

Metodologia, indici e base dati per il report mensile di monitoraggio agrometeorologico pubblicato sulla rivista online PianetaPSR¹

Le analisi pubblicate mensilmente sulla [rivista online PianetaPSR](#) nella sezione “*L'andamento agrometeorologico di ...*”) sono il frutto di un'attività di monitoraggio svolta nell'ambito della Rete Rurale Nazionale ([scheda “Agrometeore”](#)) e rientrano fra le attività dell'[Osservatorio di Agrometeo-Climatologia](#) del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) - Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente.

La scelta degli indicatori per il monitoraggio agro-meteorologico si è basata sulla ricerca in letteratura di quelli maggiormente applicati negli studi sul settore, che ha come riferimento importante i lavori dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (*World Meteorological Organization- WMO*), dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC* (IPCC, 2007 and 2012) e dell'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices – ETCCDI* (http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml). Inoltre, per l'agricoltura italiana si è fatto riferimento agli studi già svolti dai ricercatori del CREA-Agricoltura e Ambiente (Parisse et al., 2020; Pontrandolfi et al., 2020; Beltrano et al., 2017; Esposito et al., 2015), nonché ai prodotti elaborati e diffusi da principali servizi agrometeorologici internazionali. Per la scelta degli indicatori di monitoraggio sono stati definiti alcuni criteri principali:

- disponibilità di dati per il calcolo
- validità riconosciuta dalla letteratura scientifica
- capacità descrittiva delle relazioni tra agricoltura e meteo-clima a livello italiano
- capacità di evidenziare cambiamenti, come ad esempio le anomalie rispetto ad un periodo di riferimento
- possibilità di utilizzare soglie locali (e non fissate uniformemente su tutto il territorio nazionale) per la stima degli eventi estremi, in modo da tener conto della variabilità territoriale
- capacità di descrivere l'evoluzione delle condizioni agrometeo-climatiche nelle diverse fasi della stagione agraria.

¹ Versione aggiornata del [documento collegato](#) al report mensile di PianetaPSR pubblicato fino a N.136.

Gli indicatori selezionati consentono di descrivere sia la situazione attuale che gli andamenti nel tempo, anche in termini di anomalie rispetto al clima.

Il calcolo delle anomalie si basa sul periodo climatico di riferimento 1991-2020 (di seguito e nel monitoraggio definito anche “clima”) seguendo le indicazioni della *World Meteorological Organization* (WMO), che richiede di considerare le medie delle variabili climatiche calcolate per un periodo di 3 decenni consecutivi (WMO, 2017).

Lo schema degli indicatori varia nel corso dei mesi in relazione alla stagione agraria, poiché alcuni di questi sono significativi solo per determinati periodi (ad esempio, il monitoraggio delle gelate tardive è utile solo nei mesi di marzo e aprile, quando le colture sono in fasi fenologiche particolarmente sensibili).

Alcuni indici sono specifici per gli eventi meteorologici estremi che possono potenzialmente danneggiare produzioni agricole e strutture aziendali. I rischi meteorologici possono essere molto diversi in base alla natura e alla frequenza stagionale degli eventi, influenzando direttamente e indirettamente le condizioni di crescita delle colture.

Il monitoraggio agrometeorologico (attraverso gli indici di seguito illustrati) richiede serie di dati complete e disponibili in quasi *real time* e ad adeguata risoluzione temporale e spaziale. A questo scopo vengono utilizzati i dati pubblicati in [MADIA daily gridded dataset](#) (Parisse et al., 2023a); questa base di dati giornaliera origina a sua volta da dati di rianalisi [ERA5 hourly surface data](#) elaborati per l'area italiana e aggiornati quotidianamente per uso interno. Maggiori dettagli sulle procedure di stima delle variabili usate per il calcolo degli indici sono stati pubblicati in Parisse et al. (2023b).

Gli indici sono stati stimati a livello di ogni singola cella della griglia e i risultati sono presentati sotto forma di mappe a scala nazionale.

Indici di monitoraggio agrometeorologico

Temperature

- Anomalie di Temperatura massima ($T2X$): differenza in °C tra il valore medio del mese ed il rispettivo valore del riferimento climatico
- Anomalie di Temperatura minima ($T2N$): differenza in °C tra il valore medio del mese e il rispettivo valore del riferimento climatico
- Temperatura minima estrema ($TN90p$): numero di giorni del mese in cui la Temperatura minima è stata superiore al 90° percentile² della distribuzione climatica

² Il calcolo dei percentili giornalieri sulla serie climatica si riferisce ad una finestra di 5 giorni centrata su ogni giorno dell'anno

