

# Valutazione dei Rischi Climatici e della Vulnerabilità del Sistema AQP

---

**Convenzione Operativa n° 2**

**Report finale dell'attività CG01.49.1.18**

INVASI – Analisi della correlazione tra indici di  
siccità climatica (SPI/SPEI) e indici di siccità idrologica  
per la valutazione degli effetti del cambiamento  
climatico sulla disponibilità di risorsa idrica  
superficiale

---

**Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui  
Cambiamenti Climatici  
Acquedotto Pugliese S.p.A.**



**acquedotto  
pugliese**  
l'acqua, bene comune

---

## Autori

Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	Paola Mercogliano Roberta Padulano Matteo Pesce
Acquedotto Pugliese S.p.A.	Gianluigi Fiori Vincenzo Patruno Davide Ritossa Luciano Venditti Gerardo Ventafridda

---

## Sommario

Premessa .....	4
1. Inquadramento territoriale e dati utilizzati .....	5
1.1 Inquadramento territoriale .....	5
1.2 Dati di input .....	6
1.2.1 Dataset idrologico .....	6
1.2.2 Dataset climatici .....	7
1.3 Criticità e opportunità relative all'utilizzo dei dataset nella Convenzione.....	8
2. Nota metodologica: analisi della siccità .....	9
2.1 Indicatori di siccità.....	9
2.2 Caratteristiche degli eventi di siccità.....	11
2.3 Correlazione tra gli eventi di siccità.....	12
3. Nota metodologica: analisi e restituzione dei risultati.....	12
3.1 Analisi delle incertezze .....	12
3.2 Analisi delle caratteristiche del regime di siccità idrologica .....	13
3.3 Analisi complementari.....	15
4. Risultati.....	16
4.1 Correlazione tra SPI e SPEI.....	16
4.2 Caratteristiche del regime di siccità idrologica per il periodo di riferimento .....	17
4.3 Variazione attesa delle caratteristiche del regime di siccità idrologica .....	19
4.4 Correlazioni tra il regime di siccità idrologica e il regime di siccità meteorologica .....	23
4.5 Sintesi dei risultati .....	26
5. Discussione .....	27
6. Conclusioni e messaggi chiave.....	29
Appendice I.....	31
Appendice II.....	35
Bibliografia.....	51

---

## Premessa

Il presente Report è riferito all'attività CG01.49.1.18: Correlazione tra eventi di siccità meteorologica e agricola ed eventi di siccità idrologica (target "Invasi – quantità"). L'attività si basa sulla definizione canonica degli indici standard di siccità, e consiste nella ricerca di possibili correlazioni tra eventi di siccità di natura climatica e i corrispettivi eventi di siccità idrologica, ovvero connessi all'indisponibilità di deflussi, che possono avere luogo all'interno dei bacini idrografici sottesi agli invasi di interesse di Acquedotto Pugliese S.p.A. (AQP), quelli cioè da cui AQP preleva risorsa idropotabile.

All'atto della stesura dell'Allegato Tecnico alla Convenzione, vigeva l'ipotesi che non fossero disponibili dati di portata fluente, con riferimento ai bacini sottesi agli invasi di interesse AQP, né sul periodo presente né in termini di proiezione. In particolare, l'esistenza di tali dati era subordinata alla validazione delle informazioni di portata fluviale alla scala di bacino incluse nel dataset Copernicus "Hydrology-related climate impact indicators from 1970 to 2100 derived from bias adjusted European climate projections"<sup>1</sup>, nonché alla raccolta di ulteriori dati di deflusso per i bacini in oggetto. In caso di esito negativo della validazione, l'attività si basava sulla possibilità di calibrare una relazione empirica che legasse la siccità climatica a quella idrologica sul periodo presente, e, a mezzo di tale relazione, potesse inferire sul regime di siccità futuro utilizzando come input proiezioni bias-corrette di precipitazione e temperatura.

In effetti, la validazione del dataset Copernicus ha avuto esito positivo, nel senso che effettivamente tale dataset è stato utilizzato con successo all'interno di altre attività della Convenzione. Di contro, osservazioni di deflusso per il periodo di riferimento scelto (1981-2010) si sono rivelate indisponibili. Allo stato attuale, dunque, si dispone di valori mensili di precipitazione, temperatura e portata fluviale sul periodo di riferimento 1981-2010 e sull'orizzonte futuro 2021-2050 sotto tre scenari di concentrazione RCP 2.6, 4.5 e 8.5 per otto catene di simulazione climatica. Non è più necessario, quindi, calibrare modelli empirici, poiché è possibile analizzare le caratteristiche degli eventi di siccità idrologica attesi in futuro in modo diretto, sulla base dei dati futuri di portata. Eventuali correlazioni tra le diverse tipologie di siccità verranno comunque investigate.

---

<sup>1</sup> <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/sis-hydrology-variables-derived-projections?tab=overview>

# 1. Inquadramento territoriale e dati utilizzati

## 1.1 Inquadramento territoriale

I bacini superficiali di interesse per la Convenzione sono i seguenti (Figura 1):

- 1) "Fortore" (fiume Fortore, chiuso in corrispondenza della Diga di Occhito);
- 2) "Conza" (fiume Ofanto, chiuso in corrispondenza della Diga di Conza);
- 3) "Traversa Santa Venere" (fiume Ofanto, chiuso in corrispondenza della suddetta traversa);
- 4) "Locone" (fiume Locone, chiuso in corrispondenza della Diga del Locone);
- 5) "Cogliandrino" (fiume Sinni, chiuso in corrispondenza della Diga di Cogliandrino);
- 6) "Traversa Sarmiento" (fiume Sinni, chiuso in corrispondenza della suddetta traversa);
- 7) "Monte Cotugno" (fiume Sinni, chiuso in corrispondenza della Diga di Monte Cotugno);
- 8) "Pertusillo" (fiume Agri, chiuso in corrispondenza della Diga del Pertusillo);
- 9) "Traversa Agri" (fiume Agri, chiuso in corrispondenza della suddetta traversa);
- 10) "Traversa Sauro" (Torrente Sauro chiuso in corrispondenza della suddetta traversa).

I bacini risultano dislocati nei territori di Campania, Puglia e Basilicata. Per ciascuno di essi, nell'ambito dell'attività CG01.49.1.15 della Convenzione era stata svolta un'analisi di consistenza con i bacini e sottobacini forniti da Copernicus C3S, nell'ambito del dataset citato in Premessa. In 8 casi su 10 la corrispondenza è stata individuata e le serie di portata fornite da Copernicus sono state considerate rappresentative dei deflussi alle sezioni di chiusura degli invasi di interesse AQP. I bacini forniti da Copernicus (con tutte le elaborazioni a cura di SMHI – Swedish Meteorological and Hydrological Institute) ritenuti rappresentativi dei bacini AQP sono rappresentati in Figura 2, mentre la Tabella 1 riassume l'esito dell'analisi di consistenza per tutti i bacini.

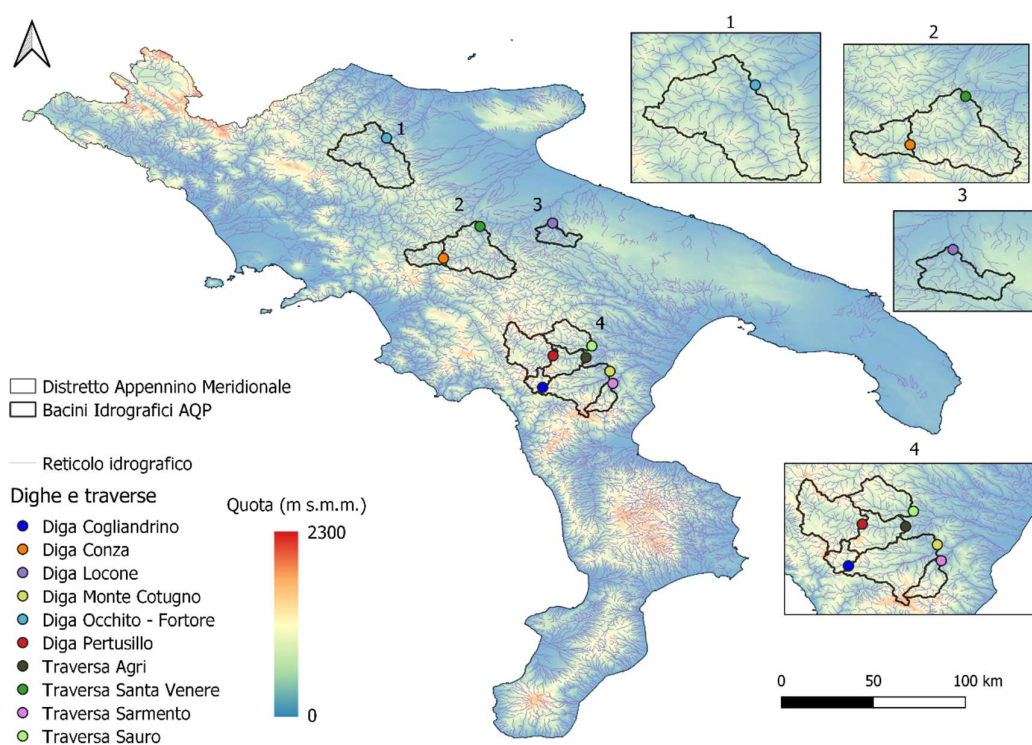


Figura 1. Mappa dei bacini individuati da AQP in corrispondenza di sbarramenti per uso idropotabile.

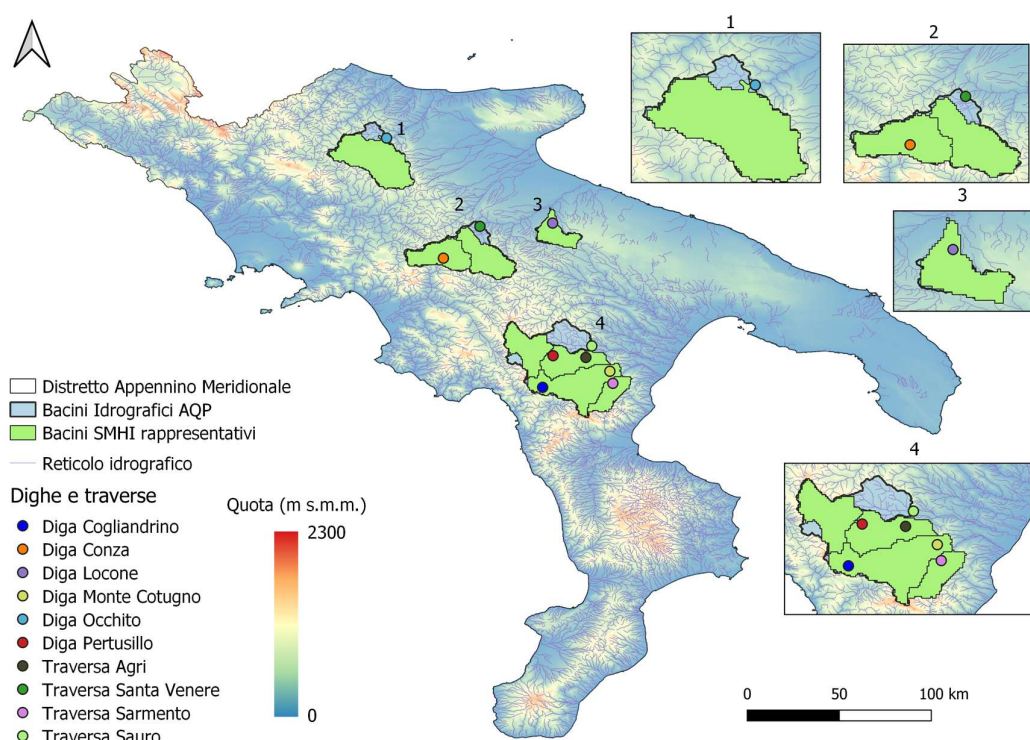


Figura 2. Mappa dei bacini forniti da Copernicus rappresentativi degli invasi AQP.

Tabella 1: Esito analisi di consistenza tra i bacini forniti AQP e quelli forniti da SMHI.

Bacino AQP	Consistenza
Cogliandrino	NO
Conza	SI
Locone	SI
Monte Cotugno	SI
Fortore	SI
Pertusillo	SI
Traversa Agri	SI
Traversa Santa Venere	SI
Traversa Sarmento	SI
Traversa Sauro	NO

## 1.2 Dati di input

L'attività necessita essenzialmente di due tipologie di dati: la prima rappresentativa delle caratteristiche climatiche presenti e future, la seconda rappresentativa dell'idrologia di bacino presente e futura. Nel seguito sono brevemente descritti i dataset utilizzati a tale scopo.

### 1.2.1 Dataset idrologico

La presente attività si basa principalmente sull'analisi dell'indicatore di impatto "River discharge", consultabile e scaricabile come parte del dataset "Hydrology-related climate impact indicators from 1970 to 2100 derived from bias adjusted European climate projections" distribuito dalla piattaforma Copernicus



Climate Change Service (C3S)<sup>2</sup>. La variabile portata è stata calcolata, per Copernicus, dallo Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) utilizzando forzanti da modelli climatici regionali EURO-CORDEX bias-corretti accoppiati a diversi modelli idrologici (di cui E-HYPEcatch – Donnelly et al., 2016 – è quello considerato per tutte le attività della Convenzione). I dati sono disponibili, in termini di portata fluviale giornaliera (successivamente aggregati a livello mensile per la presente attività), sull'intera finestra temporale che si estende dal 1971 al 2100, per tre Representative Concentration Pathways (RCPs) ossia RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5, per un esteso numero di bacini idrografici sull'intero territorio paneuropeo, di cui la Figura 2 mostra i bacini di interesse AQP. La genesi dei dati, le caratteristiche del modello idrologico e il dettaglio dei relativi dati climatici di input si trovano ampiamente descritti nel report finale delle attività CG01.49.1.15 (target "Invasi superficiali – quantità") e CG01.49.2.13 (target "Invasi superficiali – qualità), che presentano, in sostanza, l'analisi dei valori medi (mensili/stagionali/annui) ed estremi di questo dataset. Si precisa soltanto, in questa sede, che dal dataset disponibile sono stati tratti soltanto i dati relativi alla finestra temporale 1981-2010, considerata come riferimento, e all'orizzonte temporale futuro 2021-2050.

### 1.2.2 Dataset climatici

Al fine (per quanto detto, secondario) di correlare le caratteristiche del regime di siccità climatica con quelle relative alla siccità idrologica, è necessario disporre di un dataset climatico coevo, in termini temporali, a quello idrologico, che fornisca cioè dati di precipitazione e temperatura sul periodo di riferimento 1981-2010 e sull'orizzonte futuro 2021-2050. A tal fine, si è utilizzato un subset dell'ensemble di proiezioni climatiche considerate di default per le attività della Convenzione: in particolare, si sono considerate soltanto quelle catene di simulazione climatica (otto su un totale di quattordici) che vengono utilizzate come input del modello idrologico alla base del dataset descritto al precedente paragrafo. Tali catene sono mostrate in Tabella 2.

Tabella 2: Lista delle simulazioni climatiche utilizzate.

