Precipitazioni medie nella regione alpina europea 1971–2008

Sommario
Le presenti carte mostrano la distribuzione delle precipitazioni medie nella regione alpina 1971–2008 per un anno civile, i dodici mesi civili e le quattro stagioni. I dati raster alla base contengono un'analisi della distribuzione spaziale delle precipitazioni per ogni giorno del periodo di riferimento con dati rilevati presso circa 8500 stazioni. Per i bacini imbriferi con un'area pari o superiore a 100 km^2 sono indicati i valori medi regionali.

Autori: Francesco A. Isotta[1], Christoph Frei[1], Jan Schwanbeck[2]
[1] *Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera, Operation Center 1, CH-8058 Zürich-Flughafen*
[2] *Atlante idrologico della Svizzera, Hallerstrasse 12, CH-3012 Berna*

1 Introduzione

Le molteplici influenze di una catena montuosa sui processi atmosferici provocano ampie variazioni spaziali delle precipitazioni. Questo spiega perché le differenze dell'altezza di precipitazione media annuale nella sola regione alpina, anche entro distanze di meno di 100 km, siano equiparabili, ad esempio, a quelle che intercorrono tra Creta e la costa occidentale della Scozia. Le variazioni delle precipitazioni sono complesse e, a differenza di quelle della temperatura, possono essere descritte solo approssimativamente in relazione all'altitudine. Le precipitazioni caratterizzano il paesaggio e la presenza di ecosistemi naturali; è essenziale tenerne conto nella pianificazione delle infrastrutture civili, delle misure di gestione idrica e dell'uso agricolo.

Le attuali carte delle precipitazioni medie annuali pluriennali nella regione alpina sostituiscono le carte presentate nelle tavole dell'Atlante 2.6 [1] e 2.7 [2]. Analogamente alle tavole 2.6 e 2.7, esse presentano i risultati delle analisi climatologiche delle precipitazioni per l'intera regione alpina. Nelle nuove carte coprono l'arco di tempo considerato è quasi raddoppiato, ed esse si basano su un numero ancora maggiore di osservazioni delle reti di misurazione nazionali e regionali dei paesi alpini.

2 Dati e metodo

Le carte delle precipitazioni medie annuali pluriennali nella regione alpina si basano sul set di dati APGD «Alpine Precipitation Grid Dataset» [3]. Fare riferimento a [3] per una descrizione dettagliata del set di dati, dei metodi di analisi, dei dati di misura utilizzati e delle varie fonti di errore.

Il set di dati raster APGD contiene un'analisi delle precipitazioni per ogni giorno del periodo 1971–2008 per l'area che copre le Alpi europee e le pianure circostanti. La stima della distribuzione spaziale delle precipitazioni si basa sule misure delle precipitazioni giornaliere rilevate presso più di 8500 siti. La risoluzione spaziale effettiva del set di dati corrisponde all'incirca alla distanza media reciproca tra stazioni di misura vicine, vale a dire 10–20 km. La risoluzione tecnica equivale alla dimensione delle celle della griglia di 5 km x 5 km.

Per effettuare le analisi delle precipitazioni sono stati necessari i passi seguenti:

1. Le precipitazioni medie annuali e mensili rilevate presso tutte le stazioni negli anni 1971–2008 vengono riepilogate in medie pluriennali.
2. Questi valori climatici medi delle stazioni di misura sono interpolati spazialmente, in modo da avere un valore delle precipitazione per ogni mese e per ogni cella della griglia per il periodo di riferimento 1971–1990. In questa interpolazione si tiene conto delle relazioni statistiche tra le precipitazioni rilevate dalle stazioni e la topografia circostante stimati dal modello di regressione PRISM (Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model [4], [5]).
3. Per ogni giorno del periodo 1971–2008 vengono calcolate le anomalie – ovvero deviazioni – relative di questi rispetto alle medie mensili pluriennali stimate nel passo (1).
4. Per l'interpolazione spaziale di queste anomalie viene adottata una versione modificata dell'algoritmo SYMAP [6], [7].
5. Le griglie di anomalie giornaliere generate in (4) vengono infine moltiplicate con i valori climatici delle precipitazioni mensili corrispondenti interpolati nel passo (2).

Nel generare il set di dati APGD è stato necessario accettare i seguenti errori:

- Errore di misura sistematico: le misure delle precipitazioni non possono essere corrette a causa della mancanza di misurazioni del vento. Pertanto, ci si può attendere una sottovalutazione temporale e spaziale variabile della quantità di precipitazioni. Sono da aspettarsi errori particolarmente gravi in caso di forte vento e forti nevicate in inverno, e generalmente ad alta quota [8]. La correzione di questi errori si è rivelata difficile [9], motivo per cui è stata omessa per la presente analisi.