- Temperatura massima estrema (TX90p): numero di giorni del mese in cui la Temperatura massima è stata superiore al 90° percentile¹ della distribuzione climatica
- Sommatorie termiche cumulate (Growing degree days - GDD Tb=0 °C e GDD Tb=10 °C): calcolate dal mese di gennaio di ogni anno con soglie di temperatura base (Tb) pari a 0°C e 10°C e rispettive anomalie dal clima. Il calcolo si basa sulle temperature medie giornaliere. Le due soglie di temperatura di base scelte consentono di dare indicazioni generali per le principali colture. L'accumulo termico rispetto a 0 °C consente di valutare lo sviluppo delle specie autunno-vernine (per es. il frumento), mentre l'accumulo termico rispetto a 10 °C dà indicazioni utili per le specie vegetali più esigenti, come le colture a ciclo primaverile-estivo (per es. il mais e la vite). La soglia a 10 °C è utile anche per il monitoraggio di alcuni parassiti entomatici (Felber et al., 2018).
- Gelate tardive: numero di giorni mensili con $T2N \leq 0$ °C. Il calcolo di questo indicatore si limita ai mesi di marzo e aprile, quando la maggior parte delle colture si trova in fioritura, la fase fenologica più sensibile al gelo (Gobin, 2018). L'indicatore è espresso anche come scarto dai valori climatici.
- Gelate precoci: numero di giorni mensili con $T2N \leq 0$ °C. Il calcolo di questo indicatore si limita ai mesi tra settembre e novembre. L'indicatore è espresso anche come scarto dai valori climatici.

Precipitazioni

- Precipitazione cumulata (TP): precipitazione in mm cumulata nel mese
- Scarto della Precipitazione (scarto TP %): anomalia di precipitazione, espressa come percentuale del valore di riferimento
- Valore massimo di precipitazione giornaliera (rx1day), corrispondente al giorno più piovoso del mese. L'indice è espresso in mm e rappresenta fenomeni potenzialmente in grado di provocare danni all'agricoltura e runoff
- Valore massimo di precipitazione cumulata su 5 giorni consecutivi nel mese (rx5day), espresso in mm, potenzialmente in grado di provocare danni all'agricoltura e runoff.

Evapotraspirazione

- Evapotraspirazione di riferimento (etPM): l'evapotraspirazione è la quantità d'acqua perduta dal terreno per effetto congiunto dell'evaporazione diretta e della traspirazione delle piante ed è espressa come quantità di acqua per unità di superficie per unità di tempo; analogamente alla precipitazione, viene misurata in mm. Per evapotraspirazione di riferimento, si considera una copertura erbacea in condizioni ottimali di disponibilità idrica e nutrizionale, priva di attacchi da agenti patogeni, caratterizzata da alcuni parametri standard (Allen, 1998). Per il calcolo di questa grandezza è stata applicata l'equazione di Penman-Monteith, adottata in ambito FAO (Allen, 1998). I valori presentati si riferiscono ai cumulati mensili.

Temperature e precipitazioni

- **Bilancio idro-climatico (BIC):** rappresenta la differenza tra le precipitazioni (*TP*) e l'evapotraspirazione potenziale (*etPM*). Il calcolo di questo indice consente in prima analisi di individuare situazioni di surplus o deficit idrico. L'andamento cumulato evidenzia le disponibilità idriche nei periodi di ricarica (novembre-marzo) e di utilizzo della risorsa (aprile-ottobre). È calcolato con passo giornaliero e aggregato a livello mensile; tale indice viene espresso anche come anomalia rispetto al clima.
- **Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI):** lo SPEI è un indicatore di siccità (Vicente - Serrano S.M. et al., 2010), che deriva dal bilancio idrico climatico mensile (o precipitazione efficace - Peff), calcolato come differenza tra la precipitazione totale e l'evapotraspirazione di riferimento. Si basa sul confronto tra i valori di bilancio idrico registrati e il loro andamento mostrato nella serie storica disponibile; in generale, si utilizza la più ampia serie temporale a disposizione, nel nostro caso dal 1981 al presente. L'indicatore può essere calcolato su scale temporali diverse (da 1 a 48 mesi) in base agli obiettivi dell'analisi (valutazione della siccità meteorologica, agricola o idrologica). Un passo temporale di 3-6 mesi (SPEI3 e SPEI6) è ritenuto più adatto a descrivere fenomeni di siccità in agricoltura poiché considera la quantità di Peff accumulata nei 3 o 6 mesi precedenti. Trattandosi di un indice standardizzato, lo SPEI non ha unità di misura. Valori di SPEI < -1 indicano situazioni di siccità, mentre valori di SPEI > 1 indicano condizioni di umidità, ossia di surplus idrico rispetto all'andamento medio di lungo periodo.