Global Climate Model (Institution)	Regional Climate Model (Institution)	Realizzazione*	Historical period (1971-2005)	Future horizon (2006-2100) RCP 2.6, 4.5, 8.5
EC-EARTH (ICHEC, Ireland)	CCLM4-8-17 (CLM Community, EU)	r12i1p1	x	x
	RACMO22E (KNMI, Netherlands)	r12i1p1	x	x
	RCA4 (SMHI, Sweden)	r12i1p1	x	x
HadGEM2-ES (UK Met Office UK)	RCA4 (SMHI, Sweden)	r1i1p1	x	x
	RACMO22E (KNMI, Netherlands)	r1i1p1	x	x
MPI-ESM-LR (MPI, Germany)	RCA4 (SMHI, Sweden)	r1i1p1	x	x
	CSC-REMO2009 (MPI, Germany)	r2i1p1	x	x
	CSC-REMO2009 (MPI, Germany)	r1i1p1	x	x

\* La realizzazione  $r < N > i < N > p < N >$  viene utilizzata per distinguere simulazioni strettamente correlate che differiscono, ad esempio, per condizioni iniziali o parametrizzazioni fisiche.

Le simulazioni climatiche fornite dalle catene in Tabella 2 sono state utilizzate da SMHI per produrre i dati idrologici, non tal quali, bensì in forma bias-corretta. Come descritto nei report già menzionati, e qui brevemente richiamato, la bias correction è stata condotta utilizzando come riferimento il dataset osservativo EFAS (*European Flood Awareness System*) – Meteo, distribuito dal Copernicus Emergency

<sup>2</sup> <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/sis-hydrology-variables-derived-projections?tab=doc>

---

Monitoring Service (CEMS)<sup>3</sup>. Si tratta di un dataset di diverse variabili meteorologiche, tra cui precipitazione e temperatura (oltre che vento, radiazione, evapotraspirazione tra le altre) con risoluzione temporale giornaliera e orizzontale pari a 5 km, con copertura paneuropea sull'arco temporale 1990-2011 (Ntegeka et al., 2013).

Nell'ambito della Convenzione, invece, si dispone di simulazioni, sempre riferite alle catene climatiche in Tabella 2) bias-corrette mediante il dataset osservativo E-OBS (Cornes et al., 2018), la cui copertura temporale comprende il periodo di riferimento scelto, a differenza del dataset EFAS-Meteo. A beneficio di molteplici attività della Convenzione, l'intero ensemble di 14 catene climatiche, incluse le 8 presentate in Tabella 2, è stato bias-corretto mediante E-OBS utilizzando la tecnica dell'Empirical Quantile Mapping.

### 1.3 Criticità e opportunità relative all'utilizzo dei dataset nella Convenzione

L'utilizzo dei dataset summenzionati per estrarre informazioni circa il regime di siccità idrologica presenta alcune criticità:

- Il numero di catene di simulazione climatica (8) è inferiore a quello di default scelto per la convenzione (14). Ciò implica che la valutazione delle incertezze legate all'utilizzo di un ensemble di catene è meno robusta, sebbene il numero sia comunque, per gli standard vigenti, elevato. Tuttavia, tutte le catene modellistiche qui utilizzate e proposte in Tabella 2 sono presenti nell'ensemble più ampio considerato nelle attività della Convenzione (ne costituiscono, cioè, un sottoinsieme).
- Il modello idrologico E-HYPEcatch, che fornisce i valori di portata, presenta alcuni aspetti di incertezza che sono ampiamente discussi nei report già menzionati. Si richiama qui brevemente che il modello ha subito una procedura di calibrazione ampia e articolata, e la validazione effettuata da SMHI confrontando i risultati relativi al periodo di riferimento con osservazioni di portata sui principali bacini europei ha dato esito soddisfacente. Tuttavia, l'esito di tale validazione per i bacini di interesse non è noto, poiché essi non sono monitorati (almeno non nelle sezioni di chiusura corrispondenti agli invasi di interesse). Un altro elemento riguardante la modellazione idrologica è il perimetro del bacino, che è stato ottenuto da SMHI sulla base del dataset di quote EU-DEM, avente risoluzione orizzontale pari a 25 metri. Tale risoluzione potrebbe non permettere l'individuazione precisa dei confini dei bacini più piccoli oggetto di studio.
- Il dataset di precipitazione e temperatura utilizzato da SMHI per la bias correction (EFAS-Meteo) non è quello di riferimento della Convenzione (E-OBS). Il motivo è che il dataset E-OBS riesce a coprire il periodo di riferimento scelto per la Convenzione (1981-2010), mentre i dati EFAS partono dal 1990. Confrontare il regime di siccità climatica, basato su E-OBS, con il regime di siccità idrologica, basato su EFAS-Meteo, non è quindi del tutto coerente. Tuttavia, entrambi i dataset si basano su interpolazione di osservazioni puntuali. La calibrazione della bias correction di EFAS-Meteo su un periodo di riferimento diverso potrebbe porre criticità, poiché in quell'arco di tempo le caratteristiche statistiche potrebbero essere sensibilmente diverse dal periodo di riferimento della Convenzione.

L'utilizzo di un dataset di proiezioni di portata fluviale costituisce un'opportunità senza precedenti per caratterizzare, seppure con le dovute cautele, il regime di siccità idrologica da attendersi in futuro. Sarà infatti

---

<sup>3</sup> <https://www.efas.eu/en>



---

possibile comprendere se il cambiamento climatico comporterà un aumento del numero di eventi siccitosi (intesi come eventi di particolare deficit di portata idrica), della loro durata e severità.

La possibilità di testare possibili correlazioni tra il regime di siccità climatica e quello di siccità idrologica presenta precedenti in letteratura (Nalbantis & Tsakiris, 2009; progetto HIGHLANDER<sup>4</sup>, 2019-2023), ma naturalmente gli esiti non sono prevedibili a priori. I risultati, in ogni caso, getteranno ulteriore luce sulle dinamiche siccitose, e le loro eventuali variazioni in futuro rispetto al periodo presente.

## **2. Nota metodologica: analisi della siccità**

### **2.1 Indicatori di siccità**

Nell'ambito delle valutazioni circa la disponibilità – o indisponibilità – di risorse idriche, appare particolarmente utile distinguere il concetto di “siccità” da quello di “scarsità idrica”. Il primo rappresenta una condizione in cui una quantità correlata al bilancio idrico differisce da valori “usuali” che si verificano in condizioni “normali”, o medie. Il secondo rappresenta invece una condizione in cui la disponibilità idrica non riesce più a soddisfare i fabbisogni, per esempio quelli idropotabili, o quelli irrigui, o una combinazione di questi. È quindi evidente che la siccità è funzione delle caratteristiche climatiche, ma non dei comportamenti sociali o economici. Se, ad esempio, si ipotizzasse un futuro caratterizzato da un regime di siccità più severo rispetto a quello attuale, la scarsità idrica potrebbe comunque non aver necessariamente luogo se, ad esempio, il territorio servito venisse abbandonato, e dunque i fabbisogni diminuissero. È comunque utile sottolineare che il cambiamento climatico potrebbe avere effetto, in linea di principio, su entrambi i termini di paragone, dunque non soltanto sulla siccità ma anche sui fabbisogni, che potrebbero aumentare per effetto dell'aumento delle temperature (in particolare quelli irrigui).

Limitando il focus sulla siccità, a seconda della variabile considerata possono essere distinti tre tipi di siccità (Fleig et al., 2006):

- Siccità meteorologica, consistente in un deficit di precipitazione;
- Siccità agricola, consistente in un deficit di bilancio idro-climatico (differenza tra precipitazione ed evapotraspirazione potenziale);
- Siccità idrologica, consistente in un deficit di deflusso (superficiale o profondo).

È possibile raggruppare i primi due tipi sotto l'etichetta comune di “siccità climatica”, enfatizzando il ruolo diretto delle condizioni climatiche. La scarsità idrica è talvolta definita come “siccità socio-economica” (Fleig et al., 2006) sebbene in modo improprio, giacché le sue cause sono anche antropogeniche (Van Loon & Van Lanen, 2013). È infine da notare che, nel framework IPCC, è menzionata la “siccità ecologica” per evidenziare lo stress vegetativo dovuto a un deficit di umidità del suolo (IPCC, 2021).

L'analisi del regime di siccità è tipicamente effettuata a mezzo di specifici indicatori detti “indici standard” (Standardized Indices, SI), che, per definizione, rappresentano la deviazione dalle condizioni normali che è proprio l'elemento distintivo di un evento siccitoso. Si prenda ad esempio un regime climatico in cui solitamente nella stagione estiva vi siano precipitazioni modeste: in questo caso, tali condizioni non rappresentano un evento di siccità, poiché sono quelle “usuali” per quella stagione. Ciascuna tipologia di

---

<sup>4</sup> <https://highlanderproject.eu/>

---

siccità è rappresentata da uno specifico indice standard, il cui calcolo è identico tranne che per la variabile utilizzata come input per il calcolo: la precipitazione mensile per la siccità meteorologica (l'indice risultante è lo Standardized Precipitation Index, SPI), il bilancio idro-climatico per la siccità agricola (l'indice risultante è lo Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index, SPEI), la portata idrica per la siccità idrologica. Per quest'ultimo caso, frequenti sono i casi in cui viene utilizzata la portata fluviale, e il relativo indicatore prende il nome di Standardized Streamflow Index, SSI, o Standardized Runoff Index, SRI. Meno comuni sono i casi in cui viene utilizzato il livello di falda (Standardized Groundwater Index, SGI) o la portata sorgentizia (Standardized Discharge Index, SDI) (McKey et al., 1993; Shukla & Wood, 2008; Vicente-Serrano et al., 2010; Shamshirband et al., 2020; Leone et al., 2021).

Generalmente, tutti gli indici standard vengono calcolati su base mensile, per tener adeguatamente conto della variabilità intra-annuale. Per ciascun mese del periodo di osservazione, che copre  $N_y$  anni, si raccoglie un campione statistico della variabile  $X$  (ad esempio, la precipitazione mensile) accumulata su un periodo scelto formato da  $k$  mesi (con  $k$  che solitamente va da 1 a 12 mesi). Si ottengono quindi 12 campioni di  $N_y$  osservazioni per ciascuna finestra di accumulazione. Per ciascuno di questi campioni viene calibrata una distribuzione di probabilità, mediante la quale è possibile conoscere la probabilità cumulata associata a ciascuna osservazione. Quindi, invertendo la distribuzione normale standard per tali valori di probabilità si ottiene il valore dell'indice standard desiderato (McKee et al., 1993; Guttman, 1999; WMO, 2012).

Quando la variabile non può assumere valori negativi (ad esempio la precipitazione e la portata), il modello di probabilità solitamente adottato è Gamma; negli altri casi (ad esempio per il bilancio idro-climatico, che è in genere negativo in estate) si può utilizzare la distribuzione Log-logistica tri-parametrica o la Generalized Extreme Value (GEV) (Vicente Serrano et al., 2010; Stagge et al., 2015).

L'operazione di standardizzazione trasforma la variabile originaria in una nuova quantità che segue una distribuzione normale standard di media nulla e varianza unitaria (Figura 3). Valori negativi dell'indice rappresentano condizioni in cui la quantità è inferiore alla media (un periodo di siccità), mentre valori positivi indicano condizioni in cui la quantità è superiore alla media (un periodo umido). Un valore nullo rappresenta le condizioni medie. La potenza dell'indice è che, indipendentemente dalla variabile di partenza, può essere costruita una classificazione che rende immediatamente identificabili gli eventi di interesse, e rende confrontabili i vari tipi di siccità e soprattutto rende confrontabili i regimi di siccità tra zone geograficamente e climatologicamente diverse. Secondo Edossa et al. (2010) possibili classi sono:  $\leq -2$  (estremamente asciutto);  $-2 < SI \leq -1.5$  (severamente asciutto);  $-1.5 < SI \leq -1$  (moderatamente asciutto);  $-1 < SI < 1$  (quasi normale);  $1 \leq SI < 1.5$  (moderatamente umido);  $1.5 \leq SI < 2$  (severamente umido);  $SI \geq 2$  (estremamente umido). Per definizione, un evento di siccità inizia quando il valore dell'indice standard scende sotto la soglia riferita alla classe di interesse, e finisce quando il valore risale sopra la soglia.

Nella presente attività, gli indici standard sono utilizzati per caratterizzare il regime di siccità, in altre parole per identificare, all'interno di un arco temporale sufficientemente lungo, il numero di eventi di siccità, la loro durata, la loro severità. Secondariamente, verranno testate possibili dipendenze tra essi, ed in particolare tra le coppie SPI/SSI e SPEI/SSI.

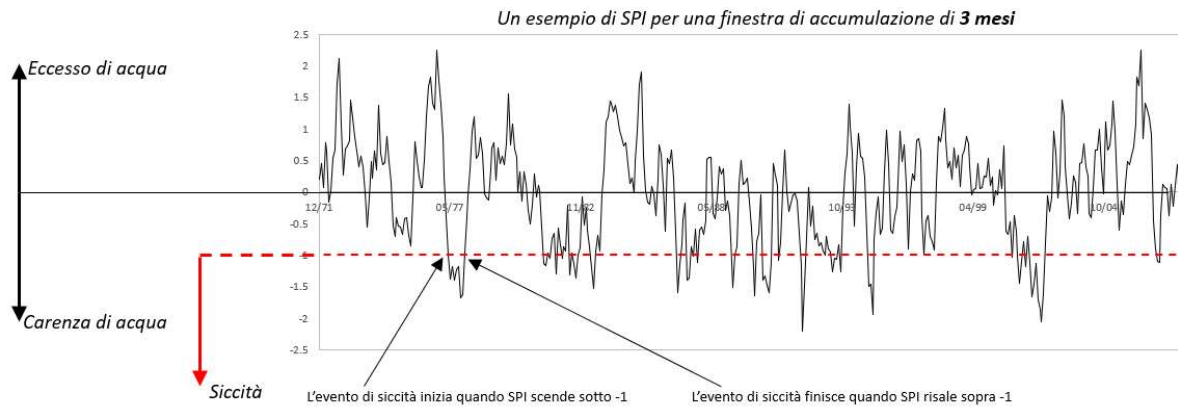


Figura 3. Un esempio di analisi della serie SPI(3) per l'individuazione degli eventi di siccità in un bacino generico.

## 2.2 Caratteristiche degli eventi di siccità

Come già menzionato, gli indici standard SPI, SPEI e SSI vengono calcolati mediante lo stesso algoritmo, utilizzando come serie mensile di input rispettivamente la precipitazione, il bilancio idro-climatico e la portata idrica. Le finestre di accumulazione di riferimento sono generalmente estese da 1 a 12 mesi: esse verranno identificate con le lettere  $k$ ,  $h$  e  $i$  rispettivamente per SPI, SPEI e SSI. Finestre più ampie hanno senso solo per serie temporali che si estendono su molte decadi, poiché, ad esempio per SPI, i primi  $k - 1$  valori della precipitazione cumulata non sono definiti (nel caso ad esempio di una finestra di accumulazione di 24 mesi, i primi 23 risulterebbero assenti, accorciando notevolmente la serie finale). Si identificherà quindi con:

- $SPI(k) \rightarrow$  lo Standardized Precipitation Index riferito a una finestra di accumulazione di  $k$  mesi, con  $1 \leq k \leq 12$ .
- $SPEI(h) \rightarrow$  lo Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index riferito a una finestra di accumulazione di  $h$  mesi, con  $1 \leq h \leq 12$ .
- $SSI(i) \rightarrow$  lo Standardized Streamflow Index riferito a una finestra di accumulazione di  $i$  mesi, con  $1 \leq i \leq 12$ .

Il mese dell'anno verrà invece indicato con la lettera  $m$ , con  $1 \leq m \leq 12$ . Il mese costituisce la base del campionamento per il fitting delle distribuzioni di probabilità necessarie al calcolo degli indici standard; inoltre, esso sarà utile come riferimento per la ricerca di correlazioni.