Testo esplicativo ©Atlante Idrologico della Svizzera, Bern 2018 – 1

- Gli errori di misura casuali si basano su imprecisioni di misurazione, difetti del strumento di misura o errori di trasmissione. La maggior parte dei dati di misura erano già stati controllati dal fornitore. È stato inoltre effettuato un controllo automatico della plausibilità dei dati. Non è tuttavia possibile escludere completamente errori di questo tipo nei valori di misura.
- Gli errori di interpolazione interessano le celle del raster che si trovano tra le stazioni di misura pluviometriche. Maggiore è il numero di cellule raster combinate per formare una media spaziale, minore è l'errore di interpolazione previsto. Essendo che un minor numero di stazioni di misura sono disponibili ad alta quota, come nel caso dell'errore sistematico ci si aspetta un aumento dell'errore di interpolazione con l'aumento dell'altitudine.

Nell'Atlante idrologico, il set di dati APGD è aggregato nel tempo, risultando così in dodici carte della media mensile e una delle precipitazioni medie annuali per il periodo 1971–2008. Le medie pluriennali sono spazialmente aggregate per i bacini imbriferi con un'area di almeno 100 km^2.

3 Risultati

La distribuzione delle precipitazioni medie annue su larga scala è caratterizzata da due distinte fasce di precipitazioni lungo i bordi settentrionali e meridionali dell'arco alpino. Queste fasce comprendono zone con livelli di precipitazione elevati. La fascia sud può essere ulteriormente suddivisa in due zone principali. Esse s'incontrano in prossimità del passo del Gottardo, essendo altrimenti separate da una zona secca intermedia, particolarmente estesa in corrispondenza del Tirolo. Capita così persino che stazioni montane all'interno delle Alpi misurino precipitazioni inferiori a quelle che normalmente si osservano lungo il margine delle Alpi. Nei massicci perialpini le precipitazioni risultano sostenute, sebbene la quota non superi qui i 1500 m s.l.m. (ad es. la Foresta Nera) sono molto piovose nonostante la loro bassa altitudine. Contrariamente a quanto accade nelle Alpi, i valori massimi di precipitazioni qui si hanno invece in corrispondenza dei rilievi più alti.
In media le precipitazioni mensili calcolate su tutto il territorio coperto dalla carta nei quattro mesi da dicembre a marzo con 65–86 mm/mese mostrano valori nettamente inferiori a quelli dei mesi da maggio a novembre (97–107 mm/mese). La distribuzione spaziale evidenzia i medesimi aspetti già descritti per le precipitazioni annuali, come le zone ricche di precipitazioni lungo i bordi delle Alpi e sopra i massicci perialpini, nonché la zona secca interalpina. Tuttavia, tale configurazione si delinea in maniera diversa, in funzione della stagione.
In inverno (da dicembre a febbraio) le precipitazioni nell'intera regione alpina sono inferiori rispetto ad altre stagioni; la zona umida lungo il margine meridionale delle Alpi non è molto pronunciata. Le zone interne delle Alpi, la Bassa Austria e la Carinzia sono particolarmente secche.
Al contrario, i massicci perialpini (Giura, Vosgi, Foresta Nera) ricevono maggiori precipitazioni rispetto alle altre stagioni. Le basse pressioni sul Nordeuropa con i loro fronti associati e le correnti nordoccidentali sono all'origine di questa ripartizione. Inoltre è possibile notare le considerevoli precipitazioni che cadono sull'Appennino settentrionale e sulle Alpi Dinariche.
Rispetto all'inverno, le differenze tra le precipitazioni sulla pianura e quelle sui margini settentrionali delle Alpi e sui massicci perialpini sono minori in primavera (da marzo a maggio). Particolarmente abbondanti sono le precipitazioni che si rilevano lungo il margine meridionale delle Alpi (Alpi Ticino, Carniche e Giulie). Queste anomalie sono probabilmente causate da frequenti correnti meridionali e dall'inizio dell'attività temporalesca a fine primavera.
La costa mediterranea e l'Appennino hanno scarse precipitazioni estive (da giugno ad agosto), mentre le Alpi centrali e orientali sono ricche di precipitazioni. Le precipitazioni più abbondanti si trovano lungo il margine settentrionale delle Alpi. La corrispondente fascia di umidità si espande ulteriormente in pianura rispetto alle altre stagioni. Questo fenomeno è dovuto principalmente ai temporali estivi nelle Alpi e nei territori perialpini.
In autunno (settembre-novembre) la distribuzione spaziale è simile a quella primaverile, con valori marcati sul Massiccio Centrale, sulle Alpi Giulie e Carniche e sulle Alpi Dinariche. La forte evaporazione dalla calda superficie del mare e le frequenti zone a bassa pressione nel Mediterraneo occidentale contribuiscono al trasporto di grandi quantità d'acqua dal Mediterraneo verso la regione alpina. Precipitazioni intense lungo le Alpi meridionali sono quindi particolarmente frequenti in autunno [3], [7].
Osservata su scala mensile, la distribuzione delle precipitazioni medie è soggetta a variazioni significative, alcune delle quali emergono chiaramente nel semestre estivo. Ad esempio, l'inizio dell'attività temporalesca a nord della cresta principale delle Alpi si riconosce dal notevole cambiamento delle precipitazioni da maggio a giugno. Nella Svizzera meridionale e nel Norditalia, le forti precipitazioni nella fase estiva si attenuano temporaneamente nel mese di luglio. La brusca diminuzione delle precipitazioni da agosto a settembre segna la fine della fase temporalesca estiva sulle Alpi. Il decorso autunnale mostra che nel settore alpino meridionale ottobre è un mese particolarmente ricco di precipitazioni.

