

## Nota metodologica<sup>1</sup>

### Quadro tematico di riferimento

L'aumento della temperatura dell'aria, cambiamenti nel regime delle precipitazioni annuali e l'intensificarsi di eventi meteoroclimatici estremi sono manifestazioni di una crescente variabilità di fenomeni climatici - più marcata negli ultimi decenni - e di cambiamenti climatici (CC) osservati nel lungo periodo, che rappresenta uno dei problemi più urgenti e gravi che il nostro Pianeta sta affrontando oggi. I CC sono al centro dell'attenzione del mondo scientifico e istituzionale, per gli impatti rilevanti che determinano sul sistema naturale e antropico, perdite di vite umane, danni economici e sociali che minacciano molte aree del Mondo<sup>2</sup>. Le conseguenze del riscaldamento globale sono sempre più evidenti con fenomeni meteorologici un tempo rari diventati più frequenti, intensi e geograficamente diffusi (eventi estremi, innalzamento del livello del mare, siccità, desertificazione). Dagli impatti dei CC sono colpiti in modo rilevante anche la criosfera (neve e ghiacciai) che perde di anno in anno il suo volume, le risorse idriche disponibili, ecosistemi ed habitat di zone umide e costiere, il suolo.

L'andamento crescente della temperatura media ha determinato il progressivo avvicinamento alla “soglia obiettivo” di contenere l'aumento della temperatura media globale a +1,5°C (target fissato dagli Accordi di Parigi 2015), confermata nell'ultima Conferenza delle Parti della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC - COP29) del 2024 a Baku (Azerbaijan). Vi è un consenso scientifico nel riconoscere le attività antropiche la causa principale del riscaldamento globale, per le crescenti concentrazioni di gas ad effetto serra in atmosfera. A partire dalla seconda metà del XX secolo ad oggi, si sono osservati significativi mutamenti del clima, con un'accelerazione negli ultimi dieci anni. I CC rappresentano una seria minaccia a cui tutto il Mondo è chiamato a dare risposte, attraverso azioni volte alla mitigazione dei fenomeni e all'adattamento agli impatti su ambiente naturale e sistemi antropici.

Il Programma di osservazione satellitare della Terra di Commissione Europea e Agenzia Spaziale Europea (ESA) (Copernicus Climate Change Service) ha rilevato come gli ultimi anni siano stati i più caldi mai registrati in Europa. In particolare, il 2022 ed il 2023 sono stati segnati da un caldo senza precedenti, prolungati periodi di siccità e dall'intensificarsi di eventi meteo estremi, che hanno colpito i Paesi Membri alle diverse latitudini<sup>3</sup>.

Numerosi organismi internazionali<sup>4</sup> hanno contribuito a sviluppare nuovi framework statistici collegati allo studio dei CC, per fornire metodologie condivise per la produzione di indicatori comparabili e rafforzare anche il ruolo degli Istituti Nazionali di Statistica al fine di accrescere la disponibilità di *Climate Change Related Statistics and Indicators* (UNECE and UNSD frameworks). La produzione di dati ad elevata granularità ed in serie storiche ampie ha assunto maggiore rilevanza per valutare gli effetti dei CC a scala locale e definire strategie di adattamento e mitigazione, in grado di tenere conto delle specificità delle aree monitorate e del livello di esposizione e rischio.

<sup>1</sup> A cura di Donatella Vignani Responsabile dell'Iniziativa *Statistiche e analisi sul meteoclima*, Dipartimento Statistiche Economiche, Ambientali e Conti Nazionali (DIAE) - Direzione Centrale per le Statistiche Ambientali e Territoriali (DCAT) - Servizio Ambiente e Territorio ATA.

<sup>2</sup> A livello internazionale, il Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico (IPCC) riassume annualmente lo stato delle conoscenze scientifiche sui CC in un Rapporto di Valutazione, fornendo informazioni rilevanti a supporto di decisioni di policy in materia di mitigazione e adattamento.