Per ciascuna finestra di accumulazione, si ottiene una serie mensile dell'indice standard. Fissata una classe di siccità di interesse, è possibile identificare l'inizio di un evento quando il valore dell'indice scende sotto la soglia, e la fine quando esso risale sopra soglia (Figura 3). In questa attività l'interesse ricade su tutti gli eventi di siccità, senza scendere nel dettaglio della classe (siccità moderata, severa o estrema); di conseguenza, la soglia di interesse è -1, il che implica un valore della variabile originaria (precipitazione, bilancio idro-climatico o portata) lontano dal valore medio, per quel mese, più di una deviazione standard.

Una volta identificati tutti gli eventi siccitosi all'interno di un intervallo temporale (nel caso specifico, il periodo di riferimento e l'orizzonte futuro), è possibile valutare le seguenti quantità:

- Numero di eventi siccitosi  $n$  (adimensionale);
- Durata media dell'evento siccitoso  $d$  (in mesi) calcolata come media delle durate di ciascun evento nel periodo di interesse; la durata di ogni evento è definita come il numero di mesi continui in cui l'indice si mantiene sotto la soglia.

- Magnitudo media dell'evento siccitoso  $M$  (adimensionale) calcolata come media delle magnitudo di ciascun evento nel periodo di interesse; la magnitudo di ogni evento è definita come la somma dei valori dell'indice compresi tra l'inizio e la fine dell'evento.
- Intensità media dell'evento siccitoso  $I$  (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) calcolata come media delle intensità di ciascun evento nel periodo di interesse; l'intensità di ogni evento è definita come rapporto tra la magnitudo e la durata dell'evento.

Si noti che, mentre il numero e la durata media degli eventi di siccità hanno un chiaro significato, la magnitudo e l'intensità non hanno una vera e propria interpretazione fisica, bensì sono metriche costruite con l'unico scopo di rendere confrontabili tra loro gli eventi.

Si noti infine che, nel calcolo degli indici di siccità (sia climatica che idrologica) sull'orizzonte futuro, le distribuzioni di probabilità Gamma e/o GEV non vengono calibrate ex-novo, bensì vengono utilizzati i parametri stimati sul periodo di riferimento. In tal modo, il regime di siccità futuro è perfettamente confrontabile con quello di riferimento.

### 2.3 Correlazione tra gli eventi di siccità

La ricerca di una correlazione tra il regime di siccità climatica (meteorologica o agricola) e idrologica ha lo scopo di constatare se sia possibile “prevedere” l'occorrenza di un evento di deficit di portata a partire dall'occorrenza di un evento di deficit di precipitazione o di bilancio idro-climatico. Ciò si traduce, all'atto pratico, nel comprendere se le portate dipendano, o meno, da caratteristiche climatiche che si realizzano in una precisa finestra temporale dell'anno idrologico.

In questa attività vengono ricercate, in particolare, correlazioni lineari tra l'indice  $SSI(i)$  e l'indice  $SPI(k)$ , o, analogamente, l'indice  $SPEI(h)$  campionati per ciascun mese dell'anno  $m$ . In altre parole, viene calcolato il coefficiente di determinazione  $R^2$  del seguente modello di regressione lineare:

$$SSI(i, m) = C_0 + C_1 \cdot SPI(k, m) \quad (1a)$$

$$SSI(i, m) = C_0 + C_1 \cdot SPEI(h, m) \quad (1b)$$

per qualunque combinazione dei valori  $i$ ,  $k$  (o  $h$ ) ed  $m$ . I coefficienti  $C_0$  e  $C_1$  sono rispettivamente l'intercetta e il coefficiente angolare della regressione, incogniti. Si ricorda che il coefficiente di determinazione  $R^2$  rappresenta la porzione della variabilità totale in  $SSI(i, m)$  che viene effettivamente spiegata dal predittore  $SPI(k, m)$ , o, analogamente, da  $SPEI(h, m)$ .

## 3. Nota metodologica: analisi e restituzione dei risultati

In questa sezione viene presentato un approfondimento sull'approccio e le modalità utilizzate per analizzare i risultati della presente attività in un modo che sia rigoroso ma, allo stesso tempo, di immediata interpretazione e che garantisca flessibilità.

### 3.1 Analisi delle incertezze

Le incertezze associate alle stime effettuate in questa attività sono di diversa natura, tra cui:

- I. Incertezze legate alla tecnica di bias correction di precipitazione e temperatura. Questo tipo di incertezza può essere quantificato solo confrontando i risultati ottenuti utilizzando un insieme di

---

metodi di bias correction, il che non è l'oggetto di questa attività e costituirebbe un forte aggravio dal punto di vista computazionale.

- II. Incertezze legate all'utilizzo di un ensemble di modelli climatici (Tabella 3). Tali incertezze consistono nella variabilità dei risultati in termini di precipitazione e temperatura allorché si utilizzano diverse catene di simulazione climatica. Nel caso in esame, tale incertezza si propaga attraverso il modello idrologico comportando una variabilità dei risultati in termini di portata. Tale variabilità può essere facilmente quantificata confrontando tra loro i diversi output disponibili. L'approccio con cui tale fonte di incertezza può essere analizzata non è univoco: tuttavia, lo stato dell'arte solitamente fa riferimento ad un approccio di tipo statistico, in cui il valore più vicino alla "verità" è il valore medio, lo scostamento medio dalla "verità" è la deviazione standard. In altre parole, l'insieme delle realizzazioni ottenute utilizzando in input al modello idrologico diverse simulazioni climatiche viene trattato come un vero e proprio campione statistico.

Per quanto riguarda la prima fonte di incertezza, come già menzionato non è oggetto di questa attività indagare circa l'effetto della scelta di una specifica tecnica di bias correction, e non è dunque possibile in questa sede quantificarne la relativa incertezza. Per quanto riguarda la seconda fonte di incertezza, essa verrà quantificata come segue.

La media dei risultati ottenuti utilizzando tutte le catene modellistiche, che prende il nome di "ensemble mean" (EM), rappresenta la migliore approssimazione della verità, e sarà quindi il principale risultato fornito. La "deviazione standard" (DS) associata alla media esprime la variabilità del campione: maggiore è la deviazione standard, più grande è la variabilità. Tuttavia, il valore assoluto di DS non è interpretabile se non in proporzione al valore di EM: valori di deviazione alti, associati a valori medi bassi, esprimono una maggiore aleatorietà rispetto ad analoghi valori di deviazione associati però a valori medi alti. Appare dunque utile considerare il "coefficiente di variazione" (CV), definito come rapporto tra DS e EM, che quantifica *di quante volte* la deviazione standard è maggiore della media. Quanto più è alto il valore di CV, tanto più è grande DS rispetto ad EM, tanto più è grande l'incertezza associata alla stima della "verità". Tuttavia, una soglia di accettazione di CV può essere imposta soltanto in modo arbitrario, a seconda dello scopo delle analisi e dei dati a disposizione. Un campione statistico di soli 8 elementi (tanti quante sono le catene di simulazione climatica considerate) è ridotto (solitamente si fa riferimento ad un'ampiezza pari a 10 come quella minima per analisi statistiche) e fuorviante di valutazioni non molto robuste. Tuttavia, si consideri che nella letteratura delle valutazioni riguardanti il cambiamento climatico un'ampiezza tale è comunque ragguardevole.

### 3.2 Analisi delle caratteristiche del regime di siccità idrologica

Per gli otto bacini oggetto di studio, l'output dell'analisi è costituito da:

- Un valore di  $n$ ,  $d$ ,  $M$  ed  $I$  per ognuna delle catene climatiche in Tabella 2, sul periodo di riferimento 1981-2010, e per ognuna delle finestre di accumulazione  $i$ ;
- Un valore di  $n$ ,  $d$ ,  $M$  ed  $I$  per ognuna delle catene climatiche in Tabella 2, sull'orizzonte temporale 2021-2050, per ognuno dei tre scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5, e per ognuna delle finestre di accumulazione  $i$ .

Si ricorda che in entrambi i casi gli eventi di siccità fanno riferimento al deficit di portate, e dunque sono individuati analizzando i valori di SSI. Inoltre, per non appesantire il documento, tutti i risultati verranno mostrati con riferimento a finestre di accumulazione  $i$  di ampiezza pari a 3, 6 e 12 mesi; in Appendice I e II verranno comunque mostrati sinteticamente i risultati per tutte le finestre da 1 a 12 mesi.

---

In linea di principio, le analisi possono essere condotte con due approcci:

1. Analizzando separatamente i valori di  $n$ ,  $d$ ,  $M$  ed  $I$  sul periodo di riferimento e i futuri, in altre parole fornendo, per ciascuno dei due periodi, un valore “vero” (EM) e l’incertezza (DS e/o CV).
2. Analizzando la variabile “variazione”, per ciascuna delle quattro caratteristiche, valutata come differenza (percentuale) tra i valori futuri e quelli correnti, fornendo per quest’ultima una stima del valore “vero” (EM) e l’incertezza (DS e/o CV).

Si noti che la differenza tra i due approcci presenta un risvolto per quanto concerne l’interpretazione dei parametri di incertezza. Si supponga di avere un campione di valori della variabile “numero di eventi”  $x_R$  sul periodo di riferimento (di media  $EM_1$ , deviazione standard  $DS_1$  e  $CV_1 = DS_1/EM_1$ ) e un campione  $x_F$  sull’orizzonte futuro (di media  $EM_2$ , deviazione standard  $DS_2$  e  $CV_2 = DS_2/EM_2$ ). Si definisca inoltre la variabile differenza  $x_d = x_F - x_R$ , associata a  $EM_3$ ,  $DS_3$  e  $CV_3 = DS_3/EM_3$ . Nel caso migliore in cui il valore di riferimento sia certo (tutte le simulazioni sul periodo presente danno lo stesso risultato, dunque  $DS_1 = CV_1 = 0$ ), allora la variabilità della differenza è dovuta unicamente alla variabilità dei valori futuri, ovvero  $DS_3 = DS_2$ . Tuttavia,  $EM_3$  sarà uguale a  $EM_2$  sottratta del valore di riferimento (unico), e dunque  $EM_3 \leq EM_2$ . Di conseguenza,  $CV_3 \geq CV_2$ : in altre parole, per il solo effetto di aver effettuato un’operazione di sottrazione, il coefficiente di variazione è aumentato, poiché la deviazione standard si è trovata ad essere molto più grande della media. È inoltre da notare che, quando  $EM_3$  tende a zero (quando cioè la media della variazione attesa è nulla o comunque molto piccola),  $CV_3$  tende rapidamente a infinito. Non è sorprendente quindi ottenere localmente valori di  $CV_3$  “stranamente” elevati, ovvero di svariati ordini di grandezza superiori rispetto agli altri (altri bacini, altri scenari, altri mesi).

Dal punto di vista delle azioni di adattamento, è chiaro che, per ciascuna caratteristica del regime di siccità, il valore assoluto da attendersi in futuro è più utile della variazione, poiché esso può fungere, ad esempio, da valore di riferimento per la programmazione di interventi strutturali o di gestione. L’informazione della variazione è invece sufficiente quando si voglia più che altro individuare e descrivere eventuali pericoli che possano insorgere o inasprirsi per effetto del cambiamento climatico.

Ci sono ulteriori considerazioni che possono far convergere verso l’uno o l’altro approccio. Ad esempio, utilizzare in input precipitazioni e temperature provenienti da proiezioni climatiche permette appunto di tenere conto dell’effetto del cambiamento climatico sui valori di portata; tuttavia, estendere le analisi a orizzonti temporali futuri, anche lontani, senza tenere conto di altri cambiamenti, ad esempio legati al land cover, alle proprietà dei suoli, o a interventi antropici di regimazione del bacino, può fornire risultati, in termini di portate future, non attendibili. La valutazione della “variazione” permette invece di isolare l’effetto del cambiamento climatico, e la variazione può essere applicata a qualsivoglia riferimento: portate osservate che possano rendersi disponibili, oppure, in mancanza di osservazioni, i risultati di un modello idrologico. Ai fini di queste analisi, si considererà come riferimento il valore “vero” (EM) risultante dall’analisi delle simulazioni idrologiche sul periodo di riferimento 1981-2010, ma potenzialmente si potrebbe utilizzare anche il risultato di un modello idrologico calibrato ad hoc per i bacini di interesse, e dunque probabilmente più attendibile rispetto a quello qui considerato, calibrato a livello paneuropeo. Si noti, infine, che nel caso in esame non esiste la possibilità di validare in maniera efficace il dataset Copernicus di portate, poiché gli unici dati di portata osservata disponibili coprono un intervallo di tempo molto breve ed esterno a quello di



---

interesse. Si tratta in particolare dei dati forniti dal Progetto Ô6<sup>5</sup> (finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Horizon 2020, e che vede AQP tra i partner), costituito da serie di portate giornaliere per i bacini Conza, Locone, Monte Cotugno, Fortore e Pertusillo (dunque non tutti i bacini analizzati) sull'intervallo temporale 2010-2019, che non si sovrappone con il periodo di riferimento.

Fatte queste considerazioni, si preferisce, come per tutte le altre attività della Convenzione, fornire i risultati in termini di variazione, in modo tale da isolare il solo effetto del cambiamento climatico. Verranno in particolare mostrati nel testo principale i risultati, in termini di variazione, per le finestre di accumulazione  $i$  di ampiezza pari a 3, 6 e 12 mesi; in Appendice I vengono comunque mostrati sinteticamente i risultati per tutte le finestre da 1 a 12 mesi. Verranno comunque sempre forniti i valori di riferimento, per i quali verrà utilizzata l'ensemble mean delle caratteristiche di siccità derivanti dai risultati del modello idrologico forzato da simulazioni climatiche (bias-corrette mediante EFAS-Meteo) sul periodo di riferimento 1981-2010. L'Appendice II contiene i valori assoluti (ensemble mean, deviazione standard e coefficiente di variazione) da attendersi in futuro per le quattro caratteristiche del regime di siccità idrologica per tutte le finestre di accumulazione.

Per quanto riguarda l'incertezza, a rigore, per effetto dell'utilizzo di un ensemble di catene di simulazione climatica esisterà una variabilità nella stima di  $n$ ,  $d$ ,  $M$  ed  $I$  sul periodo di riferimento, una variabilità nella stima sul periodo futuro, e una variabilità della variazione percentuale. La prima variabilità è ridotta, poiché, dopo la bias correction, precipitazione e temperatura da modello sul periodo di riferimento coincideranno, in termini statistici, proprio con EFAS-Meteo a meno di scarti casuali. L'entità della seconda variabilità è da stimarsi a seguito delle analisi, con esito non prevedibile a priori. La terza variabilità viene di conseguenza, ma sarà maggiormente dovuta alla variabilità dei valori futuri. Tuttavia, se si analizza il coefficiente di variazione CV, il valore nel terzo caso sarà certamente maggiore del secondo, poiché, anche considerando il riferimento certo, esso sarà dato dal rapporto tra la stessa deviazione standard dei valori futuri e il valore medio della differenza, dunque più piccolo. Nella presente attività, verranno forniti i seguenti risultati:

- Caratteristiche di siccità idrologica (EM, DS e CV) sul periodo di riferimento 1981-2010 ottenute mediante un ensemble bias-corretto di catene di simulazione climatica (Tabella 2) per ciascun bacino (nel testo principale per  $i = 3, 6$  e 12 mesi, in Appendice II per le altre finestre di accumulazione).
- Variazione percentuale (EM, DS e CV) delle caratteristiche di siccità idrologica sull'orizzonte futuro rispetto al periodo di riferimento, per i tre scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5, ottenute mediante un ensemble bias-corretto di catene di simulazione climatica (Tabella 2) per ciascun bacino (nel testo principale mostrato per  $i = 3, 6$  e 12 mesi).
- Caratteristiche di siccità idrologica (EM, DS e CV) sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5 ottenute mediante un ensemble bias-corretto di catene di simulazione climatica (Tabella 2) per ciascun bacino (in Appendice I).

