



Documenti di MeteoSvizzera, produzione di dati

La temperatura media svizzera

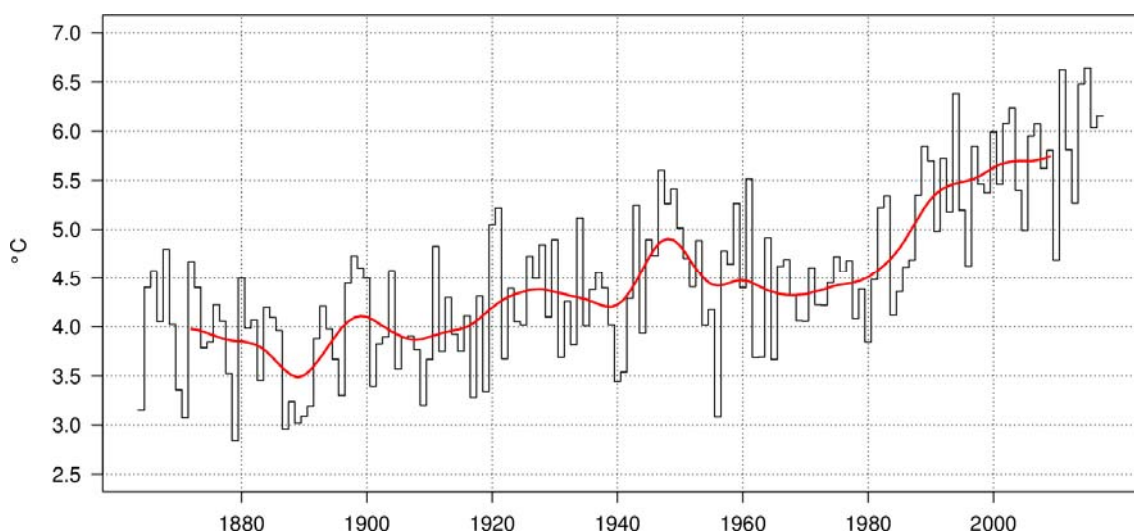


Fig. 1: Valori annuali della temperatura media svizzera dal 1864 al 2017. Il grafico riporta la temperatura media per ogni anno (in nero) e l'andamento rappresentato da una media mobile su 20 anni (in rosso).

Grandezza Media su tutta la Svizzera delle medie mensili della temperatura (in °C, rilevate a 2 m sopra il terreno). Le medie mensili servono inoltre per il calcolo di valori medi su periodi di diversa lunghezza (stagione, semestre, anno).

Utilizzo Monitoraggio del clima, collocazione di valori singoli in serie lunghe.

Panoramica La temperatura media svizzera rappresenta la media della temperatura rilevata su tutta la superficie e in tutte le fasce altitudinali della Svizzera. I valori misurati dalle diverse stazioni sono combinati tra di loro in base alla rappresentatività della stazione. La temperatura media svizzera è utilizzata per l'analisi e per la divulgazione dell'evoluzione a lungo termine della temperatura in Svizzera.

Base dei dati La base dei dati per il calcolo della temperatura media svizzera è rappresentata dalle misurazioni delle stazioni della rete di rilevamento SwissMetNet. La rete [SwissMetNet](#) comprende circa 160 stazioni automatiche al suolo di MeteoSvizzera. Per le applicazioni climatologiche sono state scelte 29 stazioni con lunghe serie di dati risalenti fino al 1864 e raggruppate nel Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN; Begert et al., 2007). La scelta delle stazioni NBCN si è basata su criteri quali la lunghezza della serie, la rappresentatività spaziale della stazione, la disponibilità dei rilevamenti dei diversi sensori, la qualità dei dati e non da ultimo le prospettive di esistenza a lungo termine della stazione. A causa degli inevitabili compromessi che hanno determinato la scelta delle stazioni, soltanto 19 delle stazioni NBCN dispongono di serie ininterrotte della temperatura a partire dal 1864. Le serie omogeneizzate di queste 19 stazioni fornisce così la base della

temperatura media svizzera. L'utilizzo di dati omogenei nel monitoraggio del clima e dell'evoluzione della temperatura a lungo termine è fondamentale. Nelle serie omogenee sono infatti stati corretti tutti gli effetti dovuti a spostamenti della stazione, sostituzione di strumenti e ad altri disturbi. La metodologia applicata a MeteoSvizzera per l'omogeneizzazione delle serie di dati è documentata in Begert et al. (2003, 2005).