<sup>3</sup> Il Rapporto Copernicus Global Climate Highlights 2024 confermando la tendenza all'aumento della temperatura media, evidenzia che il 2023 ed il 2024 sono stati gli anni più caldi mai registrati a livello globale, superando per la prima volta la soglia di +1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, e con eventi meteorologici estremi a crescente intensità in Europa.

<sup>4</sup> United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), UNSD Global Consultation on Climate Change Statistics and Indicators, Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, UNECE-CES Set of Core Climate Change-Related Indicators and Statistics Using SEEA, Statistical Indicators for SDGs 2030 Agenda (UN), European Commission (EC), Eurostat, European Environmental Agency (EEA), Organization for Economic Co-operation and Development OCSE.

Le aree urbane risultano particolarmente interessate dagli effetti avversi dei CC, considerata l'alta concentrazione di persone (attualmente oltre la metà della popolazione mondiale vive nelle città, fonte UN), edifici e infrastrutture, attività economiche e patrimonio artistico-culturale. Le città sono riconosciute fra gli *hot spot climatici* (come anche Mediterraneo, Calotte Polari, Aree montane, Amazzonia) cioè aree dove gli effetti negativi dei CC sono più marcati rispetto alla media globale, con pesanti ripercussioni su insediamenti antropici ed ecosistemi. I fenomeni meteoclimatici interagiscono con le caratteristiche strutturali dei sistemi urbani e le pressioni che essi generano, favorendo l'insorgenza del fenomeno dell'Isola di Calore Urbana (*Urban Heat Island UHI*). Questo è caratterizzato da un surriscaldamento delle aree urbane causato dalle caratteristiche termico-radiative di superfici di asfalto, cemento e metalli, di cui sono principalmente costituite le città, con differenze apprezzabili di temperatura rispetto ad aree più esterne e rurali. Il fenomeno dell'Isola di calore urbana si associa ad altri effetti negativi determinati da eventi meteorologici legati ai CC.

Per questi motivi, accrescere la resilienza delle città a tali fenomeni è un obiettivo non procrastinabile per i policy makers, puntando a implementare misure di adattamento nel breve-medio periodo. Ai fini della transizione verso la neutralità climatica definita dalla Commissione Europea<sup>5</sup> le città rivestono un ruolo fondamentale in quanto da un lato sono responsabili di una grande parte delle emissioni di gas serra e dall'altro svolgono un'attività di governance per l'adozione di misure di adattamento e mitigazione verso i CC, in aggiunta a quelle nazionali.

Nel framework dei Sustainable Development Goals (SDGs) delle Nazioni Unite (UN) il Goal 11 *Sustainable cities and communities* assume che lo sviluppo sostenibile non possa essere raggiunto senza una trasformazione del modo di costruire le città e gestire lo spazio urbano, mentre il Goal 13 *Climate action* indica la necessità di misure di policy urgenti a livello Paese per aumentare la resilienza dei territori verso rischi e disastri naturali legati al CC.

L'Unione Europea detiene una leadership mondiale nelle azioni di lotta ai CC: i Paesi Membri si sono molto attivati nell'ultimo decennio, arrivando a decisioni strategiche e mettendo in atto misure rilevanti per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra<sup>6</sup>. Il Patto Verde Europeo 2019 è un insieme di iniziative politiche della Commissione Europea per far diventare l'Europa il primo continente a “*impatto climatico zero*” entro il 2050, attraverso un percorso concreto di misure e tappe precise. In tale ambito, l'Ue ha adottato il *Pacchetto clima-energia 2030* costituito da direttive e regolamenti finalizzati al raggiungimento di obiettivi strategici entro il 2030, quali ridurre del 40% delle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990, raggiungere una quota almeno del 32% di energia rinnovabile e migliorare del 32,5% l'efficienza energetica.

Poiché i fabbisogni informativi sui CC sono enormemente cresciuti, la disponibilità di dati meteoclimatici in serie storiche ampie e ad una scala adeguata agli obiettivi di analisi risulta fondamentale per calcolare indicatori atti a descrivere i fenomeni osservati, monitorarne status ed evoluzione nel tempo e supportare valutazioni degli impatti su differenti domini (ambiente naturale, territorio, salute umana, sistemi socio-economici). Seguendo raccomandazioni internazionali, l'informazione statistica prodotta sul tema è aumentata - contribuendo anche alla produzione regolare di indicatori per i Sustainable Development Goals dell'Agenda 2030 (UN) - a supporto di policy nazionali e internazionali.