### 3.3 Analisi complementari

Come anticipato nella Nota Metodologica, verranno ricercate correlazioni della tipologia descritta dall'Eq. 1. Si anticipa in questa sede che questa operazione non ha portato a risultati attendibili, per motivazioni che verranno meglio descritte nella sezione dei Risultati. In ogni caso, in linea di principio, per ogni bacino e per

---

<sup>5</sup> <https://www.eu-project-o.eu/>

ogni catena modellistica verranno presentate soltanto le migliori correlazioni: in altre parole, verranno forniti i valori di  $R^2$  massimi per ogni scala di accumulazione  $i$  delle portate e per ogni mese  $m$  dell'anno.

## 4. Risultati

### 4.1 Correlazione tra SPI e SPEI

La primissima elaborazione, funzionale alle assunzioni che seguono, è effettuata con riferimento al dataset E-OBS, e consiste nella comprensione della relazione reciproca tra SPI e SPEI a parità di finestra di accumulazione. Lo scopo è quello di capire la convenienza di utilizzarli entrambi per le successive operazioni (ed in particolare quelle che riguardano la correlazione tra siccità climatica e siccità idrologica).

La Tabella 3 mostra il coefficiente di determinazione  $R^2$  che descrive il grado di correlazione lineare tra  $SPI(k)$  e  $SPEI(h)$  a parità di accumulazione, ovvero con  $k = h$ . Per facilitare la lettura, le celle sono campite in verde per valori superiori al 95%, in giallo per valori compresi tra 90% e 95%, in rosso per valori inferiori al 90%; è inoltre indicato il valore minimo per ciascun bacino.

Tabella 3: Coefficiente di determinazione  $R^2$  rappresentativo della correlazione tra  $SPI(k)$  e  $SPEI(h)$ , con  $k = h$ .

k \ h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	minimo
Conza	0.910	0.919	0.912	0.907	0.908	0.904	0.905	0.905	0.905	0.904	0.900	0.897	0.897
Fortore	0.883	0.881	0.879	0.873	0.874	0.864	0.863	0.855	0.849	0.846	0.840	0.832	0.832
Locone	0.867	0.874	0.869	0.873	0.882	0.887	0.886	0.885	0.887	0.884	0.879	0.880	0.867
Monte Cotugno	0.922	0.934	0.945	0.946	0.957	0.966	0.970	0.975	0.977	0.978	0.979	0.980	0.922
Pertusillo	0.937	0.944	0.951	0.952	0.959	0.958	0.958	0.961	0.961	0.959	0.957	0.955	0.937
Traversa Agri	0.925	0.937	0.945	0.950	0.961	0.967	0.970	0.973	0.975	0.975	0.974	0.974	0.925
Traversa Santa Venere	0.894	0.905	0.896	0.898	0.901	0.898	0.896	0.893	0.893	0.891	0.888	0.887	0.887
Traversa Sarmento	0.914	0.943	0.937	0.937	0.951	0.961	0.968	0.973	0.975	0.978	0.979	0.980	0.914

Come si può notare dalla Tabella 3, la correlazione tra SPI e SPEI è elevatissima, in particolare per i bacini di Monte Cotugno, Pertusillo, Traversa Agri e Traversa Sarmento; in ogni caso, i valori di  $R^2$  non sono mai inferiori all'80%. A titolo di esempio, si riporta per il bacino di Monte Cotugno (tra i più estesi), il confronto tra SPI e SPEI per tutti i periodi di accumulazione (Figura 3), e la serie temporale mensile di  $SPI(k=12)$  confrontata alla serie di  $SPEI(h=12)$  (Figura 4), evidenziandone la grande rassomiglianza. Queste considerazioni sono funzionali a giustificare, nel seguito di questa sezione, l'utilizzo della sola siccità meteorologica per la ricerca di eventuali correlazioni con la siccità idrologica.

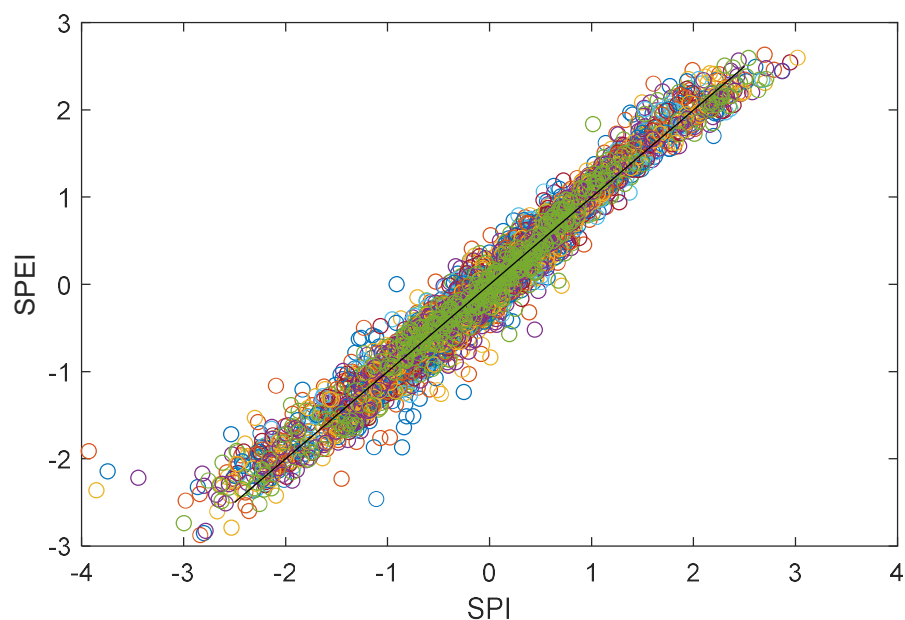


Figura 3: Confronto tra i valori di  $SPI(k)$  e i valori di  $SPEI(h)$ , con  $k = h$ , per il bacino di Monte Cotugno.

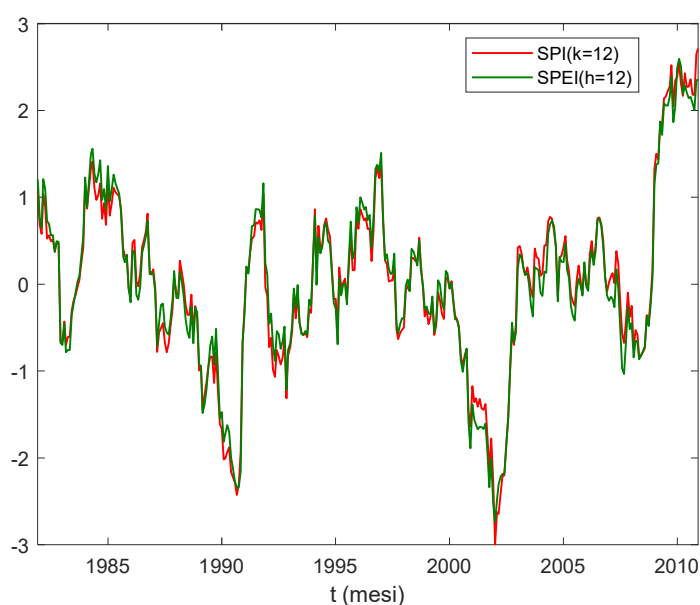


Figura 4: Confronto tra  $SPI(k=12)$  e  $SPEI(h=12)$  per il bacino di Monte Cotugno.

#### 4.2 Caratteristiche del regime di siccità idrologica per il periodo di riferimento

Le Tabelle da 4 a 7 mostrano, per ognuno degli otto bacini oggetto di studio, il valore di ensemble mean EM, deviazione standard DS e coefficiente di variazione CV delle caratteristiche del regime di siccità idrologica, ovvero il numero di eventi  $n$  e i valori medi di evento di durata, magnitudo e intensità, sul periodo di riferimento. Per non appesantire il documento, i risultati sono proposti solo per le finestre di accumulazione di ampiezza pari a 3, 6 e 12 mesi, le prime due spesso utilizzate per il monitoraggio degli impatti sull'agricoltura, la terza in genere utilizzata per il monitoraggio delle risorse idriche (Wang et al., 2020); nell'Appendice II sono comunque proposti i risultati per tutte le finestre analizzate. Per quanto concerne le

campiture, per la Tabella 4, che descrive il numero di eventi, il verde pieno corrisponde a un numero di eventi pari a 15; per la Tabella 5, che descrive la durata media degli eventi, il viola pieno corrisponde a una durata pari a 5 mesi; per la Tabella 6, che descrive la magnitudo media degli eventi, l'azzurro pieno corrisponde a una magnitudo pari a 10; per la Tabella 7, che descrive l'intensità media, il marrone pieno corrisponde a un'intensità pari a 1.4.

Tabella 4. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica sul periodo di riferimento 1981-2010.

bacino	numero di eventi n (adimensionale)								
	i = 3			i = 6			i = 12		
	EM	DS	CV	EM	DS	CV	EM	DS	CV
Conza	19	3	0.16	13	2	0.15	7	2	0.25
Fortore	12	4	0.29	10	4	0.40	5	1	0.28
Locone	11	2	0.18	10	2	0.22	7	3	0.39
Monte Cotugno	20	3	0.15	13	3	0.25	8	2	0.30
Pertusillo	17	4	0.21	14	4	0.26	8	1	0.17
Traversa Agri	20	3	0.14	15	3	0.19	8	2	0.29
Traversa Santa Venere	21	3	0.13	14	4	0.27	7	2	0.25
Traversa Sarmento	18	3	0.16	13	3	0.26	8	2	0.28

Tabella 5. Per ciascun bacino, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica sul periodo di riferimento 1981-2010.

bacino	durata media d (mesi)								
	i = 3			i = 6			i = 12		
	EM	DS	CV	EM	DS	CV	EM	DS	CV
Conza	2.9	0.7	0.25	4.3	1.0	0.24	8.1	2.6	0.32
Fortore	3.9	0.7	0.18	6.7	2.5	0.37	12.1	2.8	0.23
Locone	3.1	0.1	0.10	5.3	0.2	0.21	8.0	0.4	0.35
Monte Cotugno	2.8	0.5	0.18	4.5	1.2	0.27	7.7	2.3	0.30
Pertusillo	3.3	0.8	0.26	4.3	1.2	0.28	7.4	1.5	0.20
Traversa Agri	2.8	0.5	0.18	4.2	1.1	0.26	7.7	2.5	0.33
Traversa Santa Venere	2.6	0.4	0.17	4.1	0.7	0.17	7.9	2.6	0.32
Traversa Sarmento	3.1	0.6	0.20	4.6	1.1	0.23	8.1	2.4	0.30

Tabella 6. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica sul periodo di riferimento 1981-2010.

bacino	magnitudo media M (adimensionale)								
	i = 3			i = 6			i = 12		
	EM	DS	CV	EM	DS	CV	EM	DS	CV
Conza	4.275	1.112	0.26	6.284	1.677	0.27	12.099	3.969	0.33
Fortore	5.720	1.096	0.19	9.927	3.663	0.37	19.493	5.253	0.27
Locone	4.231	0.120	0.12	7.152	0.233	0.23	12.407	0.320	0.32
Monte Cotugno	4.102	0.863	0.21	6.644	1.873	0.28	11.581	4.242	0.37
Pertusillo	5.145	1.433	0.28	6.711	2.136	0.32	11.387	2.268	0.20
Traversa Agri	4.174	0.809	0.19	6.145	1.640	0.27	11.475	3.836	0.33
Traversa Santa Venere	3.889	0.671	0.17	6.020	1.257	0.21	11.853	3.973	0.34
Traversa Sarmento	4.592	0.977	0.21	6.740	1.848	0.27	11.940	3.644	0.31

Come si evince dalle Tabelle da 4 a 7, non esiste grande variabilità spaziale (ovvero tra i bacini) nelle caratteristiche del regime di siccità idrologica. Localmente, si può osservare che, con riferimento alla finestra di accumulazione maggiore ( $i = 12$ ), i bacini lucani sono quelli che presentano il maggior numero di eventi (8) di siccità nel periodo 1981-2010 (in termini di ensemble mean), mentre il bacino del Fortore è quello che vede meno eventi (5). Di contro, il bacino del Fortore presenta eventi mediamente più lunghi (12.1 mesi). Infine, il Locone è il bacino per il quale gli eventi di siccità presentano la minore intensità media (1.242). Si può notare che le incertezze associate a questa stima sono estremamente basse, con il coefficiente di

variazione nettamente prossimo allo zero, in particolare per l'intensità media. Ciò conferma quanto ipotizzato nella Nota Metodologica: poiché le otto serie di precipitazione e temperatura usate come input del modello idrologico sono bias-corrette, e dunque molto simili tra loro statisticamente, anche i corrispondenti output in termini di portate sono "simili" tra loro statisticamente.

Tabella 7. Per ciascun bacino, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica sul periodo di riferimento 1981-2010.

bacino	intensità media I ( $\text{mesi}^{-1}$ )								
	i = 3			i = 6			i = 12		
	EM	DS	CV	EM	DS	CV	EM	DS	CV
Conza	1.356	0.045	0.03	1.325	0.078	0.06	1.345	0.113	0.08
Fortore	1.368	0.058	0.04	1.361	0.071	0.05	1.511	0.092	0.06
Locone	1.268	0.042	0.03	1.286	0.049	0.04	1.242	0.060	0.05
Monte Cotugno	1.325	0.036	0.03	1.343	0.049	0.04	1.345	0.109	0.08
Pertusillo	1.397	0.051	0.04	1.368	0.088	0.06	1.385	0.064	0.05
Traversa Agri	1.373	0.052	0.04	1.329	0.050	0.04	1.337	0.073	0.05
Traversa Santa Venere	1.371	0.039	0.03	1.331	0.053	0.04	1.349	0.108	0.08
Traversa Sarmento	1.332	0.047	0.04	1.301	0.058	0.04	1.333	0.065	0.05

#### 4.3 Variazione attesa delle caratteristiche del regime di siccità idrologica

Le Tabelle da 8 a 19 mostrano, per ciascun bacino e per ciascuno scenario di concentrazione, le variazioni percentuali attese sull'orizzonte temporale 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, nelle caratteristiche del regime di siccità idrologica, ovvero il numero di eventi  $n$  e i valori medi di evento di durata, magnitudo e intensità. Le Tabelle mostrano, nello specifico, i valori di ensemble mean EM, deviazione standard DS e coefficiente di variazione CV delle variazioni percentuali, per le finestre di accumulazione di ampiezza pari a 3, 6 e 12 mesi. Le Tabelle presentano, per EM, una campitura rosso/blu in cui il rosso pieno è associato a valori di variazione  $\leq -10\%$ , mentre il blu pieno è associato a valori  $\geq +10\%$ ; per CV, il riempimento totale in giallo corrisponde a valori  $\geq 1.5$ , tali per cui la deviazione standard risulta più grande dell'ensemble mean più di una volta e mezza.