Bibliografia

[1] Schwarb, M., Daly, C., Frei, C. e Schär, C. (2001a). Mittlere jährliche Niederschlagshöhen im europäischen Alpenraum 1971-1990. In: *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. Vol. 1. 2 voll. Tafel 2.6. Bern. URL: http://www.hydrologischeratlas.ch/de/produkte/druckausgabe/niederschlag/tafel-2-6.

[2] Schwarb, M., Daly, C., Frei, C. e Schär, C. (2001b). Mittlere saisonale Niederschlagshöhen im europäischen Alpenraum 1971-1990. In: *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. Vol. 1. 2 voll. Tafel 2.7. Bern. URL: http://www.hydrologischeratlas.ch/de/produkte/druckausgabe/niederschlag/tafel-2-6.

[3] Isotta, F. A. et al. (2014). The climate of daily precipitation in the Alps: development and analysis of a high-resolution grid dataset from pan-Alpine rain-gauge data. In: *International Journal of Climatology* 34.5, pp. 1657–1675. ISSN: 1097-0088. DOI: 10.1002/joc.3794. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3794/full (visitato il 21/01/2018).

[4] Daly, C., Neilson, R. P. e Phillips, D. L. (1994). A Statistical-Topographic Model for Mapping Climatological Precipitation over Mountainous Terrain. In: *Journal of Applied Meteorology* 33.2, pp. 140–158. ISSN: 0894-8763. DOI: 10.1175/1520-0450(1994)033<0140:ASTMFM>2.0.CO;2. URL: http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0450%281994%29033%3C0140%3AASTMFM%3E2.0.CO%3B2 (visitato il 22/01/2018).

[5] Daly, C., Gibson, W. P., Taylor, G. H., Johnson, G. L. e Pasteris, P. (2002). A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate. In: *Climate Research* 22.2, pp. 99–113. ISSN: 0936-577X, 1616-1572. DOI: 10.3354/cr022099. URL: http://www.int-res.com/abstracts/cr/v22/n2/p99-113/ (visitato il 22/01/2018).

[6] Shepard, D. S. (1984). Computer Mapping: The SYMAP Interpolation Algorithm. In: *Spatial Statistics and Models*. Theory and Decision Library. Springer, Dordrecht, pp. 133–145. ISBN: 978-94-017-3048-8. DOI: 10.1007/978-94-017-3048-8_7. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3048-8_7 (visitato il 22/01/2018).

[7] Frei, C. e Schär, C. (1998). A precipitation climatology of the Alps from high-resolution rain-gauge observations. In: *International Journal of Climatology* 18.8, pp. 873–900. ISSN: 1097-0088. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0088(19980630)18:8<873::AID-JOC255>3.0.CO;2-9. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0088(19980630)18:8%3C873::AID-JOC255%3E3.0.CO;2-9/abstract (visitato il 22/01/2018).

[8] Sevruk, B. (1985). *Systematischer Niederschlagsmessfehler in der Schweiz*. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie 31. Bern.

[9] Schädler, B. e Weingartner, R. (2002). Ein detaillierter hydrologischer Blick auf die Wasserressourcen der Schweiz. In: *Wasser, Energie, Luft* 7/8.94, pp. 189–197.