
Indicatori di siccità e scarsità idrica

Stefano Mariani e Giovanni Braca

ISPRA – Dipartimento per il Monitoraggio e la Tutela
dell'Ambiente e per la Conservazione della Biodiversità

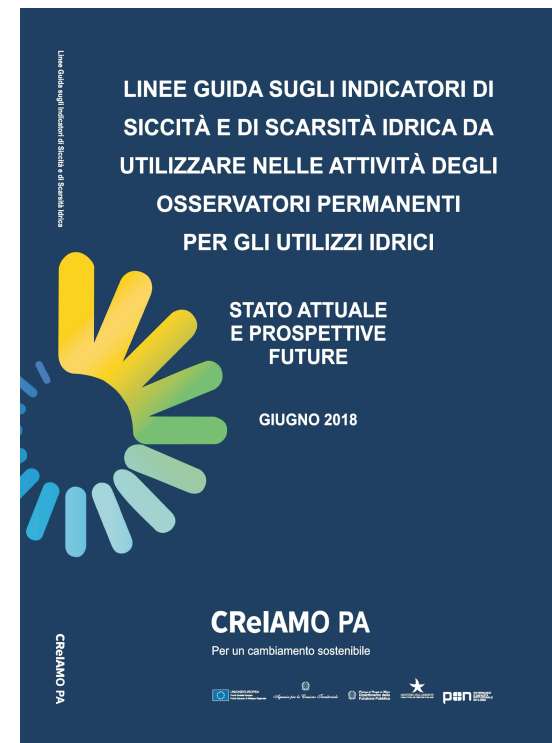


V Riunione Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa, Roma, 21 Febbraio 2019

LINEE GUIDA INDICATORI DI SICCIÀ E SCARSITÀ IDRICA

Linee guida sviluppate da ISPRA e CNR-IRSA con il contributo del Comitato Tecnico di Coordinamento degli Osservatori (Mariani et al., 2018):

- Premessa: Quadro di riferimento
- Monitoraggio siccità e scarsità idrica a livello europeo
 - ❑ EU Communication on WS & D
 - ❑ CIS Expert WG on WS & D
 - ➔ Testing indicatori, incl. WEI+, su bacini europei tra cui 5 italiani (Arno, Po, Serchio, Liri-Garigliano e Volturno)
- Attività nazionali e strumenti finalizzati al monitoraggio
- Attività a livello di distretto idrografico
- Proposta di indicatori comuni a livello nazionale per gli Osservatori distrettuali permanenti per gli utilizzi idrici
 - ➔ a integrazione degli indicatori e degli strumenti operativi già utilizzati in ambito di Distretto idrografico



CReIAMO PA

Linee guida realizzate nell'ambito del Progetto del MATTM **CReIAMO PA**, finanziato dal **PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020**, e disponibili sul sito web ISPRA (http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/idro.html; LG short link: <https://bit.ly/2GAWfPh>).

- ***Standardized Precipitation Index (SPI) ****
- ***Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)***
- ***Standardized Runoff Index (SRI)***
- ***Standardized SnowPack Index (SSPI)***, 2 metodologie
 - ❑ Problematica: stima dell'equivalente in acqua della neve (SWE)
- ***Spring Anomaly Index (SAI)***
- ***fraction of Absorbed Photosynthetically Active Solar Radiation (fAPAR) **** / prodotto Copernicus e anomalia di fAPAR
- ***Water Explotation Index Plus (WEI+) ****

STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX – SPI

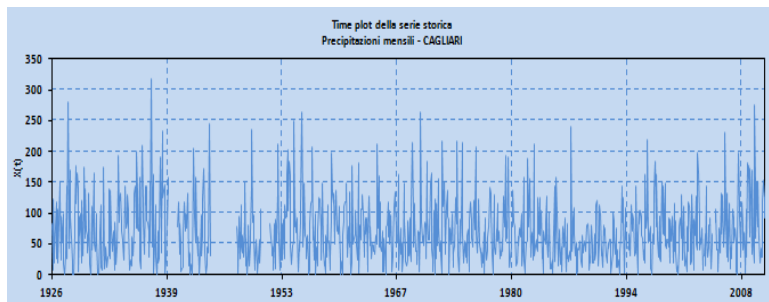
Lo SPI quantifica il deficit di precipitazione a diverse scale temporali associando una probabilità al valore della precipitazione osservata cumulata sulle diverse scale temporali.