### **Obiettivi conosciuti e produzione statistica**

L'Italia risulta molto esposta agli effetti dei CC, facendo parte del bacino del Mediterraneo, area considerata particolarmente a rischio. Presentando livelli diversi di esposizione e vulnerabilità, le città del Paese risultano particolarmente colpite dagli effetti legati ad aumento della temperatura, variabilità dei regimi di

<sup>5</sup>Al centro dell'European Green Deal della Commissione Europea 2019, *Net Zero Emission* consiste nell'obiettivo di raggiungere “*emissioni nette zero*” di gas serra entro il 2050, ovvero un completo bilanciamento tra le quantità di emissioni di gas serra prodotte dai sistemi socio-economici e quelle che verranno assorbite dall'atmosfera, ad esempio grazie alla crescita delle foreste o a specifiche soluzioni tecnologiche.

<sup>6</sup>Dal 1990 al 2018 l'Ue ha ridotto del 23%, le proprie emissioni di gas serra, superando il target del 20% fissato per il 2020.

precipitazione annua e all'intensificarsi di eventi meteorologici estremi. Collocazione geografica, orografia-idrografia dei territori e caratteristiche strutturali delle città determinano delle differenziazioni. Negli ultimi quindici anni appare più marcato l'aumento di temperatura media, giorni estivi, onde di calore, periodi di siccità, improvvisi fenomeni alluvionali e tempeste ibride simili a cicloni tropicali (*medicane*). Tali fenomeni fisici sono originati da trasformazioni legate all'accumulo di grossi quantitativi di energia nei bassi strati dell'atmosfera, legati a significativi incrementi della temperatura.

In molte città italiane eventi climatici estremi sono sempre più alle cronache, causando perdite di vite umane, danni alle infrastrutture e al patrimonio artistico, gravi criticità nell'erogazione di servizi essenziali alla popolazione (quali ad esempio distribuzione di risorse idriche ed energia), interruzioni dei servizi di trasporto e dello svolgimento di attività economiche.

Per lo sviluppo di Piani Nazionali, Norme internazionali in vigore quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite UNFCCC 1992), il protocollo di Kyoto approvato nel 2005 (con l'emendamento di Doha 2020), l'Accordo di Parigi e l'Agenda 2030 (UN) entrambi sottoscritti nel 2015, rappresentano le fonti giuridiche di riferimento insieme ad iniziative dell'Unione Europea. In Italia, nel 2015 è stata introdotta la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Snac) con l'obiettivo di riassumere lo stato delle conoscenze scientifiche su impatti e vulnerabilità nel Paese e presentare proposte per realizzare un Piano di misure. Dopo una lunga fase di approvazione, il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (MASE) ha approvato il 21 dicembre 2023 il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, Decreto 434/2024) che si compone di oltre 300 misure, tese a limitare e fronteggiare gli effetti negativi dei CC in Italia. L'attuazione di queste azioni rappresenta una reale sfida, soprattutto considerando i diversi livelli di competenza amministrativa per l'implementazione e gli aspetti economici connessi.

Gli Istituti Nazionali di Statistica sono stati chiamati a svolgere un ruolo via via più importante da parte degli Organismi Internazionali, al fine di rafforzare la produzione di statistiche e indicatori pertinenti a obiettivi di analisi e di policy. In questi anni l'Istat ha attivamente contribuito allo sviluppo di attività di ricerca e di rafforzamento della produzione statistica sul tema, in ambito nazionale e internazionale.