Tabella 8. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura del numero di eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 3 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione del numero di eventi $n$ , i = 3								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-3.5	24.2	7.0	-2.8	25.8	9.1	-1.1	29.1	26.1
Fortore	15.6	33.9	2.2	10.3	40.4	3.9	7.5	34.4	4.6
Locone	-6.7	21.4	3.2	2.1	27.9	13.5	-0.6	24.8	42.7
Monte Cotugno	-8.0	17.4	2.2	1.9	13.6	7.0	14.8	17.3	1.2
Pertusillo	1.6	27.5	17.2	1.0	24.1	23.1	10.8	26.9	2.5
Traversa Agri	-4.1	9.3	2.3	-0.2	22.6	106.4	8.1	24.1	3.0
Traversa Santa Venere	6.7	19.9	3.0	2.6	17.0	6.6	12.9	18.9	1.5
Traversa Sarmento	-5.2	15.4	3.0	1.7	19.5	11.8	13.1	36.4	2.8

Tabella 9. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura del numero di eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 6 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione del numero di eventi n, i = 6								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-4.5	19.3	4.3	13.2	43.2	3.3	15.2	42.4	2.8
Fortore	15.2	40.9	2.7	13.5	40.4	3.0	20.7	61.1	3.0
Locone	21.0	31.5	1.5	5.3	34.3	6.4	-4.5	21.2	4.7
Monte Cotugno	-1.7	21.2	12.4	18.5	25.2	1.4	31.2	39.6	1.3
Pertusillo	-3.3	36.7	11.2	2.6	20.9	8.1	4.6	23.5	5.1
Traversa Agri	-7.9	14.8	1.9	4.0	26.4	6.5	-0.6	18.4	30.7
Traversa Santa Venere	21.0	35.1	1.7	9.4	36.6	3.9	25.1	29.4	1.2
Traversa Sarmento	12.6	31.3	2.5	5.4	22.6	4.2	29.5	55.4	1.9

Tabella 10. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura del numero di eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 12 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione del numero di eventi n, i = 12								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-15.3	28.9	1.9	1.4	46.1	32.1	12.9	60.9	4.7
Fortore	45.8	53.3	1.2	10.6	39.5	3.7	12.5	53.1	4.2
Locone	8.9	57.8	6.5	-12.9	34.0	2.6	11.8	54.8	4.6
Monte Cotugno	-11.2	20.9	1.9	7.7	54.4	7.1	5.1	48.7	9.5
Pertusillo	4.8	27.2	5.7	-12.1	29.5	2.4	-0.2	29.9	120.5
Traversa Agri	-0.5	23.8	44.4	-1.4	34.6	25.4	2.6	39.5	15.4
Traversa Santa Venere	41.3	34.9	0.8	18.9	43.4	2.3	13.8	50.2	3.7
Traversa Sarmento	-2.2	34.5	15.5	1.6	46.0	28.6	13.3	53.4	4.0

Tabella 11. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della durata media degli di eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 3 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della durata media d, i = 3								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-3.5	24.2	7.0	-2.8	25.8	9.1	-1.1	29.1	26.1
Fortore	-6.8	26.1	3.9	-7.8	22.1	2.8	-4.2	28.1	6.6
Locone	5.9	26.0	4.4	0.2	19.6	87.0	8.6	25.9	3.0
Monte Cotugno	16.0	17.5	1.1	0.6	15.5	25.9	-6.8	19.4	2.9
Pertusillo	10.5	30.1	2.9	1.8	25.4	14.0	2.6	26.8	10.5
Traversa Agri	9.5	11.9	1.3	7.2	25.8	3.6	6.3	19.7	3.1
Traversa Santa Venere	-2.5	12.6	5.0	6.1	38.1	6.3	-0.5	21.8	44.9
Traversa Sarmento	13.7	22.1	1.6	0.9	22.3	25.4	-2.7	25.7	9.6

Tabella 12. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della durata media degli di eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 6 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della durata media d, i = 6								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-4.5	19.3	4.3	13.2	43.2	3.3	15.2	42.4	2.8
Fortore	-3.4	43.0	12.5	-6.8	40.9	6.0	4.4	64.5	14.5
Locone	-15.1	24.4	1.6	-2.0	36.5	18.4	12.1	28.8	2.4
Monte Cotugno	4.4	29.0	6.6	-11.7	19.6	1.7	-15.3	19.1	1.2
Pertusillo	17.2	41.5	2.4	-0.8	21.6	26.8	8.4	30.8	3.7
Traversa Agri	10.4	22.6	2.2	1.1	34.1	30.7	10.0	26.2	2.6
Traversa Santa Venere	-10.3	25.5	2.5	3.0	42.7	14.4	-10.5	23.1	2.2
Traversa Sarmento	-5.6	28.2	5.0	-8.4	13.7	1.6	-17.8	21.8	1.2



Tabella 13. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della durata media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 12 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della durata media d, i = 12								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-15.3	28.9	1.9	1.4	46.1	32.1	12.9	60.9	4.7
Fortore	-23.8	19.3	0.8	-6.6	35.5	5.4	1.2	61.8	49.9
Locone	1.9	45.7	24.0	9.1	37.0	4.1	7.5	44.4	5.9
Monte Cotugno	20.0	34.3	1.7	15.4	53.2	3.5	22.8	60.7	2.7
Pertusillo	-0.2	16.1	88.8	24.2	46.7	1.9	23.7	58.7	2.5
Traversa Agri	12.3	52.3	4.3	9.1	45.0	4.9	27.4	63.2	2.3
Traversa Santa Venere	-18.7	24.9	1.3	0.5	35.4	70.2	11.5	44.5	3.9
Traversa Sarmento	11.6	44.5	3.8	19.7	57.1	2.9	-1.1	44.0	40.8

Tabella 14. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 3 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della magnitudo media M, i = 3								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-9.3	25.7	2.8	-5.1	25.9	5.1	-7.0	28.1	4.0
Fortore	-7.5	26.7	3.6	-9.3	20.7	2.2	-7.1	28.3	4.0
Locone	6.8	31.0	4.6	3.3	22.0	6.6	7.7	24.3	3.2
Monte Cotugno	19.7	21.4	1.1	0.7	17.2	25.2	-7.2	21.3	3.0
Pertusillo	9.4	31.8	3.4	1.6	25.3	15.4	-0.6	28.0	48.2
Traversa Agri	10.7	11.0	1.0	9.5	29.0	3.0	3.7	22.2	5.9
Traversa Santa Venere	-7.4	14.9	2.0	3.8	35.8	9.4	-7.6	21.3	2.8
Traversa Sarmento	13.9	22.3	1.6	0.2	22.0	119.9	-5.7	28.5	5.0

Tabella 15. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 6 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della magnitudo media M, i = 6								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-8.1	20.6	2.5	14.9	50.1	3.4	11.8	44.2	3.8
Fortore	-3.2	47.5	14.7	-7.3	35.5	4.8	4.2	65.7	15.6
Locone	-15.9	27.6	1.7	2.5	39.9	15.9	11.8	27.9	2.4
Monte Cotugno	7.4	26.9	3.6	-11.6	20.4	1.8	-16.7	19.0	1.1
Pertusillo	20.2	47.4	2.3	1.8	28.6	15.7	7.3	33.5	4.6
Traversa Agri	13.1	21.6	1.6	5.8	40.5	7.0	10.2	29.2	2.9
Traversa Santa Venere	-13.6	28.0	2.1	4.8	48.4	10.1	-13.6	26.5	1.9
Traversa Sarmento	-3.8	29.5	7.7	-6.6	17.0	2.6	-18.2	25.9	1.4

Tabella 16. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 12 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione della magnitudo media M, i = 12								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-18.4	30.2	1.6	2.7	48.0	17.9	14.1	67.4	4.8
Fortore	-27.0	20.1	0.7	-2.0	43.9	22.0	5.3	65.0	12.4
Locone	3.1	53.0	17.2	19.2	35.6	1.9	11.1	46.4	4.2
Monte Cotugno	21.6	36.4	1.7	16.0	53.6	3.3	19.4	51.1	2.6
Pertusillo	-0.8	14.8	17.4	22.2	44.8	2.0	22.1	59.3	2.7
Traversa Agri	13.4	55.7	4.2	14.2	51.0	3.6	32.4	80.2	2.5
Traversa Santa Venere	-23.6	23.9	1.0	-0.8	38.3	47.6	9.9	49.0	4.9
Traversa Sarmento	12.4	45.0	3.6	20.5	59.0	2.9	4.3	60.8	14.1

Tabella 17. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 3 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione dell'intensità media I, i = 3								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-3.7	4.1	1.1	-1.1	3.6	3.3	-2.8	5.0	1.8
Fortore	-2.9	6.2	2.1	-5.3	6.0	1.1	-4.2	8.6	2.1
Locone	1.9	9.1	4.9	1.5	5.5	3.6	0.1	3.5	23.3
Monte Cotugno	3.7	5.1	1.4	1.3	4.7	3.5	2.5	5.5	2.2
Pertusillo	-0.9	5.1	5.5	-0.1	5.8	44.9	-1.0	6.0	6.0
Traversa Agri	0.9	5.5	6.0	3.2	5.2	1.6	-0.5	6.2	12.3
Traversa Santa Venere	-2.4	3.0	1.3	-0.7	4.8	7.2	-3.6	4.6	1.3
Traversa Sarmento	2.9	6.7	2.3	1.9	4.5	2.4	-3.1	4.7	1.5

Tabella 18. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 6 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione dell'intensità media I, i = 6								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-3.1	5.3	1.7	1.2	9.7	8.2	-0.4	6.4	16.6
Fortore	0.1	9.4	89.6	-2.9	7.8	2.7	-2.8	11.2	4.0
Locone	-2.0	5.2	2.6	1.0	7.9	7.5	-1.4	4.8	3.5
Monte Cotugno	1.1	5.7	5.3	-2.6	5.7	2.2	-2.3	2.6	1.1
Pertusillo	2.3	6.9	3.0	2.6	8.4	3.2	0.8	7.0	9.1
Traversa Agri	3.1	6.8	2.2	2.9	6.8	2.3	3.6	5.6	1.6
Traversa Santa Venere	-3.5	3.4	1.0	0.4	8.8	19.8	-3.7	5.6	1.5
Traversa Sarmento	1.9	6.4	3.3	0.7	4.6	6.8	-1.2	4.4	3.5

Tabella 19. Per ciascun bacino, ensemble mean (%), deviazione standard (%) e coefficiente di variazione (adimensionale) della variazione futura dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferiti a una finestra di accumulazione di 12 mesi rispetto al periodo di riferimento per i tre scenari di concentrazione.

bacino	variazione dell'intensità media I, i = 12								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)	EM (%)	DS (%)	CV (-)
Conza	-6.4	6.6	1.0	-1.1	10.2	8.9	-0.2	10.6	53.6
Fortore	-5.6	9.9	1.8	-1.7	13.1	7.8	0.1	14.4	161.6
Locone	-0.2	12.1	78.6	5.1	6.8	1.3	2.0	7.1	3.6
Monte Cotugno	2.1	9.6	4.6	-1.9	9.7	5.2	3.0	10.7	3.6
Pertusillo	-2.0	8.0	4.0	1.9	10.5	5.6	3.1	7.9	2.6
Traversa Agri	1.2	8.8	7.2	2.0	7.2	3.7	6.0	12.5	2.1
Traversa Santa Venere	-5.7	8.8	1.5	-3.7	11.9	3.2	-1.2	11.2	9.2
Traversa Sarmento	2.5	8.0	3.2	0.9	7.5	8.2	2.3	15.0	6.5

I risultati presentati nelle Tabelle da 8 a 19 mostrano un quadro piuttosto complesso. L'informazione più evidente è che, per tutte le finestre di accumulazione presentate, la caratteristica che presenta le minori variazioni (in valore assoluto) attese è l'intensità media. Le Tabelle da 17 a 19 presentano infatti in generale i colori più tenui. Se l'intensità media degli eventi di siccità è attesa cambiare poco in futuro, è lecito attendersi che, in media, sia la magnitudo sia la durata media degli eventi varino in maniera concorde. In effetti è proprio ciò che succede: si guardi ad esempio la finestra di accumulazione massima, dove sotto lo scenario RCP 8.5 entrambe le quantità risultano aumentare in maniera significativa, oppure la finestra di accumulazione  $i = 6$ , dove, sempre sotto RCP 8.5, tutti i bacini presentano un netto aumento di entrambe le quantità ad eccezione di Monte Cotugno, Traversa Santa Venere e Traversa Sarmento, dove entrambe le quantità diminuiscono significativamente. Meno omogenei sono, in ogni caso, i risultati sotto RCP 2.6. Per

---

quanto riguarda il numero di eventi, tutti i bacini vedono un aumento significativo soprattutto sotto RCP 8.5, seguito da RCP 4.5.

Per quanto riguarda il numero di eventi di siccità, il maggiore valore locale di aumento si ha per il bacino di Monte Cotugno sotto RCP 8.5 (+31.2% per  $i = 6$ ), mentre la maggiore diminuzione si ha per il bacino sotteso alla Diga di Conza sotto RCP 2.6 (-15.3% per  $i = 12$ ). Per quanto riguarda la durata media, il maggiore valore locale di aumento si ha per Monte Cotugno sotto RCP 4.5 (+24.2% per  $i = 12$ ), mentre il maggiore valore locale di diminuzione si ha per il Fortore sotto RCP 2.6 (-23.8% per  $i = 12$ ). Per quanto riguarda la magnitudo media, il maggiore valore locale di aumento si ha per Traversa Agri sotto RCP 8.5 (+32.4% per  $i = 12$ ), mentre il maggiore valore locale di diminuzione si ha per il Fortore sotto RCP 2.6 (-27.0% per  $i = 12$ ). Per quanto riguarda infine l'intensità media, il maggiore valore locale di aumento si ha per Traversa Agri sotto RCP 8.5 (+6.0% per  $i = 12$ ), mentre il maggiore valore locale di diminuzione si ha per il bacino di Conza sotto RCP 2.6 (-6.4% per  $i = 12$ ).

Tutte i risultati, in termini di ensemble mean, sono associati a incertezze molto alte. I maggiori valori del coefficiente di variazione si ritrovano, coerentemente con quanto anticipato nella Nota Metodologica, in corrispondenza dei valori di variazione più prossimi allo zero (si veda ad esempio l'intensità media sul bacino del Fortore sotto RCP 8.5 per  $i = 6$ ). I valori di incertezza minori sono sempre associati a variazioni significative, confermandone la robustezza, ma non tutte le variazioni significative sono associate a incertezze basse. Il valore localmente più basso di CV (0.7) si ha per la magnitudo media sul bacino del Fortore sotto RCP 2.6 per  $i = 12$ .

#### **4.4 Correlazioni tra il regime di siccità idrologica e il regime di siccità meteorologica**

Come anticipato nella Nota Metodologica, i valori di input per questa operazione, per ciascun bacino, focalizzandosi sul periodo di riferimento, sono le serie mensili di precipitazioni bias-corrette riferite a otto catene di simulazione climatica (Tabella 2) e altrettante serie di portate mensili output del modello idrologico. Purtroppo, a disposizione della Convenzione non sono le precipitazioni che effettivamente hanno alimentato il modello idrologico, bensì altre, provenienti dalle stesse catene climatiche ma bias-corrette ad hoc mediante un diverso dataset di precipitazione (E-OBS vs. EFAS-Meteo). I due dataset di precipitazione sono entrambi frutto di interpolazione di dati osservativi, ma fanno riferimento a diversi network (ECA&D per E-OBS, EU-FLOOD-GIS e JRC-MARS per EFAS-Meteo) e hanno diverse coperture temporali (E-OBS dal 1950, EFAS-Meteo dal 1990), con conseguenti diversi esiti della bias correction, peraltro leggermente diversa come tecnica (Empirical Quantile Mapping per E-OBS, Empirical Quantile Mapping at two timescales per EFAS-Meteo).