Le diverse scale temporali riflettono le modalità con cui la siccità impatta sulla disponibilità della risorsa idriche:

- SPI riferito a periodi brevi di aggregazione temporale (da 1 a 3 mesi) fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti;
 - SPI riferito a periodi medi di aggregazione temporale (da 3 a 12 mesi) fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi;
 - SPI riferito a più lunghi periodi di aggregazione temporale (oltre i 12 mesi) fornisce indicazioni sulla ridotta ricarica degli invasi e sulla disponibilità di acqua nelle falde
-

CALCOLO DELLO SPI

Serie
precipitazioni
mensili

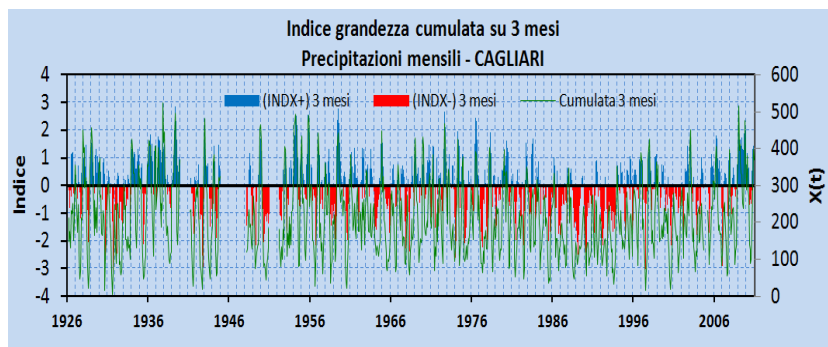


Calcolo delle serie cumulate mensili
per durate $d = 1, 3, 6, 9, 12, 24, 48$
mesi

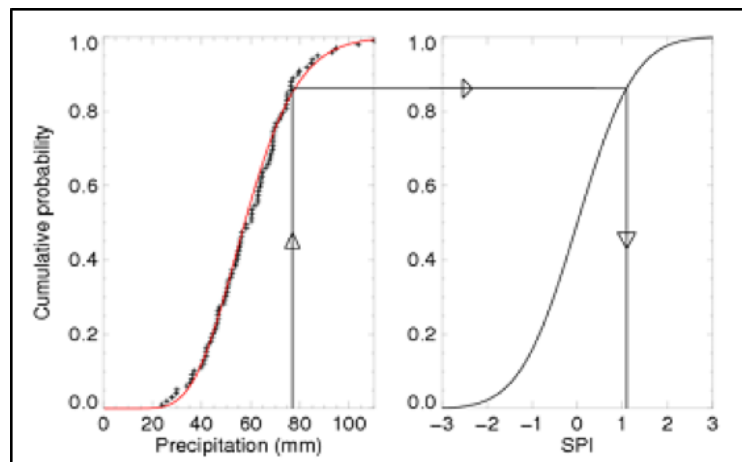


Per ciascun mese m e per ciascuna
durata d si interpolano i dati con una
distribuzione Gamma mista (stima
parametri con il metodo ML)

$$H(x) = q + (1 - q)G(x)_{m, d}$$



Serie mensile dello SPI di durata d



$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}}\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-x/\hat{\beta}} dx$$