Attraverso la Rilevazione annuale *Dati meteoclimatici e idrologici* (inserita nel Programma Statistico Nazionale IST-02190) dal 2017 l'Istat fornisce un contributo tematico, rilasciando annualmente misure statistiche relative a fenomeni meteoclimatici di temperatura e precipitazione osservati nelle 109 città Capoluogo di Provincia, seguendo le metodologie internazionali. In particolare, vengono resi disponibili indicatori annuali sui parametri meteorologici (temperatura minima, media, massima e precipitazione totale) ed una batteria di indicatori relativi alle *anomalie climatiche* calcolate come scostamenti dei valori annuali dai valori climatici (Normali Climatologiche 1971-2000 e 1981-2010).

In base a quanto stabilito nel 1935 dalla World Meteorological Organization (WMO) delle Nazioni Unite (UN), le *medie climatologiche* sono calcolate in tutto il mondo su un intervallo di 30 anni (Normale Climatologica), periodo ritenuto sufficientemente ampio per calcolare indicatori sulla tendenza di fenomeni meteorologici e lo studio del clima, confrontare osservazioni eseguite in varie aree del mondo. I valori medi del trentennio climatico di riferimento sono chiamati *valori normali* o *valori climatici*. I rapidi cambiamenti del clima registrati dalla fine del XX secolo hanno indotto la WMO a introdurre una nuova periodicità per le Normali Climatologiche (1971-2000, 1981-2010, 1991-2020) per cogliere a diversa scala di comparazione le dinamiche dei fenomeni.

Annualmente viene rilasciato dall'Istat anche un insieme di *Indici di estremi meteoclimatici* calcolati per ciascuna città osservata, seguendo la metodologia della World Meteorological Organization delle Nazioni Unite (WMO-UN). Il World Climate Research Programme (WCRP)<sup>7</sup> nell'ambito del *Grand Challenge on*

<sup>7</sup> Il WCRP sostenuto da International Science Council (ISC), World Meteorological Organization (WMO) e Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) UNESCO, supporta attività di ricerca sulla scienza del clima collegate alla United Nations Framework Convention on Climate Change. Inoltre, contribuisce alla produzione di informazioni finalizzate alla 2030 Agenda for Sustainable Development (UN) e al SENDAI Framework for Disaster Risk Reduction (UN).

*Weather and Climate Extremes* (acquisiti outcome di ricerca dell'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices* ETCCDI della Commission for Climatology of WMO-UN) ha contribuito nel tempo a rafforzare lo sviluppo di metodologie da condividere a livello internazionale, per il calcolo di misure statistiche comparabili a diversa scala di analisi su clima ed eventi estremi. La WMO-UN ha definito 27 tipologie di Indici di estremi meteoroclimatici di temperatura e precipitazione, oggi utilizzati estesamente da Istituzioni ed Enti di ricerca a livello nazionale ed internazionale per lo studio dei fenomeni, le analisi sul clima ed il monitoraggio delle politiche. Tali indici forniscono misure di frequenza, intensità, durata, distribuzione di fenomeni climatici confrontabili a diversa scala.

L'Istat raccoglie annualmente presso 54 Enti Gestori di Reti Nazionali di stazioni termo-pluviometriche (unità di rilevazione) dati giornalieri di 515 stazioni termo-pluviometriche (unità di analisi) ubicate al suolo in prevalenza nel territorio urbano dei Capoluoghi di provincia e alcune in aree immediatamente esterne. Attraverso i dati forniti, l'Istituto aggiorna regolarmente la Banca Dati Meteo delle variabili di temperatura minima, temperatura media, temperatura massima, precipitazione totale annua, umidità relativa (anni 1971-2023). A partire dai dati giornalieri delle suddette variabili, vengono calcolati indicatori statistici descrittivi del meteoroclima a livello di sistema urbano, finalizzati allo studio dei fenomeni naturali, lo sviluppo di modelli per analisi di trend ed il monitoraggio di obiettivi di policy a livello locale. I dati delle stazioni esaminate e gli indicatori statistici calcolati, infatti, forniscono misure riferite ai caratteri climatici delle singole aree monitorate.

