

Nota metodologica

Quadro di riferimento

Negli ultimi decenni è sensibilmente aumentato l'interesse verso la *variabilità climatica* e gli *eventi meteo-climatici estremi di temperatura e precipitazione*, che hanno interessato anche molte aree del nostro Paese. Queste informazioni sono fondamentali per poter valutare le conseguenze di tali eventi su ambiente naturale, territorio, salute umana, sistemi socio-economici e sistemi urbani. Il verificarsi di eventi estremi ha impatti rilevanti anche nelle città¹ caratterizzate dalla presenza di un'elevata concentrazione di persone, edifici e infrastrutture, attività economiche e patrimonio artistico, le quali presentano livelli diversi di vulnerabilità. In molti casi, eventi meteorologici di elevata intensità e durata possono determinare forti criticità nell'erogazione di servizi essenziali alla popolazione, quali la distribuzione di risorse idriche, energia e trasporti.

Molte città italiane sembrano aver registrato negli ultimi decenni, numerosi impatti negativi causati da fenomeni meteorologici per una crescente *variabilità climatica*, che si manifesta con ampie fluttuazioni di specifiche grandezze dei parametri meteorologici. Tali fluttuazioni sono legate sia alle variazioni registrate su base annua (inter-annuali e stagionali) sia alle oscillazioni decennali, che si verificano rispetto ad un valore medio di lungo periodo, relativo alla grandezza considerata. In termini statistici, il *cambiamento climatico* si definisce, invece, come lo spostamento del valore medio di lungo periodo di una grandezza meteorologica, rappresentando cioè un cambiamento della distribuzione statistica dei parametri climatici rilevati.

Negli ultimi venti anni, numerosi organismi internazionali² hanno contribuito allo sviluppo di framework statistici collegati allo studio dei cambiamenti climatici (CC), con l'obiettivo di fornire metodologie condivise per la produzione di dati e indicatori comparabili fra i diversi Paesi del mondo. La disponibilità di informazioni sul meteo-clima e sul verificarsi di eventi estremi a scala locale hanno assunto una crescente rilevanza per la valutazione degli effetti dei CC e per la definizione di efficaci strategie di adattamento in diversi domini (ambientale, sociale ed economico).

Nell'ambito del World Climate Research Programme, per definire una metodologia condivisa internazionalmente al fine di misurare le variazioni di estremi climatici, l'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) della Commission for Climatology (CCL) della World Meteorological Organization (WMO) delle Nazioni Unite (UN) ha definito un insieme di 27 indici di estremi meteo-climatici di temperatura e precipitazione. Classificati in base al fenomeno osservato, tali indici³ forniscono misure di frequenza, intensità, durata e distribuzione di fenomeni climatici, a diversa scala temporale e spaziale. La presenza di una disponibilità di serie storiche di dati ampie, complete e ad elevata risoluzione spaziale è condizione per il calcolo di questi indici e per la loro robustezza come strumenti di analisi nell'osservazione di specifici eventi estremi nel lungo periodo.

Attraverso la rilevazione Istat, sono stati raccolti dati di misurazioni giornaliere di stazioni meteorologiche ubicate nel territorio comunale dei capoluoghi di provincia. Per lo studio dei fenomeni climatici e l'applicazione di modelli di analisi dei trend dei parametri meteorologici, a partire dalle misurazioni giornaliere delle variabili sono calcolati indici statistici a diversa scala temporale e spaziale relativi al clima nelle principali città. A tale scopo, vengono calcolati indicatori di temperatura media e precipitazione totale annua e un insieme di indici di estremi di temperatura e di precipitazione per ciascuna città (metodologia ETCCDI della World Meteorological Organization WMO – UN), i quali rappresentano strumenti statistici per una descrizione della variabilità climatica a scala locale.

¹ Circa il 40 per cento della popolazione italiana è concentrata nei capoluoghi di regione.

² Commissione Economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE), Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Commissione Europea ed Eurostat, Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), Organization for Economic Co-operation and Development OCSE.

³ Gli ETCCDI Indices possono essere divisi in categorie: indici definiti da un valore di soglia fisso, indici assoluti, indici di durata e indici basati sui percentili (Alexander et al., 2006; Klein Tank et al., 2009).