Trasformazione della
Gamma mista in una $N(0,1)$

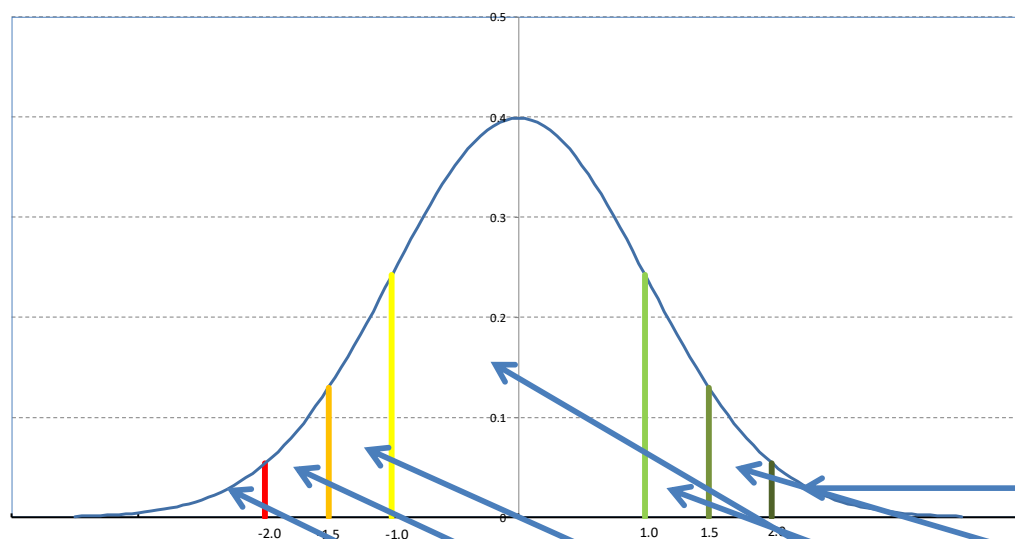
(POST RIUNIONE OPERATIVA A FOLIGNO)

- Previsione SPI mediante probabilità condizionata allo stato attuale (v. Cancelliere et al., *Water Resource Manage*, 2017)
- Previsione SPI sotto diversi scenari:
 - Scenario "*Poco piovoso*" mediante l'uso del 1° decile di precipitazione mensile attesa, "*Normale*" mediante l'uso del 5° decile, e "*Molto piovoso*" mediante l'uso del 9° decile (v. bollettino idrologico mensile ARPA Piemonte)
 - Scenari basati su previsioni mensili/stagionali (e.g., ECMWF, CMCC)

CLASSIFICAZIONE DEL LIVELLO DI SICCIÀ

SPI	Percentile F(x)	Formula T	T (anni)
2.00	0.977	$T=1/[1-F(x)]$	44
1.50	0.933	$T=1/[1-F(x)]$	15
1.00	0.841	$T=1/[1-F(x)]$	6
0.67	0.750	$T=1/[1-F(x)]$	4
0.00	0.500	$T=1/F(x)$	2
-0.67	0.250	$T=1/F(x)$	4
-1.00	0.159	$T=1/F(x)$	6
-1.50	0.067	$T=1/F(x)$	15
-2.00	0.023	$T=1/F(x)$	44