Per i 109 Capoluoghi di Provincia, vengono rilasciati dall'Istat Indicatori di temperatura media annua e precipitazione totale annua aggiornati al 2023. Per tutti i capoluoghi, i valori annuali degli indicatori sono confrontati con i corrispondenti valori medi del decennio 2006-2015, calcolando in tal modo le *differenze climatiche*. Grazie alla disponibilità di serie di dati ampie e complete di dati, per i Capoluoghi di Regione i valori annuali vengono confrontati anche con il valore climatico dei trentenni 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche) così da calcolare le *anomalie climatiche* annuali di temperatura e precipitazione. La disponibilità di serie storiche di dati ampie e ad elevata risoluzione geografica rappresenta una condizione necessaria per calcolo e significatività degli indicatori statistici sul meteoroclima, ai fini di una descrizione esaustiva dei fenomeni naturali monitorati nel lungo periodo.

Per ciascun Capoluogo di Provincia, sono prodotti 21 *Indici di estremi meteoroclimatici* (12 Indici di temperatura e 9 di precipitazione) ed un insieme di sottoindicatori, espressi in numero di giorni nei quali si verifica un determinato evento, oppure in gradi Celsius o in millimetri, a seconda della tipologia dell'indice (cfr. metodologia degli ETCCDI Indices della WMO-UN). Tutti gli strumenti statistici menzionati forniscono misure omogenee e comparabili sui fenomeni osservati a scala locale, offrendo anche opportunità di analisi con dati di altri domini.

Classificati in base al fenomeno osservato, sono annualmente prodotti dall'Istat i seguenti Indici di estremi:

A) INDICI DI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE

- giorni senza pioggia (indice R0): numero di giorni nell'anno senza precipitazione
- giorni con pioggia (indice R1): numero di giorni nell'anno con precipitazione giornaliera  $\geq 1$  mm
- giorni con pioggia (indice R10): numero di giorni nell'anno con precipitazione giornaliera  $\geq 10$  mm
- giorni con precipitazione molto intensa (indice R20): numero di giorni nell'anno con precipitazione giornaliera  $\geq 20$  mm
- giorni con precipitazione estremamente intensa (indice R50): numero di giorni nell'anno con precipitazione giornaliera  $\geq 50$  mm
- giorni consecutivi senza pioggia (indice CDD – Consecutive Dry Days): numero massimo di giorni con precipitazione giornaliera  $< 1$  mm
- giorni piovosi consecutivi (indice CWD – Consecutive Wet Days): numero massimo di giorni con precipitazione giornaliera  $\geq 1$  mm

- intensità di pioggia giornaliera (SDII): totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni piovosi nell'anno (definiti come giorni con precipitazione  $\geq 1$  mm)
- precipitazione nei giorni molto piovosi (Indice R95P): giorni molto piovosi - somma in mm nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile

#### B) INDICI DI ESTREMI DI TEMPERATURA

- giorni con gelo (indice FD0): numero dei giorni nell'anno con temperatura minima  $< 0^{\circ}\text{C}$
- giorni estivi (indice SU25): numero di giorni nell'anno con temperatura massima  $> 25^{\circ}\text{C}$
- notti tropicali (indice TR20): numero di giorni con temperatura minima  $> 20^{\circ}\text{C}$
- minimo delle temperature minime (indice TNn): valore minimo mensile delle temperature minime giornaliere
- massimo delle temperature minime (indice TNx): valore massimo mensile delle temperature minime giornaliere
- minimo delle temperature massime (indice TXn): valore minimo mensile delle temperature massime giornaliere
- massimo delle temperature massime (indice TXx): valore massimo mensile delle temperature massime giornaliere
- indice di durata dei periodi di caldo (indice WSDI, Warm Spell Duration Index): numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima è superiore al 90° percentile per almeno 6 giorni consecutivi
- notti calde (indice TN90p): numero di notti in cui la temperatura minima giornaliera è superiore al 90° percentile
- giorni caldi (indice TX90P): numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile
- notti fredde (indice TN10p): numero di notti in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile
- giorni freddi (indice TX10P): numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è inferiore al 10° percentile.