Obiettivi conoscitivi

La Rilevazione *Dati meteo-climatici ed idrologici* dell'Istat ha consentito di aggiornare al 2017 la Banca Dati Istat delle variabili meteo-climatiche ed idrologiche (temperatura minima, temperatura media, temperatura massima, precipitazione totale annua, umidità) attraverso dati raccolti presso gli Enti Gestori (unità di rilevazione) di reti di stazioni meteorologiche nel territorio nazionale (unità di analisi). In particolare, considerati gli obiettivi di analisi, sono stati presi in esame i dati delle stazioni meteorologiche ubicate all'interno o in prossimità del territorio comunale di ciascun capoluogo di provincia. Per questo motivo, i dati delle stazioni meteorologiche prese in esame e gli indici calcolati forniscono misure riferite ai caratteri climatici delle singole aree monitorate. Statistiche e indicatori meteo-climatici prodotti dall'Istat, si aggiungono all'insieme delle informazioni statistiche prodotte sul tema delle città, allo scopo di fornire nuove opportunità di analisi congiunta con informazioni sullo stato dell'ambiente naturale.

La costruzione di serie di dati relative ad eventi meteorologici a scala locale, costituisce la fonte primaria di informazioni sul clima e le sue variazioni e consente di valutare se negli ultimi decenni eventuali segnali climatici siano già riconoscibili sul territorio. Per descrivere le variazioni annuali di temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di regione e di provincia, sono stati calcolati oltre agli indicatori di temperatura media annua e precipitazione totale annua, un insieme di 21 Indici di estremi meteo-climatici ritenuti rappresentativi del clima italiano, 12 di temperatura e 9 di precipitazione. Essi sono espressi in numero di giorni nei quali si verifica un determinato evento, in gradi Celsius e in millimetri, applicando la metodologia degli ETCCDI Indices della World Meteorological Organization (WMO) delle Nazioni Unite (UN).

Con riferimento alla serie temporale dei dati disponibili, per tutti i capoluoghi di provincia sono stati calcolati indicatori di parametri meteorologici e indici di estremi meteo-climatici di temperatura e precipitazione⁴ per gli anni dal 2007 al 2017, utilizzando serie di dati giornalieri. In particolare, vengono presentati i valori degli indicatori di temperatura media annua e precipitazione totale annua dell'anno 2017 confrontati con i corrispondenti valori medi del periodo 2007-2016. Tale confronto viene espresso come *differenza* dei valori 2017 dai corrispondenti valori medi registrati nel periodo 2007-2016 (tavole 1 e 2).

Per ciascun capoluogo di regione, inoltre, grazie alla disponibilità di più ampie serie di dati complete (1971-2017), è stato possibile calcolare anche la differenza dei valori medi degli indicatori 2017 dai corrispondenti valori medi del periodo 1971-2000 (assunto come Normale Climatologica⁵ e ricostruita per ciascun capoluogo di regione), vale a dire l'*anomalia* 2017 dal valore climatico.

Per i capoluoghi di provincia e di regione, calcolando le *differenze* 2017 dal valore medio del periodo 2007-2016, sono stati prodotti 15 indici di estremi meteo-climatici (tavole 3 e 4). Invece, per tutti i capoluoghi di regione è stato possibile calcolare le *anomalie* sia del 2017 che del valore medio del periodo 2007-2016 dal valore climatico 1971-2000, per 21 Indici di estremi meteo-climatici (tavole 5 e 6).

Metodologia dell'indagine

Disegno della rilevazione

Inserita nel Programma statistico nazionale (codice PSN IST-02190), *Dati meteo-climatici ed idrologici* è una rilevazione corrente dell'Istat, il cui periodo di riferimento dei dati è l'anno, che raccoglie dati di variabili meteorologiche ed idrologiche presso Enti Gestori delle reti di stazioni di misura nel territorio nazionale.

Le unità di rilevazione sono gli Enti Gestori delle stazioni di misura, le unità di analisi sono le singole stazioni di misura meteorologiche ed idrometriche. I dati sono stati richiesti attraverso auto-compilazione di tracciati record di variabili in formato excel. È stata, inoltre, fornita ai rispondenti una *scheda anagrafica delle stazioni* (contenente informazioni raccolte dall'Istat e aggiornate attraverso l'edizione precedente della rilevazione)

⁵ In base a quanto stabilito nel 1935 dalla World Meteorological Organization (WMO) le medie climatologiche di riferimento sono calcolate in tutto il mondo su medesimi intervalli standard di almeno 30 anni, denominati Normali Climatologiche.

richiedendo a ciascun rispondente informazioni relative sia all'Ente Gestore che a variazioni delle singole stazioni (ad esempio denominazione Ente e/o stazione, stazioni gestite o dismesse, comune di appartenenza, coordinate piane, altitudine s.l.m., stato dell'attività della stazione, eccetera).