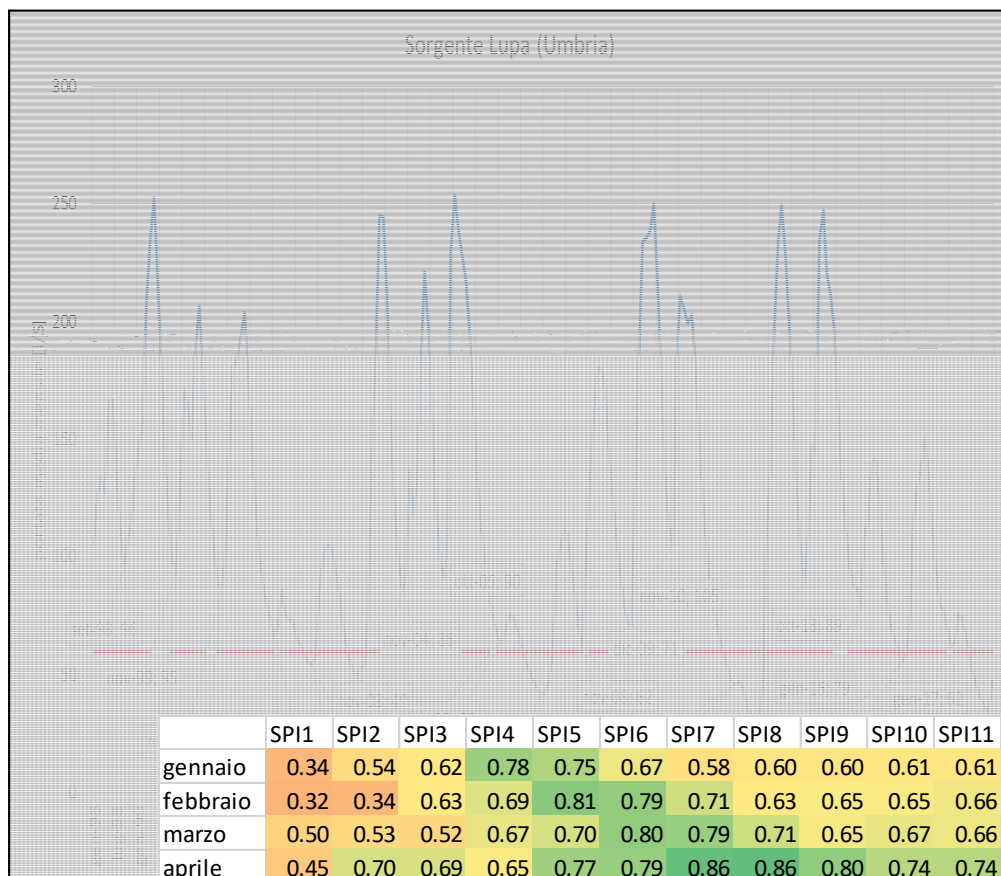
Standardized Precipitation Index - Classificazione del livello di siccità meteorologica



Valori SPI	Classe
$SPI \geq 2$	umidità estrema
$1.5 \leq SPI < 2.0$	umidità severa
$1.0 \leq SPI < 1.5$	umidità moderata
$-1.0 < SPI < 1.0$	nella norma
$-1.5 < SPI \leq -1.0$	siccità moderata
$-2.0 < SPI \leq -1.5$	siccità severa
$SPI \leq -2.0$	siccità estrema

SPRING ANOMALY INDEX – SAI

Indicatore fisico rappresentativo dello stato della risorsa → PORTATE MINIME ANNUALI

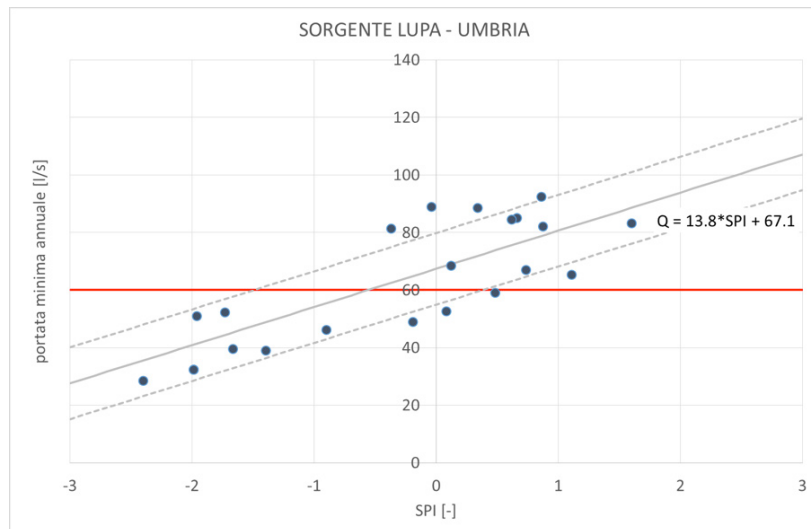


Quale scala di aggregazione delle precipitazioni e di quale mese “spiega” meglio la variabilità inter-annuale osservata della portata minima della sorgente in esame?