Nella rilevazione vengono utilizzate:

- Classificazione territoriale Istat – Codici di Comuni, Province e Regioni
- Nomenclature of Territorial Units for Statistics – NUTS
- Classificazioni della World Meteorological Organization delle Nazioni Unite (WMO-UN)
- UNECE e UNSD Framework for Climate Change related Statistics and Indicators (CCRSI).

Una lettura integrata degli Indicatori meteoclimatici e degli Indici di estremi consente di tracciare i *Profili Climatici* dei Capoluoghi di Provincia italiani, caratterizzati da una diffusa tendenza al riscaldamento (in particolare negli ultimi due decenni), espressa dalle anomalie climatiche positive rispetto ai valori trentennali considerati. All'aumento della temperatura, si sovrappone una significativa variabilità inter-annuale della precipitazione e l'aumento di eventi fuori scala. Le anomalie di precipitazione annua appaiono via via più pronunciate negli anni, aumentando l'ampiezza delle oscillazioni intorno al valore climatico, mostrando una prevalenza di quelle negative per gran parte delle città osservate (segno di un calo delle piogge rispetto al valore medio trentennale di riferimento).

Sul sito istituzionale dell'Istat<sup>8</sup> viene pubblicato annualmente un set di Tavole di dati e Report statistici, con una batteria di indicatori meteoclimatici di temperatura media, temperatura minima e temperatura massima annue, precipitazione totale annua per i 109 Capoluoghi di Provincia. A questi si aggiungono 21 Indici di estremi meteoclimatici calcolati per città capoluogo. In particolare:

---

<sup>8</sup> <https://www.istat.it>

- Temperatura media annua e precipitazione totale annua per Capoluogo di Provincia anni 2006-2023, valori espressi in °C e mm (Tavola 1, 2)
- Temperatura media, minima e massima annue, precipitazione totale annua per Capoluogo di Regione anni 2006-2023, valori espressi in °C e mm (Tavola 9, 10)
- Temperatura media annua: Differenze degli anni 2006-2023 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia, Anomalie annuali degli anni 2006-2023 dal valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche) per Capoluogo di Regione - valori espressi in °C (Tavole 3, 4)
- Precipitazione totale annua: Differenze degli anni 2006-2023 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia, Anomalie annuali degli anni 2006-2023 dal valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche) per Capoluogo di Regione - valori espressi in mm (Tavole 5, 6)
- Indici di estremi meteo-climatici di temperatura: Differenze del 2023 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia e Anomalie anno 2023 e del valore medio del periodo 2006-2015 di ciascun indice rispetto al valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche) per Capoluogo di Regione - valori in numero di giorni e °C (Tavola 7, 11, 12, 13)
- Indici di estremi meteo-climatici di precipitazione: Differenze del 2023 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia, Anomalie anno 2023 e del valore medio del periodo 2006-2015 di ciascun indice rispetto al valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche) per Capoluogo di Regione - valori in numero giorni e mm (Tavola 8, 14)
- Infine, vengono elencati gli Enti Gestori di Reti Nazionali di stazioni meteorologiche rispondenti alla Rilevazione Dati meteo-climatici ed idrologici dell'Istat (Tavola 15).

## Metodologia dell'indagine

### *Disegno della rilevazione e fonti dei dati*

Inserita nel Programma Statistico Nazionale (codice PSN IST-02190), *Dati meteo-climatici ed idrologici* è una rilevazione corrente dell'Istat che viene svolta annualmente ed il cui periodo di riferimento dei dati è l'anno. Presso 54 Enti Gestori di Reti Nazionali di stazioni termo-pluviometriche (unità di rilevazione) vengono raccolti dati di misurazioni giornaliere di stazioni (unità di analisi) ubicate al suolo, nel territorio in prevalenza nel territorio urbano dei Capoluoghi di provincia e alcune in aree immediatamente esterne. Tali unità di analisi sono rappresentate da 515 stazioni di misura, selezionate nella costruzione del campione ragionato, il cui profilo è stato scelto nel piano della rilevazione in base agli obiettivi di produzione e analisi, vale a dire osservazione di fenomeni meteo-climatici nei sistemi urbani.