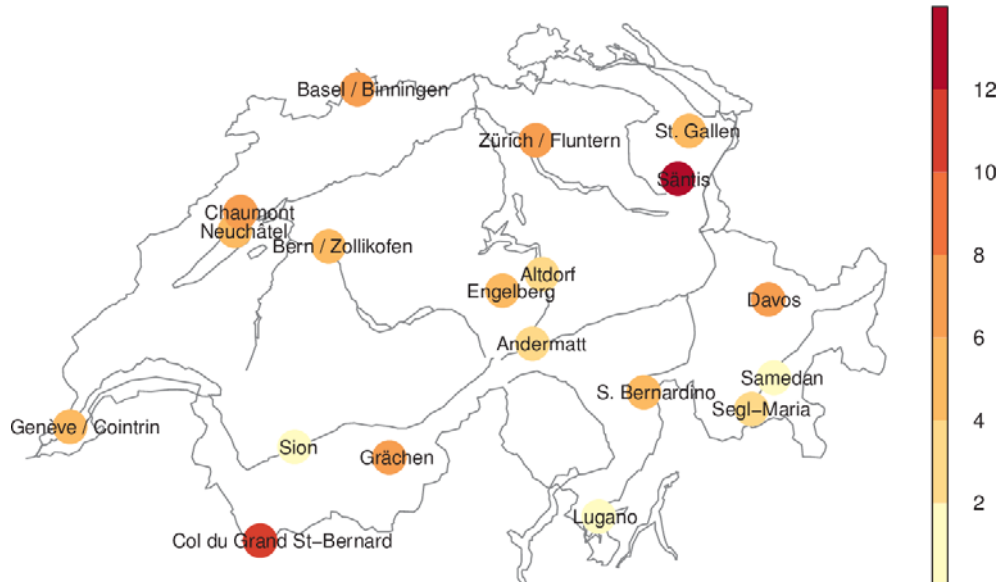


Fig. 2: Stazioni di rilevamento della rete climatologica svizzera con serie ininterrotte della temperatura a partire dal 1864 e la loro ponderazione (in %) nel calcolo della temperatura media svizzera.

In base ai rilevamenti della rete SwissMetNet, MeteoSvizzera calcola una distribuzione spaziale della temperatura sulla Svizzera con una maglia della risoluzione di 2 km. Dal 1981 questi dati su griglia mostrano una qualità elevata e costante, grazie al numero relativamente elevato e sempre uguale di stazioni. I dati su griglia delle temperature medie mensili del periodo 1981-2014 sono stati utilizzati come referenza per calibrare un metodo statistico che stima una media spaziale per la Svizzera in base ai dati delle stazioni disponibili. I dati su griglia e la metodologia per la loro estrazione sono descritti nelle relative schede tecniche del sito web di MeteoSvizzera (www.meteosvizzera.ch) e in Frei (2014).

Metodologia

La temperatura media svizzera di un determinato mese è stimata con l'aiuto di una combinazione lineare (media ponderata) delle misurazioni della temperatura alle 19 stazioni NBCN. Le stazioni utilizzate, così come i loro coefficienti (ponderazioni), sono indipendenti dal tempo. I coefficienti sono stati calcolati con il metodo statistico dell'analisi delle componenti principali e della regressione lineare multipla, dove i valori medi spaziali della temperatura nel periodo dal 1985 al 2004 sono stati utilizzati come riferimento (ordine di grandezza della regressione lineare). Per eliminare l'influsso dell'andamento annuale, il modello lineare è stato adattato alle deviazioni della temperatura dalla media del periodo 1981-2010.

L'analisi delle componenti principali ha permesso di eliminare la collinearità delle variabili indipendenti (le serie di misurazioni delle stazioni) e di conseguenza di limitare il numero delle variabili indipendenti nel modello di regressione. Con la regressione multipla è stato definito il rapporto lineare tra le componenti principali trattate e la media della griglia. A partire dai coefficienti del modello di regressione e dalle cariche dell'analisi delle componenti principali sono state derivate le ponderazioni delle singole stazioni. La temperatura media svizzera è così una media

ponderata di rilevamenti strumentali che si avvicina il più possibile alla media della griglia.

La Svizzera è composta di diverse regioni climatiche. L'andamento delle temperature tra il Sud e il Nord delle Alpi, così come per le diverse fasce altitudinali, presenta delle differenze interessanti. Utilizzando la medesima metodologia come per la temperatura di tutta la Svizzera, è stata calcolata anche la temperatura media per le tre seguenti sotto regioni: Nord delle Alpi per quote sotto 1000 m, Nord delle Alpi per quote sopra 1000 m e Sud delle Alpi. La regione Sud delle Alpi, oltre al Ticino, comprende pure le valli del Sempione e le valli del Grigioni Italiano. Anche per la temperatura delle sotto regioni sono state considerate tutte le 19 stazioni, con una ponderazione della singola stazione a dipendenza della sua importanza per la regione. Sono possibili anche ponderazioni negative, sulla base di schemi spaziali inversi nella distribuzione della temperatura in Svizzera. Una descrizione dettagliata della metodologia per il calcolo della temperatura media in Svizzera è pubblicata in Begert & Frei (2018).

Precisione e interpretazione

Di tutto il periodo 1981-2014 con disponibilità di dati ad alta risoluzione temporali, sono stati utilizzati solo 20 anni per calcolare la ponderazione delle stazioni. I restanti 14 anni sono serviti per paragonare la precisione tra i valori della temperatura calcolati sulla griglia e quelli stimati dalle stazioni. È risultato che i valori mensili ottenuti dalle stazioni possono avere uno scarto di $\pm 0,1$ °C (root mean squared error) rispetto alla media "vera" trovata sulla griglia. La deviazione è persino più piccola per la media dell'estate e per le aggregazioni (stagione, semestre, anno).