	SPI1	SPI2	SPI3	SPI4	SPI5	SPI6	SPI7	SPI8	SPI9	SPI10	SPI11	SPI12	SPI13	SPI14	SPI15	SPI16	SPI17	SPI18	SPI19	SPI20	SPI21	SPI22	SPI23	SPI24
gennaio	0.34	0.54	0.62	0.78	0.75	0.67	0.58	0.60	0.60	0.61	0.61	0.57	0.55	0.60	0.49	0.48	0.45	0.47	0.49	0.52	0.50	0.46	0.42	0.39
febbraio	0.32	0.34	0.63	0.69	0.81	0.79	0.71	0.63	0.65	0.65	0.66	0.66	0.61	0.59	0.63	0.52	0.51	0.49	0.50	0.52	0.54	0.52	0.49	0.45
marzo	0.50	0.53	0.52	0.67	0.70	0.80	0.79	0.71	0.65	0.67	0.66	0.68	0.68	0.64	0.61	0.66	0.57	0.56	0.54	0.56	0.57	0.59	0.57	0.54
aprile	0.45	0.70	0.69	0.65	0.77	0.79	0.86	0.86	0.80	0.74	0.74	0.73	0.74	0.75	0.71	0.68	0.73	0.64	0.62	0.60	0.61	0.62	0.64	0.61
maggio	-0.01	0.29	0.55	0.53	0.52	0.71	0.77	0.85	0.86	0.80	0.75	0.75	0.75	0.76	0.77	0.73	0.70	0.74	0.65	0.63	0.61	0.62	0.63	0.65
giugno	-0.02	-0.03	0.25	0.46	0.47	0.48	0.66	0.74	0.82	0.83	0.78	0.72	0.73	0.72	0.74	0.75	0.70	0.67	0.72	0.64	0.63	0.61	0.62	0.62
luglio	0.39	0.22	0.15	0.37	0.53	0.51	0.51	0.69	0.75	0.82	0.83	0.78	0.74	0.74	0.73	0.75	0.75	0.71	0.67	0.72	0.64	0.63	0.61	0.62
agosto	-0.12	0.16	0.11	0.09	0.27	0.45	0.44	0.46	0.65	0.72	0.81	0.80	0.76	0.72	0.73	0.72	0.73	0.73	0.69	0.65	0.70	0.61	0.60	0.59
settembre	0.31	0.04	0.25	0.23	0.19	0.33	0.50	0.48	0.50	0.68	0.74	0.81	0.81	0.77	0.74	0.75	0.74	0.75	0.75	0.71	0.68	0.72	0.63	0.62

RICERCA DELLA MASSIMA CORRELAZIONE TRA SPI_n E PORTATE MINIME ANNUALI

CLASSIFICAZIONE DEL LIVELLO DI SEVERITÀ IDRICA PUNTUALE MEDIANTE SAI



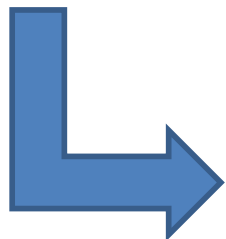
Scatter plot delle coppia ($SPIn(m)$, Q_a^{min}) che prestano la massima correlazione, con indicazione della retta di regressione e della portata Da richiesta nella stagione estiva.