I dati vengono richiesti attraverso auto-compilazione di Modelli Istat forniti ai rispondenti:

- Modello di rilevazione (formato excel) che contiene le variabili rilevate per stazione e viene trasmesso dai rispondenti attraverso posta elettronica alla Direzione Centrale per la Raccolta Dati (DCRD) - Servizio raccolta dati per le indagini senza rete di rilevazione (RDO) dell'Istat.
- Modello Anagrafica delle stazioni contenente informazioni sulle stazioni termo-pluviometriche presenti nella Banca Dati Meteo Istat, raccolte attraverso le varie edizioni della Rilevazione. Si richiede annualmente a ciascun rispondente di aggiornare le informazioni contenute nell'anagrafica (ad es. variazioni nella denominazione Ente e/o stazione, indicazioni di nuove stazioni gestite o

dismesse, comune di appartenenza, coordinate piane, altitudine s.l.m., stato attività stazione, cambiamenti delle caratteristiche tecniche).

Nell'ambito della Rilevazione edizione 2024, sono state raccolte presso gli Enti Gestori rispondenti misurazioni giornaliere di fenomeni meteorologici osservati nei 365 giorni dell'anno 2023.

Si annoverano fra i principali Enti che collaborano con l'Istituto:

- ISTITUZIONI PUBBLICHE ED ENTI DI RICERCA NAZIONALI  
Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria CREA, Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo ENAV, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ENEA, Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR - Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima ISAC, etc
- ISTITUZIONI PUBBLICHE, ENTI DI RICERCA E ASSOCIAZIONI LOCALI  
Regioni, Province Autonome, Servizi idrografici regionali, Agenzie Regionali di Protezione Civile, Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale ARPA, Consorzi di bonifica e di difesa provinciali e regionali, Università degli Studi, Osservatori, Fondazioni scientifiche, Associazioni culturali che svolgono attività di ricerca e osservazione del clima a scala locale.

### *Raccolta dei dati*

Ai fini dell'aggiornamento annuale della Banca Dati Meteo dell'Istat, la Rilevazione è svolta su un insieme di 515 stazioni termo-pluviometriche ubicate al suolo nel territorio urbano dei 109 Capoluoghi di Provincia (unità di analisi). Ogni stazione meteorologica è geo-referenziata e proiettata al sistema di riferimento UTM zona 32 con datum WGS84. La quota altimetrica di ogni stazione è verificata utilizzando il Digital Elevation Model a 20 metri (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA).

Attraverso i modelli di rilevazione forniti ai rispondenti, vengono richiesti dati sulle misurazioni giornaliere per stazione termo-pluviometrica relativamente alle seguenti variabili:

- temperatura minima (°C)
- temperatura massima (°C)
- temperatura media (°C)
- livello della precipitazione (mm)
- umidità relativa massima (%)
- umidità relativa minima (%)
- umidità relativa media (%)

Vengono inoltre richieste informazioni riferite agli Enti Gestori e alle caratteristiche delle stazioni di misura, per aggiornamenti annuali della Banca Dati Meteo Istat.

### *Controlli di qualità dei dati raccolti e produzione statistica*

I dati vengono forniti all'Istat dagli Enti Gestori delle Reti Nazionali di stazioni meteorologiche, con certificazione di qualità (strumentazioni tecniche utilizzate per le misurazioni, secondo gli standard definiti a livello internazionale). Successivi controlli di qualità sono effettuati dall'Istituto sulle serie storiche dei dati giornalieri per stazione, attraverso l'applicazione di procedure statistiche di controllo, basate su criteri di omogeneità, coerenza e completezza, per individuare dati che non rientrano in range di validità predefiniti, errori o dati mancanti.