I valori dell'indice SPEI sono tradotti in classi di diversa intensità (WMO e GWP, 2016), come riportato nella tabella seguente.

Tabella 1 – Classi di SPEI

Intensità di Siccità/Umidità	Valori SPEI
Umidità estrema	≥ 2.00
Umidità severa	1.50 ÷ 1.99
Umidità moderata	1.00 ÷ 1.49
Nella norma	-0.99 ÷ 0.99
Siccità moderata	-1.00 ÷ (-1.49)
Siccità severa	-1.50 ÷ (-1.99)
Siccità estrema	$\leq (-2.00)$

Focus sulla vite

Indice eliotermico di Huglin (*Heliothermal Index - HI*): l'indice eliotermico permette di valutare l'evoluzione delle condizioni termiche e di luce, rispetto alle esigenze delle diverse varietà di vite messe a coltura (Huglin, 1978). L'indice si basa sostanzialmente sul calcolo di una particolare sommatoria termica ($T_b = 10\text{ °C}$) che dà più peso al contributo della temperatura massima e su di un fattore di correzione che tiene conto delle condizioni di irraggiamento, legate alla latitudine. Il computo avviene per il periodo da aprile a settembre e permette di valutare le condizioni termiche quando l'attività fotosintetica è massima

$$HI = k \sum_4^9 \max \left[\left(\frac{\frac{T_{min} + T_{max}}{2} - 10 + T_{max} - 10}{2} \right); 0 \right]$$

L'interpretazione dei valori dell'indice raggiunti a fine ciclo varia per i differenti vitigni (https://en.wikipedia.org/wiki/Huglin_index; <https://wiki.wiforagri.com/wiki/indici-bioclimatici>) e per le diverse destinazioni dell'uva (<http://www.sar.sardegna.it/documentazione/agro/huglin.asp>)

Bibliografia di riferimento

- Allen R.G., Pereira R.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, Roma Italy, 300 pp.
- Beltrano M.C., De Natale F., Esposito S., Parisse B., A survey on regional agrometeorological network in Italy. F. Ventura, G. Seddaiu, G. Cola (a cura di), Atti del XX Convegno AIAM e XLVI Convegno SIA. Milano, 12-14 settembre 2017. pp. 38-42. DOI 10.6092/unibo/amsacta/5692.
- Esposito S., Beltrano M.C., De Natale F., Di Giuseppe E., Iafrate L., Libertà A., Parisse B., scaglione M., 2015. Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura. Roma, pp. 264 ISBN 978-88-97081-80-7.
- Felber, R., Stoeckli, S. & Calanca, P., 2018. Generic calibration of a simple model of diurnal temperature variations for spatial analysis of accumulated degree-days. *Int J Biometeorol* 62, 621–630. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1471-5>.
- Gobin, A., 2018. Weather related risks in Belgian arable agriculture. *Agricultural Systems* 159: 225-236 DOI: 10.1016/j.agsy.2017.06.009.
- Huglin P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermique d'un milieu viticole. *C. R. Académie d'Agriculture (Acad. Agric.)*, 1117–1126.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC Geneva.

- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [(eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Parisse B., Pontrandolfi A., Epifani C., Alilla R., De Natale F. (2020). An agrometeorological analysis of weather extremes supporting decisions for the agricultural policies in Italy. *Italian Journal of Agrometeorology* (3): 15-30. <https://doi.org/10.13128/ijam-790>
- Parisse B., Alilla R, Pepe A.G., De Natale F. (2023a), Meteorological variables for Agriculture: daily time series for the Italian Area (MADIA daily) (1.3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7621453>
- Parisse B., Alilla R, Pepe A.G., De Natale F. (2023b), MADIA - Meteorological variables for agriculture: A dataset for the Italian area. *Data in Brief*, Vol. 46, 108843, ISSN 2352-3409, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108843>
- Pontrandolfi A., Alilla R., De Natale F., Parisse B. and Pepe A.G. (2020). Droughts and extreme events in agriculture: a comparison of three November – June periods in Italy. In *Book of Abstracts ClimRisk 2020, SISC International Conference 21-23 October 2020*, ISBN: 978-88-97666-16-5, DOI: 10.13140/RG.2.2.25961.11362, pp. 96-99
- Vicente-Serrano S.M., Begueria S., Lopez-Moreno J.I., 2010. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *J. Climate*. 23: 1696-1718 DOI: 10.1175/2009JCLI2909.1.
- WMO World Meteorological Organization and GWP Global Water Partnership, 2016. Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva. ISBN: 978-92-63-11173-9.
- WMO World Meteorological Organization, 2017. WMO Guidelines on the calculation of climate normals. WMO-No. 1203. ISBN: 978-92-63-11203-3 https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4166 .