CLASSIFICAZIONE DEL LIVELLO DI SEVERITÀ IDRICA PUNTUALE IN FUNZIONE DELLA CAPACITÀ PREVEDIBILE DI SODDISFACIMENTO DELLA DOMANDA

$SAI = D_a / Q_{forecast}^{min}$	CLASSIFICAZIONE DI SEVERITÀ
$SAI \leq 1$	Assenza di condizioni di severità idrica puntuale
$1 < SAI \leq 1.25$	Bassa
$1.25 < SAI \leq 1.66$	Media
$SAI > 1.66$	Elevata

COMITATO TECNICO DI COORDINAMENTO NAZIONALE

- Comitato istituito a ottobre 2016 dal **MATTM** con la partecipazione delle **Autorità di Distretto**, del **DPC**, dell'**ISPRA**, dell'**ISTAT**, del **CREA**, dell'**ANBI** e del **CNR**.
- Il Comitato promuove **l'armonizzazione sul territorio nazionale dei criteri** per
 - **determinare i livelli di severità dei fenomeni di scarsità**
 - **identificare i parametri di riferimento per il monitoraggio e la valutazione delle condizioni ambientali e degli effetti delle misure adottate** (param. idrologici, idraulici, agronomici, ambientali di siccità e impatto economico);
 - **definire le procedure di trasmissione e validazione dei dati.**
- Primarie attività:
 - 1) **l'individuazione dei dati necessari alla gestione delle risorse idriche** (prelievi e usi) e delle loro modalità di trasferimento agli Osservatori. Attività **coordinata da ISTAT**, in collaborazione con ISPRA, CREA, ANBI e le Autorità di Distretto → **WS ISTAT**, 1 marzo 2019
 - 2) **l'individuazione degli indicatori utili al monitoraggio degli eventi di siccità e scarsità idrica** per la definizione a livello di Osservatori di un **protocollo/set di indicatori comuni**. Attività **coordinata da ISPRA**, in collaborazione con DPC, CREA, ANBI e IRSA-CNR e le Autorità di Distretto → **Linee guida** ISPRA & CNR-IRSA + Comitato Tecnico



Valutazione omogenea da parte di ISPRA e ISTAT del **bilancio idrologico e idrico a scala nazionale e di indicatori da essi derivati** (e.g., **WEI+**) da fornire gli organismi sovranazionali, nazionali, regionali e locali

WATER EXPLOITATION INDEX PLUS (WEI+) WATER EXPLOITATION INDEX (WEI)

Indicatori del livello di pressione o di stress idrico che le attività umane esercitano sulla risorsa idrica naturale in un determinato territorio e in un determinato intervallo temporale

$$WEI = \frac{\text{Prelievo idrico annuo}}{\text{Risorsa idrica rinnovabile annua media su lungo periodo}} \times 100 \quad [\%]$$

$$WEI+ = \frac{\text{Consumo della risorsa idrica}}{\text{Risorsa idrica rinnovabile}} = \frac{\text{Prelievo} - \text{Restituzione}}{\text{Risorsa idrica rinnovabile}} \times 100 \quad [\%]$$

Sembrano simili ma non vanno confusi

ESPRESSIONE DEL WEI E DEL WEI+

- Denominatore nel WEI

LTAA—long term annual average ≥ 20 anni

$$RWR_{LTAA} = P_{LTAA} - Eta_{LTAA} + ExIn_{LTAA}$$

*Risorsa idrica rinnovabile
(renewable water resources)*

Precipitazione

*Evapotraspirazione
reale*

External inflow

- Denominatore nel WEI+

Δt intervallo temporale

$$RWR_{\Delta t} = P_{\Delta t} - Eta_{\Delta t} + ExIn_{\Delta t} - \Delta S_{\Delta t}$$

*Risorsa idrica rinnovabile
(renewable water resources)*

Precipitazione

*Evapotraspirazione
reale*

External inflow

*Variazione volumi
invasati*

- GdL WEI+ nell'ambito delle attività del Comitato
 - Identificare base dati e fonti
 - Modalità operative di applicazione
 - Definire i livelli di criticità

Grazie per l'attenzione



Per informazioni

Dr.Stefano Mariani, ISPRA, BIO-ACAS – stefano.mariani@isprambiente.it

Ing. Giovanni Braca, ISPRA, BIO-ACAS – giovanni.braca@isprambiente.it

http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/idro.html