Appare particolarmente utile in questa sede ricordare che i risultati di un modello climatico rappresentano una “storia” (ad esempio di precipitazione) *plausibile* non nelle sue dinamiche day-by-day, o month-by-month, ma in termini di statistiche, ad esempio valori medi, percentili e variabilità. Allo stesso modo, una serie di precipitazione bias-corretta rappresenterà una “storia” *plausibile* che, in termini statistici, sarà consistente con il dataset di riferimento della bias correction, ma non ha l'ambizione di “ricostruire” le osservazioni sul periodo di riferimento, né di prevedere cosa accadrà ad una certa data.

Confrontando il dataset di precipitazione bias-corretto a mezzo di E-OBS con quello bias-corretto a mezzo di EFAS-Meteo (non disponibile all'interno della Convenzione), è lecito attendersi che essi si “assomiglieranno” tanto più quanto i due dataset di riferimento si rassomigliano (un confronto di massima, peraltro soddisfacente, tra E-OBS e EFAS-Meteo è illustrato in Ntegeka et al., 2013). Tuttavia, tale “somiglianza” è limitata alle caratteristiche statistiche. A titolo di esempio, la Figura 5 mostra il confronto, per il bacino

sotteso alla Diga di Conza, tra i pattern annui di precipitazione mensile per le otto catene climatiche considerate, mentre la Figura 6 mostra il confronto tra SPI(12) per le stesse otto catene climatiche. È evidente che le varie catene climatiche condividono le stesse caratteristiche medie, ma, dal punto di vista delle serie temporali, forniscono un timing diverso per gli eventi di eccesso e deficit di precipitazione. Allo stesso modo, se si avesse possibilità di confrontare catena per catena il risultato dei due dataset di precipitazione diversamente bias-corretti, si noterebbero le stesse similarità e differenze.

La criticità sta nel fatto che le serie di portata sono il diretto riflesso di “storie” di precipitazione e temperatura “raccontate” da simulazioni bias-corrette che non si hanno a disposizione nella Convenzione. Quando si cerca quindi di correlarle ad altre “storie”, “raccontate” da simulazioni bias-corrette in modo diverso, seppur riferite alle stesse catene climatiche, i risultati sono tanto imprevedibili quanto fuorvianti. A titolo di esempio, le Tabelle 20 e 21 mostrano la matrice di correlazione tra SSI e SPI riferita alla catena climatica che vede l’utilizzo del modello globale EC-EARTH accoppiato al modello regionale CCLM4.8.17, e quella riferita alla catena climatica che vede l’utilizzo del modello globale HadGEM2.ES accoppiato al modello regionale RCA4, il tutto per il periodo di riferimento 1981-2010. Le Tabelle presentano una campitura verde quando  $R^2 \geq 70\%$ , gialla quando  $60\% \leq R^2 < 70\%$ , rossa quando  $50\% \leq R^2 < 60\%$ , bianca altrimenti. Nello specifico, nelle Tabelle 20 e 21 sono mostrate, per ogni finestra di accumulazione  $i$  della portata, e per ogni mese  $m$  dell’anno, le migliori correlazioni: quale sia la finestra di accumulazione  $k$  della pioggia che dà luogo a tali migliori correlazioni non si evince dalle tabelle, ma è riportato nel testo.

La prima tabella presenta elevatissimi valori di correlazione, soprattutto per i primi mesi dell’anno: la migliore correlazione si ha tra SSI(7) e SPI(6) campionati sul mese di gennaio, che vede  $R^2 = 83.0\%$  (in altre parole, la portata accumulata nei mesi tra luglio e gennaio risulta particolarmente correlata alla precipitazione cumulata tra i mesi di agosto e gennaio). La seconda tabella, invece, presenta una correlazione scarsissima: la migliore correlazione si ha tra SSI(1) e SPI(5) campionati sul mese di marzo, che vede  $R^2 = 57.6\%$  (in altre parole, la portata cumulata nel solo mese di marzo risulta – abbastanza – correlata alla precipitazione cumulata tra i mesi di novembre e marzo). La differenza tra i due risultati non è fisicamente spiegabile, ma è giustificabile solo osservando che, probabilmente, la prima catena climatica riproduce meglio l’input reale del modello idrologico rispetto alla seconda.

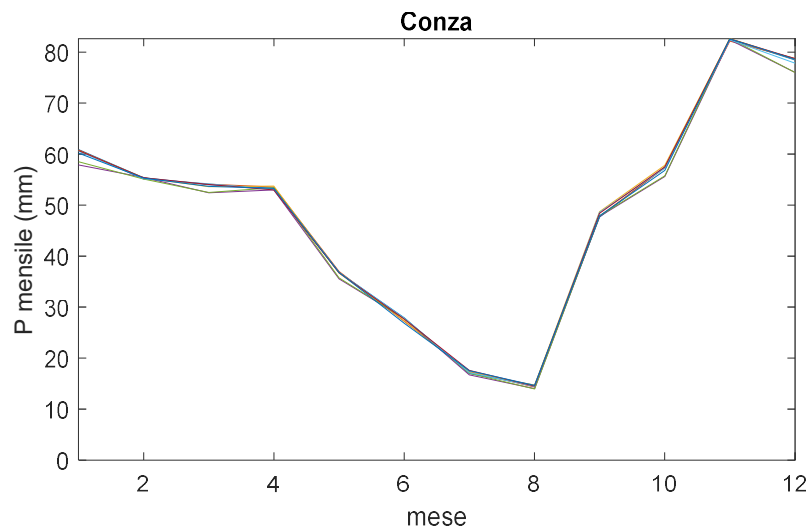


Figura 5: Confronto tra il pattern medio annuo di precipitazione mensile ricavato dalle otto catene climatiche in Tabella 2 sul periodo di riferimento 1981-2010 per il bacino sotteso alla Diga di Conza.

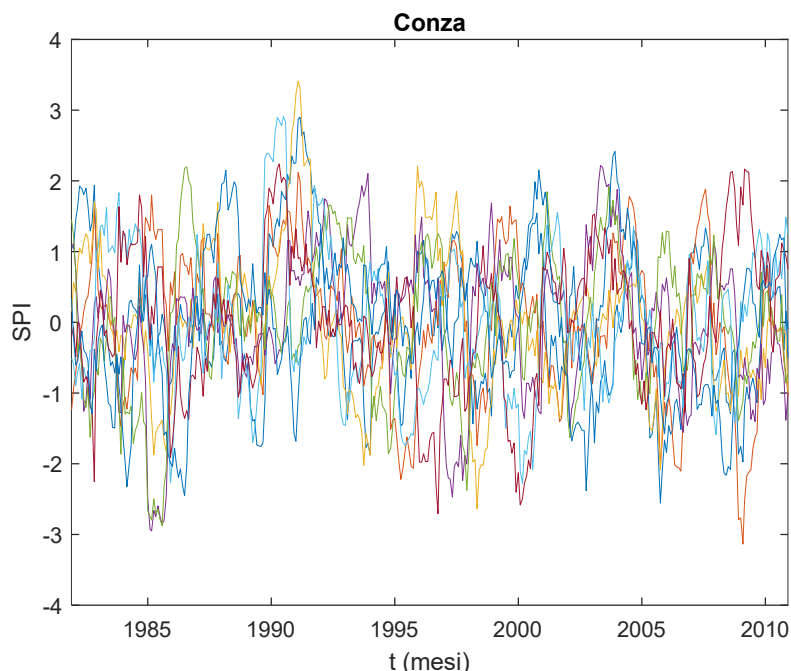


Figura 6: Confronto tra le serie temporali di SPI(12) ricavate dalle otto catene climatiche in Tabella 2 sul periodo di riferimento 1981-2010 per il bacino sotteso alla Diga di Conza.

Nell'ambito della presente attività sono state ricercate le correlazioni tra SSI e SPI, secondo il modello descritto dall'Eq. 1, non solo sul periodo di riferimento ma anche su quello futuro per i tre diversi scenari. Tuttavia, appare poco utile riportare i risultati, una volta comprese lo scarso contenuto informativo.

Tabella 20. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, coefficiente di determinazione  $R^2$  delle migliori correlazioni tra SSI(i) e SPI(k) per ogni mese dell'anno, sul periodo di riferimento 1981-2010, per la catena climatica che vede l'utilizzo del modello globale EC-EARTH accoppiato al modello regionale CCLM4.8.17.

i \ m	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	0.756	0.701	0.798	0.694	0.389	0.320	0.398	0.311	0.694	0.667	0.703	0.685
2	0.785	0.764	0.777	0.736	0.698	0.397	0.483	0.274	0.568	0.626	0.772	0.769
3	0.796	0.771	0.815	0.723	0.764	0.647	0.529	0.370	0.469	0.515	0.703	0.783
4	0.818	0.802	0.776	0.741	0.694	0.683	0.625	0.486	0.471	0.496	0.657	0.802
5	0.827	0.813	0.798	0.782	0.695	0.605	0.583	0.575	0.564	0.453	0.660	0.793
6	0.830	0.820	0.815	0.799	0.742	0.653	0.516	0.565	0.590	0.461	0.618	0.788
7	0.830	0.815	0.807	0.809	0.761	0.698	0.540	0.508	0.605	0.559	0.488	0.776
8	0.825	0.813	0.809	0.800	0.782	0.733	0.635	0.523	0.555	0.580	0.573	0.725
9	0.791	0.809	0.804	0.797	0.783	0.754	0.668	0.614	0.583	0.531	0.505	0.679
10	0.694	0.771	0.795	0.792	0.789	0.750	0.689	0.648	0.676	0.592	0.493	0.633
11	0.683	0.661	0.765	0.785	0.785	0.751	0.684	0.670	0.711	0.650	0.595	0.498
12	0.553	0.537	0.706	0.765	0.776	0.746	0.703	0.666	0.724	0.670	0.614	0.453

Tabella 21. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, coefficiente di determinazione  $R^2$  delle migliori correlazioni tra  $SSI(i)$  e  $SPI(k)$  per ogni mese dell'anno, sul periodo di riferimento 1981-2010, per la catena climatica che vede l'utilizzo del modello globale HadGEM2.ES accoppiato al modello regionale RCA4.

i \ m	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	0.435	0.466	0.576	0.497	0.378	0.089	0.282	0.044	0.245	0.275	0.111	0.305
2	0.391	0.504	0.467	0.526	0.490	0.220	0.208	0.079	0.152	0.201	0.143	0.188
3	0.308	0.480	0.490	0.437	0.557	0.411	0.194	0.227	0.221	0.173	0.123	0.219
4	0.298	0.390	0.481	0.492	0.486	0.486	0.343	0.254	0.178	0.194	0.133	0.218
5	0.302	0.356	0.377	0.513	0.514	0.455	0.403	0.267	0.132	0.186	0.149	0.213
6	0.296	0.329	0.335	0.421	0.506	0.463	0.368	0.325	0.182	0.192	0.147	0.220
7	0.298	0.326	0.314	0.374	0.423	0.456	0.385	0.287	0.196	0.219	0.171	0.200
8	0.294	0.328	0.306	0.374	0.379	0.379	0.392	0.319	0.195	0.226	0.216	0.198
9	0.295	0.330	0.307	0.369	0.371	0.342	0.319	0.337	0.240	0.218	0.215	0.205
10	0.276	0.336	0.308	0.372	0.365	0.328	0.283	0.276	0.241	0.267	0.183	0.247
11	0.282	0.318	0.312	0.374	0.367	0.321	0.273	0.240	0.200	0.254	0.197	0.186
12	0.235	0.277	0.295	0.389	0.365	0.323	0.267	0.229	0.164	0.204	0.172	0.178

#### 4.5 Sintesi dei risultati

Nel tentativo di fornire una panoramica dei risultati, in termini di variazioni attese nel regime di siccità idrologica, la Tabella 22 media tutti i risultati tra i diversi bacini analizzati, soprattutto per mettere in evidenza il ruolo dello scenario di concentrazione.

Tabella 22. Mediamente tra i bacini, valore sul periodo di riferimento 1981-2010 e variazione percentuale attesa sull'orizzonte 2021-2050 per diversi scenari di concentrazione del regime di siccità idrologica riferita a diverse finestre di accumulazione. Per entrambi i periodi sono forniti il valore dell'ensemble mean EM e del coefficiente di variazione CV.

numero di eventi n (riferimento, adimensionale, e variazione, %)									
i	riferimento (1981-2010)		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5		
	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	
3	17	0.18	-0.4	5.0	2.1	22.7	8.2	10.5	
6	13	0.25	6.5	4.8	9.0	4.6	15.2	6.3	
12	7	0.28	8.9	9.7	1.7	13.0	9.0	20.8	
media	12.4	0.2	5.0	6.5	4.3	13.4	10.8	12.6	
durata media degli eventi d (riferimento, in mesi, e variazione, %)									
i	riferimento (1981-2010)		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5		
	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	
3	3.1	0.19	5.3	3.4	0.8	21.8	0.3	13.3	
6	7.3	0.27	-0.9	4.6	-1.5	12.9	0.8	3.8	
12	9.0	0.29	-1.5	15.8	9.1	15.6	13.2	14.1	
media	6.5	0.3	1.0	8.0	2.8	16.7	4.8	10.4	
magnitudo media degli eventi M (riferimento, adimensionale, e variazione, %)									
i	riferimento (1981-2010)		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5		
	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	
3	4.516	0.20	4.552	2.5	0.594	23.4	-2.965	9.5	
6	6.953	0.28	-0.489	4.6	0.525	7.7	-0.420	4.2	
12	12.780	0.31	-2.435	5.9	11.509	12.6	14.817	6.0	
media	8.1	0.3	0.5	4.3	4.2	14.6	3.8	6.6	
intensità media degli eventi I (riferimento, in mesi <sup>-1</sup> , e variazione, %)									
i	riferimento (1981-2010)		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5		
	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	EM (%)	CV (-)	
3	1.349	0.03	6.598	3.4	-1.070	9.6	8.405	28.7	
6	1.331	0.05	2.447	3.0	-2.603	9.8	-3.398	3.5	
12	1.356	0.06	-4.945	5.7	-0.400	6.5	2.761	5.7	
media	1.3	0.0	1.4	4.0	-1.4	8.6	2.6	12.7	



---

Sul periodo di riferimento, si può osservare, spostandosi da finestre di accumulazione ridotte a finestre più ampie, una diminuzione del numero degli eventi di siccità individuabili nel trentennio, insieme ad un aumento della loro durata e magnitudo media. La durata sembra aumentare più rapidamente della magnitudo, così che l'intensità non conserva altrettanta consistenza con la finestra di accumulazione. Tutti questi valori sono associati a coefficienti di variazione, ovvero ad una incertezza, estremamente ridotta, coerentemente con l'aver utilizzato in input un ensemble di simulazioni climatiche bias-corrette.

Per quanto concerne il numero di eventi di siccità, tutti gli scenari forniscono un significativo aumento, soprattutto sotto lo scenario RCP 8.5, che proietta un aumento medio di +10.8%, seguito da RCP 2.6 (+5.0%) e infine da RCP 4.5 (+4.3). Allo scenario RCP 8.5 corrisponde un valore molto elevato di incertezza, con un valore medio di CV pari a 12.6. Lo scenario RCP 2.6 presenta invece un'incertezza significativamente minore, ma comunque alta (CV = 6.5). Il maggiore aumento si ha per la finestra intermedia ( $i = 6$ ) sotto RCP 8.5 (+15.2%).