L'insicurezza dei valori medi per le sotto regioni è del medesimo ordine come per la media di tutto il paese, a parte per la regione Sud delle Alpi, dove la deviazione comporta $\pm 0,2$ °C. Anche per le sotto regioni l'insicurezza è tendenzialmente minore per l'estate che per l'inverno.

La regione Sud delle Alpi comprende anche zone di alta quota (cresta principale delle Alpi) ed è perciò in media più fredda che la regione Nord delle Alpi sotto i 1000 m di altitudine. Bisogna così tener conto di questo fatto nell'interpretazione delle medie regionali nel confronto con altre regioni.

A causa della limitata risoluzione spaziale (2 km x 2 km), le piccole strutture della topografia svizzera come cime o piccoli laghi di aria fredda vanno perse e non sono considerate nel calcolo dei dati su griglia. Di conseguenza, e anche a causa di insicurezze dell'interpolazione spaziale, le temperature media calcolate sulla griglia possono differire dalle medie effettive rilevate alle stazioni. Probabilmente le differenze sono piccole, se considerate su superfici estese (tutta la Svizzera e sotto regioni), anche se non conosciute. Gli errori indicati sopra possono perciò sottostimare leggermente l'insicurezza reale.

Prodotti simili

Sulle pagine web di MeteoSvizzera sono pure pubblicate le cartine delle precipitazioni medie per la Svizzera. Al momento si tratta però ancora di medie non ponderate, calcolate in base ad anomalie rispetto a un periodo di riferimento. È previsto di applicare anche alle precipitazioni la metodologia utilizzata per le temperature.

In base ai dati su griglia disponibili dal 1981 e alle lunghe serie di rilevamenti presso MeteoSvizzera vengono ricostruiti degli insiemi di dati su griglia coerenti e ad alta risoluzione, risalenti fino al 1864. La metodologia utilizzata, *reduced space optimal interpolation*, è descritta e in Schmidli et al. (2001) e in Schiemann et al. (2010). In alternativa alle medie disponibili per le stazioni sarebbe pensabile una serie temporale di dati medi sulla griglia di questo insieme di dati. I nostri confronti mostrano che le differenze con le medie ponderate per le stazioni qui descritte so-

no molto piccole. La differenza media (root mean squared error) comporta $\pm 0,1$ °C per tutte le stagioni.

Versioni <http://www.meteosvizzera.admin.ch/home/clima/il-clima-svizzero-nei-dettagli/temperatura-media-svizzera/serie-di-dati-della-temperatura-media-svizzera-a-risoluzione-mensile.html>

Disponibilità La temperatura media svizzera è pubblicata in un file testo sul sito web di MeteoSvizzera. L'insieme dei dati è identificato univocamente tramite un DOI (Digital Object Identifier). La serie di dati è completata mensilmente con il valore del mese precedente. I valori storici restano così fondamentalmente inalterati. All'inizio dell'anno MeteoSvizzera ufficializza i risultati dei processi di omogeneizzazioni ed è possibile che dei valori storici di una stazioni vengano adattati alle nuove condizioni di rilevamento. Questi cambiamenti possono eventualmente anche avere una ripercussione sulla temperatura media della Svizzera. In questo caso, alla serie di dati è attribuito un nuovo DOI. Le versioni più vecchie di queste serie sono comunque sempre disponibili sulle pagine web di MeteoSvizzera.

Bibliografia

Begert M, Seiz G, Schlegel T, Musa M, Baudraz G, Moesch M. 2003. Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990. Schlussbericht des Projekts NORM90. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, 67, 170 p.

Begert M, Schlegel T, Kirchhofer W. 2005. Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. International Journal of Climatology, 25: 65-80. <https://doi.org/10.1002/joc.1118>

Begert M, Seiz G, Foppa N, Schlegel T, Appenzeller C, Müller G. 2007. Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN). Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 215, 43 p.

Begert M, Frei C. 2018. Long-term area-mean temperature series for Switzerland - Combining homogenized station data and high resolution grid data. International Journal of Climatology, 38: 2792-2807. <https://doi.org/10.1002/joc.5460>

Frei C. 2014. Interpolation of temperature in a mountainous region using nonlinear profiles and non-Euclidean distances. International Journal of Climatology, 34: 1585-1605. <https://doi.org/10.1002/joc.3786>

Schiemann R, Liniger MA, Frei C. 2010. Reduced space optimal interpolation of daily rain gauge precipitation in Switzerland. J. Geophys. Res. 115: D14109. <https://doi.org/10.1029/2009JD013047>

Schmidli J, Frei C, Schär C. 2001. Reconstruction of mesoscale precipitation fields from sparse observations in complex terrain. J. Clim. 14: 3289-3306.

Settembre 2018