rosso scuro indica gli anni con valori sopra la media 1991-2020 per il rispettivo indicatore. In blu scuro si indicano gli anni sotto la media 1991-2020 per gli indicatori di freddo.



Appendice Figura 1 – Indicatori da temperatura per la stazione Roma Macao per la serie 1991-2025.

Similmente, la seguente figura riporta i risultati per gli indicatori di precipitazione per una stazione, quella di Collegio Romano. In blu scuro e in rosso scuro gli anni in cui gli indicatori sono sopra la media 1991-2020.



Appendice Figura 2 – Indicatori da precipitazione per la stazione Collegio Romano per la serie 1991-2025.

ROMA



PIANO
Clima
ROMA