Per quanto concerne la durata media, i risultati sono estremamente erratici tra le diverse finestre di accumulazione; in media, comunque, il maggiore aumento è previsto sotto RCP 8.5, con un valore medio pari a +4.8% che però è il risultato di un significativo aumento proiettato per la finestra più ampia (+13.2%) mediato con due variazioni insignificanti. Ciò accade anche per RCP 4.5, con un valore medio di +2.8% e un valore massimo di +9.1%, ancora per la finestra massima, e, infine, per RCP 2.6, con un valore medio di +1.0% risultante dalla media di un aumento significativo, ma più modesto (+5.3%), questa volta per la finestra più ridotta. I valori di incertezza sono ancora molto alti, e lo scenario più omogeneo e gravoso (RCP 8.5) è ancora una volta associato a un valore di CV molto alto (10.4). Il valore minore di incertezza si ha ancora una volta sotto RCP 2.6 (CV = 8.0).

Lo stesso andamento disomogeneo si ripropone per la magnitudo media, dove il maggiore aumento medio è previsto sotto RCP 4.5 (+4.2%), che contempla un valore localmente molto alto (+11.5%) per  $i = 12$ , associato ad altre due variazioni trascurabili, ma comunque positive. Sempre per la finestra più ampia si presenta una significativa variazione (+14.8%) sotto RCP 8.5, mediata con due variazioni trascurabili ma negative, per un aumento complessivo medio pari a +3.8%. Lo scenario RCP 2.6 è invece più omogeneo, e la sua variazione media è di fatto trascurabile. Tutti i coefficienti di variazione sono estremamente alti, ed in particolare quello medio corrispondente allo scenario più gravoso per la magnitudo (RCP 4.5) pari a 14.6.

Per quanto riguarda infine l'intensità media, lo scenario più omogeneo è RCP 4.5, che proietta una diminuzione media pari a -1.4%. Più disomogenei sono invece gli altri scenari, per i quali la variazione media attesa, sempre positiva (+1.4% per RCP 2.6 e +2.6% per RCP 8.5), è frutto della media di valori positivi (sempre per  $i = 3$ ) e negativi. Anche in questo caso le incertezze sono molto alte, con il coefficiente di variazione maggiore (12.7) atteso sotto RCP 8.5.

## 5. Discussione

I risultati delle analisi presentate non forniscono una risposta netta alla domanda su quale sia, tra i diversi scenari, quello più gravoso in termini di siccità. In primo luogo, ciò è dovuto al fatto che le variazioni attese sono estremamente eterogenee tra i bacini e per le diverse caratteristiche di siccità: l'unica variazione netta è l'aumento atteso del numero di eventi di siccità idrologica sotto RCP 8.5. In secondo luogo, potrebbe non esserci necessariamente accordo riguardo a cosa significhi "gravoso" in questo contesto. Ad esempio, un aumento del numero di eventi di siccità, apparentemente dannoso, in realtà significa una maggiore discontinuità ovvero alternanza tra deflussi alti e deflussi bassi, e questo potrebbe andare a beneficio della

---

gestione della risorsa idrica fluente. Se però i singoli eventi sono più intensi, allora tale beneficio potrebbe essere annullato. Un aumento della durata degli eventi siccitosi è certamente dannoso in termini di impatti sul soddisfacimento dei fabbisogni e di gestione della risorsa. Tuttavia, la durata media degli eventi non può variare in maniera totalmente indipendente: nel caso peggiore, l'intero periodo di osservazione sarebbe costituito da un unico, lunghissimo evento di siccità. Un aumento della magnitudo potrebbe essere fisiologico poiché associato ad una maggiore durata degli eventi: un evento di magnitudo più elevata potrebbe essere meno gravoso di uno di magnitudo più bassa, se associato ad una durata superiore. Questo raffronto è rappresentato proprio dal parametro di intensità, che tuttavia non basta da solo per caratterizzare la "gravità" di un evento siccitoso in termini di impatti. Infatti, un evento particolarmente intenso, ma breve, potrebbe non comportare grandi effetti in termini di capacità di soddisfare il fabbisogno, rispetto ad un evento poco intenso, ma più lungo. Infatti, nel primo caso potrebbe essere sufficiente sopperire ai volumi mancanti in modo alternativo, per un breve periodo, mentre nel secondo caso la gestione della "crisi" interessa orizzonti temporali più lunghi e potrebbe avere ricadute negative anche su altri settori.

L'analisi della variazione attesa sull'intensità media degli eventi restituisce un quadro in cui le tali variazioni sono prossime allo zero. Tale considerazione, presa da sola, punterebbe, in modo fuorviante, alla conclusione che non vi sia un inasprimento del regime di siccità. In realtà, i valori esigui di variazione sono dovuti al fatto che sia il numeratore (la magnitudo) sia il denominatore (la durata) mutano nello stesso senso, ovvero aumentano o diminuiscono insieme, e ciò mostra un innegabile peggioramento del regime di siccità. Da questa prospettiva, valutare quindi le variazioni attese sul parametro di intensità è poco utile ai fini di questa attività.

Il calcolo degli indici di siccità necessita della calibrazione di un modello di probabilità, su base mensile, per le precipitazioni cumulate su ciascuna delle finestre di accumulazione utilizzate. Nella presente attività, è stata utilizzata per SSI (e, secondariamente, per SPI) la distribuzione Gamma, che è quella usualmente adottata quando la variabile di partenza è la precipitazione o la portata, poiché esse non sono definite per valori negativi. Invece, quando la variabile è il bilancio idro-climatico come nel caso di SPEI, a rigore la distribuzione più adatta è la Log-logistica tri-parametrica, che però risulta molto onerosa da gestire. In questo caso si è invece preferito utilizzare il modello Generalized Extreme Value (GEV). Si è comunque verificato (non mostrato in questo documento) che i campioni risultano ben interpretati dalle distribuzioni scelte.

L'estensione del calcolo degli indici di siccità a periodi futuri, necessario, per quanto concerne SSI, per valutare le caratteristiche del regime di siccità da attendersi in futuro, presenta alcune criticità. Ad esempio, nell'ambito del progetto HIGHLANDER<sup>6</sup>, gli indici standard erano calcolati separatamente sul presente e sul futuro, in altre parole calibrando le necessarie distribuzioni di probabilità su campioni diversi. Tale decisione mantiene un rigore statistico, ma può rendere difficoltosa l'interpretazione dei risultati, poiché le condizioni climatiche future diventano la "nuova normalità" rispetto alla quale valutare le deviazioni nei cumuli di precipitazione: se, paradossalmente, il futuro si ritrovasse ad essere caratterizzato da assenza di piogge, non vi sarebbe più alcun evento di siccità, poiché non vi sarebbe deviazione da questa nuova normalità. Nella presente attività, invece, le distribuzioni di probabilità sono calibrate, per ciascuna catena di simulazione climatica, sul periodo di riferimento, e i parametri così trovati sono utilizzati tal quali per calcolare i valori di SI sull'orizzonte futuro.

---

<sup>6</sup> <https://highlanderproject.eu/project/water-cycle-and-sustainability-of-competing-uses/>

---

La ricerca di possibili correlazioni tra gli eventi di siccità climatica (in particolare meteorologica) e quelli di siccità idrologica non ha potuto aver luogo: infatti, l'utilizzo di precipitazioni e temperature bias-corrette che non sono quelle usate in input al modello idrologico, ma altre, benché statisticamente coerenti, determina la perdita del timing tra l'evento "deficit di precipitazione" (o, analogamente, "deficit di bilancio idro-climatico) e l'evento "deficit di portata". Ciò non toglie che sia possibile comunque derivare e analizzare (operazione non prevista in questa attività) le caratteristiche del regime di siccità climatica presente e futura. Per quanto riguarda i risultati presentati in questo documento, si ritiene che quelli in Tabella 20 siano più "vicini" a quanto inizialmente ipotizzato rispetto a quelli in Tabella 21. Alla base di tale affermazione vi sono due considerazioni. La prima è che, poiché le portate sono output del modello idrologico che vede in input le precipitazioni, le due quantità devono risultare necessariamente in qualche modo correlate. La seconda considerazione riguarda i risultati presentati nell'applicazione HIGHLANDER, relativi ai tre sottobacini monitorati del sistema dell'Ofanto (sezioni di chiusura localizzate a Cairano Scalo, Monteverde Scalo e San Samuele di Cafiero), che presentavano correlazioni accettabili. In quel caso, i sottobacini considerati non tenevano conto delle sconnessioni idrauliche operate dagli sbarramenti, e consideravano l'intera precipitazione del sistema. Nel caso in esame, invece, le sconnessioni idrauliche sono considerate e dunque sarebbero da attendersi valori massimi di  $R^2$  ancora maggiori. Di conseguenza, una generale scarsa correlazione (si noti che per le altre sei catene climatiche i risultati, non mostrati, sono ancora peggiori di quelli in Tabella 21) come quella mostrata in Tabella 21 è poco plausibile.

## 6. Conclusioni e messaggi chiave

Nella presente attività vengono estratte informazioni circa le caratteristiche del regime di siccità idrologica, ovvero causata da un deficit di portata fluente, ed in particolare il **numero totale di eventi siccitosi, la loro durata, magnitudo e intensità media**. Di queste caratteristiche vengono estratti i valori sul periodo di riferimento grazie a un dataset di portate fluviali fornito da Copernicus C3S (in assenza di osservazioni di portata), nonché le variazioni attese in futuro per effetto del cambiamento climatico. Il regime di siccità è in questa sede ritenuto un *proxy* del pericolo di indisponibilità di risorsa idrica fluente. Stanti le considerazioni discusse nel precedente capitolo, **si ritiene che una variazione positiva (aumento) di tali caratteristiche rappresenti un aumento del pericolo per effetto del cambiamento climatico, mentre una loro variazione negativa (diminuzione) comporti una diminuzione del pericolo per effetto del cambiamento climatico**.

**Dalle analisi effettuate risulta che non vi è uno scenario di concentrazione nettamente più gravoso (che cioè comporti il maggiore aumento del pericolo)**, poiché i risultati sono molto disomogenei tra bacino e bacino, tra le diverse finestre di accumulazione e tra le varie caratteristiche considerate. **La caratteristica più omogenea risulta il numero di eventi siccitosi in trent'anni, che risulta aumentare per tutti i bacini, per tutte le finestre e tutti gli scenari, sotto RCP 8.5 (+10.8% mediamente tra le finestre e tra i bacini)**. Per tutte le altre caratteristiche, le variazioni attese sono molto ridotte, e risultano alternatamente positive e negative per le diverse finestre considerate, in modo piuttosto erratico. Preso atto dell'elevata incertezza associata a tali variazioni, mostrate in Tabella 22, appare molto difficile trarre conclusioni complessive circa quale sia lo scenario che comporti il maggiore aumento del pericolo.

Singolarmente tra i bacini, si segnalano alcune significative variazioni associate a incertezze ridotte. **Per quanto riguarda il numero di eventi siccitosi, gli aumenti più robusti si hanno per: Monte Cotugno** sotto RCP 4.5 (+18.5% associato a CV = 1.4 per  $i = 6$ ) e sotto RCP 8.5 (+14.8% associato a CV = 1.2 per  $i = 3$  e +31.2% associato a CV = 1.3 per  $i = 6$ ); **Traversa Santa Venere** sotto RCP 2.6 (+41.3% associato a CV = 0.8 per  $i = 12$ ) e sotto RCP 8.5 (+25.1% associato a CV = 1.2 per  $i = 6$ ); **Fortore** sotto RCP 2.6 (+45.8% associato a CV = 1.2 per

---

$i = 12$ ). Gli aumenti attesi per Monte Cotugno e Traversa Santa Venere sono quelli più rilevanti, poiché associati a valori di riferimento tra i più alti.

**Per quanto riguarda la durata media di eventi siccitosi, gli aumenti più robusti si hanno per: Monte Cotugno** sotto RCP 2.6 (+16.0% associato a  $CV = 1.1$  per  $i = 3$ ); **Traversa Agri** sotto RCP 2.6 (+9.5% associato a  $CV = 1.3$  per  $i = 3$ ). Altre variazioni significative si verificano per Monte Cotugno e Traversa Sarmento sotto RCP 8.5 per  $i = 6$ , per Fortore e Traversa Santa Venere sotto RCP 2.6 per  $i = 12$ , ma si tratta di variazioni negative. Gli aumenti attesi per Fortore, Monte Cotugno e Traversa Agri sono quelli più rilevanti, poiché associati a valori di riferimento tra i più alti.

**Per quanto riguarda la magnitudo media degli eventi siccitosi, gli aumenti più robusti si hanno per: Monte Cotugno** sotto RCP 2.6 (+19.7% associato a  $CV = 1.1$  per  $i = 3$ ); **Traversa Agri** sotto RCP 2.6 (+10.7% associato a  $CV = 1.0$  per  $i = 3$ ). Altre variazioni significative si hanno per Monte Cotugno sotto RCP 8.5 per  $i = 6$ , Fortore e Traversa Santa Venere sotto RCP 2.6 per  $i = 12$ , ma si tratta di variazioni negative. Si noti che i bacini interessati dagli aumenti menzionati non sono quelli associati a valori di riferimento alti.

Per quanto riguarda l'intensità media degli eventi siccitosi, per quanto discusso in precedenza l'analisi delle variazioni attese su tale caratteristica risulta fuorviante, e i relativi esiti non vengono qui riportati.

In definitiva, **gli effetti del cambiamento climatico sul regime di siccità idrologica sembrano essere estremamente disomogenei sul territorio e diversificati per le varie caratteristiche considerate, e, in generale, affetti da scarsa robustezza**. Infine, si richiama qui brevemente che non è stato possibile procedere all'analisi di correlazione tra indici di siccità climatica e indici di siccità idrologica, poiché l'indisponibilità degli esatti dati di input al modello idrologico si è rivelata essere un ostacolo insormontabile. Le motivazioni, le assunzioni e le limitazioni associate ai risultati qui presentati sono ampiamente descritte nella Nota metodologica e nella Discussione.