Fonti di dati

Nell'ambito della rilevazione svolta nel 2018, sono stati raccolti misurazioni giornaliere dei fenomeni osservati direttamente da 65 Enti Gestori di reti nazionali di stazioni di misura meteo-climatiche ed idrologiche, con particolare riferimento a quelle ubicate in capoluoghi di regione e di provincia. Si annoverano fra i rispondenti:

- Enti nazionali: Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo ENAV, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria CREA-AA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ENEA, Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR
- Enti locali: Regioni, Province Autonome, Servizi idrografici regionali, Università, Protezione civile, Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, consorzi di bonifica e di difesa provinciali e/o regionali.

Raccolta di dati

Ai fini dell'aggiornamento della banca dati Istat al 2017, la rilevazione ha riguardato circa 563 stazioni di misura, ognuna delle quali è stata 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 un modello di rilevazione fornito dall'Istat, per singola stazione di misura, sono stati richiesti dati delle misurazioni giornaliere delle seguenti variabili meteo-climatiche:

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

Sono inoltre stati richieste informazioni per l'aggiornamento della scheda anagrafica di ciascun Ente e delle singole stazioni di misura.

Controlli di qualità dei dati

I dati forniti all'Istat, sono stati sottoposti a controlli di qualità da parte degli Enti gestori delle reti di stazioni di monitoraggio. Ulteriori controlli vengono fatti dall'Istat sulle serie di dati mensili e annuali dei dati raccolti, attraverso alcune procedure statistiche di controlli di qualità (relative a omogeneità, completezza, continuità e coerenza) applicate alle serie storiche dei dati giornalieri di temperatura e precipitazione e alle serie degli indicatori calcolati su base annua.

La qualità dei dati acquisiti dai rispondenti, in molti casi non si è rivelata adeguata agli standard richiesti, poiché le serie di dati giornalieri risentivano degli effetti legati dello spostamento fisico di stazioni di misura (cambiamenti nell'orientamento e/o sostituzione della strumentazione) oppure dell'interruzione anche temporanea del servizio di rilevamento della stazione stessa per periodi significativi tali da determinare gap di dati per alcuni periodi. Questo tipo di problematiche ha determinato per alcune stazioni la mancanza di serie di dati giornalieri complete e

omogenee per tutti i parametri meteorologici osservati, non assicurando una rappresentatività adeguata agli scopi delle analisi.

Ai fini delle analisi relative alla variabilità climatica per 109 capoluoghi di provincia italiani (variazioni territoriali Istat al 31/12/2017) sono emerse per alcune unità di analisi criticità nell'acquisizione e disponibilità di serie storiche complete. Si è cercato di superare tali difficoltà integrando, ove possibile, serie di dati di stazioni limitrofe e con caratteristiche dei parametri esaminati statisticamente coerenti, oppure considerando serie storiche complete di stazioni ubicate in comuni limitrofi. Attraverso tali controlli di qualità ed elaborazioni sulle serie dei dati raccolti, è stata aggiornata la banca dati meteo dell'Istituto che consente di rappresentare fenomeni climatici per gli anni dal 2007 al 2017 per il 95 per cento dei capoluoghi di provincia e città metropolitane e per gli anni dal 1971 al 2017 per tutti i capoluoghi di regione.

Partendo dai dati raccolti da circa 563 stazioni termo-pluviometriche situate all'interno o in prossimità del territorio dei capoluoghi di provincia e di regione, è stato selezionato un sottoinsieme di queste stazioni, secondo criteri basati su completezza e continuità delle loro serie di dati. Controlli di qualità applicati alle serie temporali di dati, hanno determinato un'ulteriore selezione, così da individuare 249 stazioni di misura (43 per i capoluoghi di regione e 206 per i capoluoghi di provincia) che hanno fornito la base dati rappresentativa per le stime dei parametri meteorologici mensili ed annuali e per il calcolo degli indici di estremi di temperatura e precipitazioni, nei periodi osservati. Tali indici, prodotti per capoluogo di Provincia, sono pertanto riferiti a 129 stazioni: di queste 104 stazioni sono state utilizzate per la temperatura e 116 stazioni per la precipitazione (tavola 7). Per valorizzare tutte le serie di dati disponibili complete ed omogenee, fornite dalle stazioni meteorologiche di alcuni capoluoghi di regione - considerata la peculiarità del metodo utilizzato - gli indicatori sono stati calcolati in media⁶.

Diffusione

[Statistica Report](#)

[Annuario Statistico Italiano \(ASI\)](#)

[Tavole di dati](#)

⁶ Per la temperatura: Roma, Genova, Trieste, Aosta; per la precipitazione: Roma, Firenze, Bologna, Genova, Trieste, Venezia, Aosta (tavola 7).