Qualora per qualche stazione meteorologica, la qualità dei dati raccolti non si sia rivelata adeguata agli standard richiesti (o in caso di dati mancanti), non sono applicate dall'Istat procedure di imputazione, ma viene effettuato un ritorno sull'Ente rispondente successivo alla fase di field, al fine di condividere le problematiche e richiedere completamenti finalizzati al trattamento delle mancate risposte parziali o totali. E il caso, ad esempio, di serie di misurazioni giornaliere che hanno risentito di effetti legati allo spostamento fisico delle stazioni (altra allocazione, cambiamenti nell'orientamento, sostituzione di strumentazioni) oppure dell'interruzione (anche temporanea) del servizio di rilevamento della stazione per periodi significativi, tali da determinare mancanza di misurazioni per giorni/settimane. Questo tipo di problematiche determina la mancanza di serie di microdati complete e non assicura la qualità necessaria per gli scopi di produzione statistica e le analisi.

Dati giornalieri che non rispondono ai criteri di qualità definiti per la produzione statistica non vengono utilizzati per il calcolo degli indicatori: la completezza delle serie di dati giornalieri per stazione è fondamentale per il calcolo di indicatori sia mensili sia annuali significativi.

Attraverso la Rilevazione Istat Dati meteo-climatici vengono raccolti dati di 515 stazioni termopluviometriche: attraverso successivi controlli di qualità sulle serie storiche dei dati, sopra menzionati, viene individuato un insieme di stazioni meteorologiche (circa 300) fonte primaria per calcolo e validazione degli Indicatori meteo-climatici e degli Indici di estremi per ciascuna città osservata, riferiti ai diversi periodi considerati: anno 2023, decennio 2006-2015, trentenni climatologici 1981-2010 e 1971-2000. Per valorizzare i dati disponibili forniti da più stazioni meteorologiche rilevate in alcuni Capoluoghi di Regione - considerata la peculiarità del metodo utilizzato - gli indicatori sono stati calcolati in media<sup>9</sup>. Alcuni indicatori riportati nelle Tavole di dati pubblicate, per effetto dei metodi di calcolo, possono presentare valori decimali anche quando espressi in numero di giorni.

## Diffusione Istat

Per consultare i principali risultati della Rilevazione Istat Dati meteo-climatici ed idrologici, si può fare riferimento a pubblicazioni diffuse ufficialmente dall'Istituto Nazionale di Statistica, come di seguito elencate:

- [Statistical Report Statistical Measures for Climate Change Adptation: Realities in Urban Settings and New Geographies for Agriculture – Year 2022](#)
- [Report Statistico \*Misure statistiche per l'adattamento ai cambiamenti climatici: realtà in ambito urbano e nuove geografie per l'agricoltura\* - Anno 2022](#)
- [Report Statistico Profili climatici delle città capoluogo di provincia - Anni 1971-2022](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di provincia - Anno 2022 e serie storica 2006-2022 - Normale Climatologica 1981-2010](#)
- [Report Statistico Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di provincia - Anni 1971-2021](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di provincia - Anno 2021 e serie storica 2006-2021 - Normale Climatologica 1981-2010](#)
- [Report Statistico I Cambiamenti Climatici: Misure Statistiche Anno 2020](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nei comuni capoluogo di provincia - Anno 2020 e serie storica 2010-2020](#)

---

<sup>9</sup> Per la temperatura: Roma, Genova, Trieste; per la precipitazione: Roma, Firenze, Bologna, Genova, Trieste, Venezia, Aosta.



- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di regione e città metropolitane - Anno 2020 e serie storica 2010-2020](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia - Anno 2019](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia - Anno 2018](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia - Anno 2017](#)
- [Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia - Anni 2007-2016](#)
- [Report Statistico - Temperatura e precipitazione nelle principali città - Anni 2002-2016](#)
- [Rapporto SDGs - Informazioni Statistiche per l'Agenda 2030 in Italia \(edizioni annuali dal 2018\)](#)
- [Annuario Statistico Italiano ASI \(edizioni annuali dal 2010\)](#)
- [Report Statistico Le statistiche dell'Istat sull'acqua Giornata Mondiale dell'Acqua \(edizioni annuali dal 2015\)](#)
- [Rapporto sul Territorio 2020. Ambiente, Economia e Società \(Istat 2020\)](#)
- [Informazioni sulla Rilevazione Istat Dati meteo climatici ed idrologici \(PSN IST-02190\) - Metodologie e Documentazione](#)