## Appendice I

Tabella A1. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 3 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

numero di eventi n (adimensionale), i = 3									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	22	4	0.2	21	3	0.1	22	2	0.1
Fortore	14	2	0.2	13	2	0.1	13	3	0.2
Locone	10	3	0.3	11	1	0.1	6	1	0.2
Monte Cotugno	18	1	0.1	13	1	0.1	7	2	0.2
Pertusillo	17	2	0.1	17	2	0.1	18	3	0.1
Traversa Agri	19	4	0.2	19	3	0.1	21	3	0.1
Traversa Santa Venere	22	2	0.1	22	4	0.2	24	3	0.1
Traversa Sarmento	17	2	0.1	18	2	0.1	19	4	0.2

Tabella A2. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 6 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

numero di eventi n (adimensionale), i = 6									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	14	3	0.2	13	2	0.2	13	3	0.3
Fortore	11	3	0.3	10	1	0.1	10	3	0.3
Locone	11	3	0.3	10	2	0.2	5	2	0.3
Monte Cotugno	20	2	0.1	15	2	0.1	8	2	0.2
Pertusillo	13	3	0.2	14	2	0.1	14	3	0.2
Traversa Agri	13	2	0.2	15	3	0.2	14	3	0.2
Traversa Santa Venere	16	3	0.2	15	3	0.2	17	3	0.2
Traversa Sarmento	14	1	0.1	13	2	0.1	15	2	0.1

Tabella A3. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 12 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

numero di eventi n (adimensionale), i = 12									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	9	2	0.2	7	1	0.2	7	1	0.1
Fortore	7	2	0.2	5	1	0.3	5	2	0.4
Locone	11	2	0.2	9	2	0.2	6	2	0.2
Monte Cotugno	23	3	0.1	17	3	0.2	8	3	0.3
Pertusillo	8	2	0.2	7	1	0.2	8	2	0.3
Traversa Agri	8	2	0.2	8	1	0.2	8	2	0.3
Traversa Santa Venere	10	2	0.2	8	2	0.2	8	2	0.3
Traversa Sarmento	7	2	0.2	7	3	0.3	8	3	0.4

Tabella A4. Per ciascun bacino, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 3 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

durata media d (mesi), i = 3									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	2.7	0.4	0.2	2.7	0.5	0.2	2.7	0.4	0.1
Fortore	3.5	0.5	0.1	3.5	0.4	0.1	3.6	0.7	0.2
Locone	3.3	0.9	0.3	3.1	0.7	0.2	3.4	0.7	0.2
Monte Cotugno	3.2	0.3	0.1	4.5	0.7	0.2	8.7	1.6	0.2
Pertusillo	3.5	0.7	0.2	3.2	0.5	0.1	3.2	0.3	0.1
Traversa Agri	3.0	0.5	0.2	2.9	0.5	0.2	2.9	0.2	0.1
Traversa Santa Venere	2.5	0.2	0.1	2.7	0.8	0.3	2.5	0.3	0.1
Traversa Sarmento	3.4	0.3	0.1	3.1	0.7	0.2	2.9	0.6	0.2

Tabella A5. Per ciascun bacino, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 6 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

durata media d (mesi), i = 6									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	4.0	0.9	0.2	4.5	0.9	0.2	4.6	1.1	0.3
Fortore	5.8	1.4	0.2	5.6	1.5	0.3	5.8	2.0	0.4
Locone	4.3	0.9	0.2	4.9	1.3	0.3	5.8	1.6	0.3
Monte Cotugno	2.8	0.4	0.1	3.8	0.5	0.1	8.0	2.7	0.3
Pertusillo	4.8	1.0	0.2	4.1	0.8	0.2	4.5	1.0	0.2
Traversa Agri	4.4	0.8	0.2	4.0	1.0	0.2	4.4	0.6	0.1
Traversa Santa Venere	3.6	0.8	0.2	4.0	1.2	0.3	3.5	0.6	0.2
Traversa Sarmento	4.1	0.6	0.1	4.2	1.0	0.2	3.6	0.5	0.1

Tabella A6. Per ciascun bacino, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 12 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

durata media d (mesi), i = 12									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	6.4	1.4	0.2	7.5	2.6	0.3	8.2	2.6	0.3
Fortore	9.0	2.5	0.3	10.8	2.7	0.2	11.6	5.9	0.5
Locone	8.8	3.0	0.3	10.2	4.5	0.4	9.3	2.7	0.3
Monte Cotugno	2.5	0.3	0.1	3.7	0.5	0.1	9.0	5.1	0.6
Pertusillo	7.2	0.7	0.1	8.7	1.7	0.2	8.5	2.4	0.3
Traversa Agri	7.7	0.9	0.1	7.5	1.6	0.2	8.6	2.0	0.2
Traversa Santa Venere	6.1	1.4	0.2	7.2	1.4	0.2	8.3	3.0	0.4
Traversa Sarmento	8.4	2.7	0.3	8.9	3.2	0.4	7.7	3.7	0.5



Tabella A7. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 3 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

magnitudo media M (adimensionale), i = 3									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	3.708	0.658	0.2	3.904	0.871	0.2	3.724	0.515	0.1
Fortore	5.097	0.868	0.2	5.003	0.609	0.1	5.104	1.026	0.2
Locone	4.474	1.359	0.3	4.349	0.965	0.2	4.497	0.847	0.2
Monte Cotugno	4.762	0.326	0.1	6.781	0.916	0.1	12.954	2.254	0.2
Pertusillo	5.323	0.981	0.2	4.976	0.933	0.2	4.813	0.611	0.1
Traversa Agri	4.588	0.784	0.2	4.420	0.736	0.2	4.195	0.507	0.1
Traversa Santa Venere	3.530	0.326	0.1	3.956	1.254	0.3	3.489	0.428	0.1
Traversa Sarmento	5.074	0.563	0.1	4.510	1.004	0.2	4.158	0.969	0.2

Tabella A8. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 6 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

magnitudo media M (adimensionale), i = 6									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	5.654	1.522	0.3	6.611	1.630	0.2	6.438	1.668	0.3
Fortore	8.594	2.119	0.2	8.243	1.377	0.2	8.621	3.223	0.4
Locone	5.733	1.345	0.2	6.906	1.993	0.3	7.889	2.116	0.3
Monte Cotugno	4.044	0.579	0.1	5.602	0.819	0.1	11.766	3.695	0.3
Pertusillo	7.427	1.959	0.3	6.474	1.424	0.2	6.804	1.754	0.3
Traversa Agri	6.708	1.054	0.2	6.107	1.553	0.3	6.433	1.059	0.2
Traversa Santa Venere	4.976	1.162	0.2	5.906	2.063	0.3	4.983	1.075	0.2
Traversa Sarmento	6.057	0.570	0.1	6.179	1.571	0.3	5.140	0.769	0.1

Tabella A9. Per ciascun bacino, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 12 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

magnitudo media M (adimensionale), i = 12									
bacino	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	9.169	2.596	0.3	11.161	3.389	0.3	11.996	3.996	0.3
Fortore	13.796	4.285	0.3	18.017	5.346	0.3	18.811	8.692	0.5
Locone	11.634	4.634	0.4	14.454	5.276	0.4	12.723	4.001	0.3
Monte Cotugno	3.688	0.535	0.1	5.265	0.754	0.1	13.141	7.028	0.5
Pertusillo	11.091	1.686	0.2	13.229	3.194	0.2	13.032	4.086	0.3
Traversa Agri	11.374	1.904	0.2	11.454	2.061	0.2	12.790	3.170	0.2
Traversa Santa Venere	8.486	1.892	0.2	10.549	2.328	0.2	11.937	4.582	0.4
Traversa Sarmento	12.564	4.199	0.3	13.321	5.234	0.4	11.704	6.276	0.5

Tabella A10. Per ciascun bacino, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 3 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

bacino	intensità media I ( $\text{mesi}^{-1}$ ), i = 3								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	1.305	0.037	0.0	1.340	0.046	0.0	1.316	0.045	0.03
Fortore	1.327	0.071	0.1	1.293	0.067	0.1	1.307	0.087	0.07
Locone	1.290	0.107	0.1	1.286	0.046	0.0	1.269	0.037	0.03
Monte Cotugno	1.373	0.058	0.0	1.356	0.062	0.0	1.364	0.052	0.04
Pertusillo	1.382	0.036	0.0	1.395	0.081	0.1	1.383	0.083	0.06
Traversa Agri	1.384	0.061	0.0	1.415	0.048	0.0	1.365	0.074	0.05
Traversa Santa Venere	1.338	0.048	0.0	1.361	0.054	0.0	1.320	0.036	0.03
Traversa Sarmento	1.368	0.062	0.0	1.356	0.052	0.0	1.290	0.037	0.03

Tabella A11. Per ciascun bacino, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 6 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

bacino	intensità media I ( $\text{mesi}^{-1}$ ), i = 6								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	1.282	0.055	0.0	1.335	0.071	0.1	1.316	0.053	0.04
Fortore	1.359	0.100	0.1	1.317	0.067	0.1	1.317	0.100	0.08
Locone	1.259	0.052	0.0	1.298	0.078	0.1	1.268	0.068	0.05
Monte Cotugno	1.341	0.034	0.0	1.306	0.045	0.0	1.313	0.083	0.06
Pertusillo	1.395	0.059	0.0	1.399	0.067	0.0	1.375	0.073	0.05
Traversa Agri	1.367	0.059	0.0	1.365	0.053	0.0	1.375	0.071	0.05
Traversa Santa Venere	1.283	0.040	0.0	1.333	0.077	0.1	1.280	0.061	0.05
Traversa Sarmento	1.324	0.047	0.0	1.309	0.063	0.0	1.283	0.030	0.02

Tabella A12. Per ciascun bacino, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a una finestra di accumulazione di 12 mesi, sull'orizzonte futuro 2021-2050, per i tre scenari di concentrazione.

bacino	intensità media I ( $\text{mesi}^{-1}$ ), i = 12								
	RCP 2.6			RCP 4.5			RCP 8.5		
	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)	EM	DS	CV (-)
Conza	1.254	0.055	0.0	1.320	0.060	0.0	1.334	0.091	0.07
Fortore	1.423	0.135	0.1	1.480	0.161	0.1	1.507	0.194	0.13
Locone	1.236	0.119	0.1	1.302	0.059	0.0	1.264	0.066	0.05
Monte Cotugno	1.356	0.047	0.0	1.312	0.040	0.0	1.377	0.099	0.07
Pertusillo	1.356	0.103	0.1	1.408	0.133	0.1	1.426	0.105	0.07
Traversa Agri	1.349	0.085	0.1	1.361	0.085	0.1	1.410	0.091	0.06
Traversa Santa Venere	1.264	0.042	0.0	1.292	0.112	0.1	1.324	0.097	0.07
Traversa Sarmento	1.364	0.096	0.1	1.345	0.112	0.1	1.357	0.160	0.12

## Appendice II

Tabella A13. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	32	23	19	16	14	13	12	11	9	8	8	7
DS	4	4	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2
CV	0.13	0.19	0.16	0.18	0.19	0.15	0.19	0.23	0.25	0.27	0.31	0.25

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	33	26	22	18	16	14	14	13	12	10	9	9
DS	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2
CV	0.12	0.12	0.19	0.19	0.20	0.18	0.21	0.25	0.25	0.27	0.24	0.24

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	32	24	21	17	15	13	11	9	8	8	8	7
DS	3	4	3	4	3	2	3	2	2	2	1	1
CV	0.08	0.15	0.15	0.25	0.20	0.19	0.24	0.17	0.18	0.20	0.12	0.19

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	32	24	22	19	16	13	13	11	10	9	9	7
DS	3	3	2	2	3	3	4	2	2	2	2	1
CV	0.08	0.13	0.11	0.11	0.20	0.25	0.30	0.20	0.22	0.19	0.26	0.14

Tabella A14. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.8	2.4	2.9	3.3	3.7	4.3	4.7	4.9	6.1	6.6	7.3	8.1
DS	0.3	0.4	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	1.1	1.5	1.5	2.1	2.6
CV	0.15	0.19	0.25	0.23	0.18	0.24	0.21	0.22	0.24	0.22	0.28	0.32

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.2	2.7	3.1	3.4	4.0	4.0	4.8	4.9	6.0	6.5	6.4
DS	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.9	1.0	1.6	1.6	1.5	1.8	1.4
CV	0.10	0.09	0.15	0.16	0.18	0.23	0.25	0.33	0.32	0.24	0.29	0.22

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.2	2.7	3.5	3.9	4.5	5.3	5.9	6.7	7.0	7.0	7.5
DS	0.2	0.3	0.5	0.9	1.1	0.9	1.4	0.9	1.7	1.9	2.2	2.6
CV	0.14	0.14	0.18	0.26	0.27	0.21	0.26	0.14	0.25	0.27	0.32	0.35

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.2	2.7	3.2	3.8	4.6	5.0	5.4	5.8	6.4	6.8	8.2
DS	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	1.1	1.4	1.5	1.6	1.8	2.2	2.6
CV	0.10	0.11	0.15	0.16	0.16	0.25	0.28	0.27	0.27	0.28	0.33	0.31

Tabella A15. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.548	3.507	4.275	4.876	5.447	6.284	6.830	7.197	8.931	9.791	10.953	12.099
DS	0.384	0.729	1.112	1.221	1.184	1.677	1.530	1.951	2.488	2.598	3.560	3.969
CV	0.15	0.21	0.26	0.25	0.22	0.27	0.22	0.27	0.28	0.27	0.33	0.33

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.317	3.050	3.708	4.336	4.847	5.654	5.683	6.808	7.066	8.628	9.254	9.169
DS	0.299	0.368	0.658	0.809	1.017	1.522	1.700	2.577	2.664	2.666	3.210	2.596
CV	0.13	0.12	0.18	0.19	0.21	0.27	0.30	0.38	0.38	0.31	0.35	0.28

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.507	3.290	3.904	5.103	5.736	6.611	7.767	8.844	9.891	10.463	10.317	11.161
DS	0.386	0.588	0.871	1.506	1.797	1.630	2.170	1.656	2.626	3.329	3.164	3.389
CV	0.15	0.18	0.22	0.30	0.31	0.25	0.28	0.19	0.27	0.32	0.31	0.30

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.368	3.141	3.724	4.464	5.293	6.438	7.129	7.661	8.324	9.281	9.835	11.996
DS	0.273	0.323	0.515	0.758	0.868	1.668	2.258	2.356	2.660	2.815	3.385	3.996
CV	0.12	0.10	0.14	0.17	0.16	0.26	0.32	0.31	0.32	0.30	0.34	0.33

Tabella A16. Per il bacino sotteso alla Diga di Conza, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.380	1.375	1.356	1.347	1.340	1.325	1.301	1.292	1.306	1.314	1.337	1.345
DS	0.046	0.034	0.045	0.057	0.070	0.078	0.043	0.070	0.079	0.082	0.133	0.113
CV	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.03	0.05	0.06	0.06	0.10	0.08

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.340	1.333	1.305	1.297	1.287	1.282	1.279	1.268	1.264	1.293	1.278	1.254
DS	0.055	0.057	0.037	0.038	0.018	0.055	0.061	0.063	0.076	0.074	0.083	0.055
CV	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.04

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.377	1.381	1.340	1.333	1.322	1.335	1.331	1.351	1.349	1.356	1.296	1.320
DS	0.042	0.057	0.046	0.042	0.066	0.071	0.086	0.069	0.080	0.103	0.071	0.060
CV	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.363	1.362	1.316	1.293	1.307	1.316	1.293	1.286	1.298	1.311	1.316	1.334
DS	0.037	0.063	0.045	0.055	0.064	0.053	0.068	0.062	0.086	0.073	0.097	0.091
CV	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07

Tabella A17. Per il bacino sotteso alla Diga di Occhito, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	13	13	12	12	10	10	9	8	7	7	6	5
DS	3	3	4	4	3	4	3	3	2	2	2	1
CV	0.23	0.23	0.29	0.30	0.30	0.40	0.38	0.33	0.34	0.25	0.29	0.28

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	15	14	14	13	12	11	11	10	8	8	7	7
DS	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2
CV	0.18	0.17	0.15	0.20	0.28	0.27	0.25	0.30	0.32	0.24	0.18	0.23

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	13	13	13	13	12	10	9	8	7	6	5	5
DS	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1
CV	0.14	0.16	0.14	0.16	0.13	0.14	0.15	0.19	0.17	0.23	0.24	0.28

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	12	12	13	12	12	10	9	8	8	7	6	5
DS	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2
CV	0.20	0.19	0.20	0.22	0.21	0.27	0.21	0.27	0.31	0.41	0.41	0.38

Tabella A18. Per il bacino sotteso alla Diga di Occhito, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.8	3.3	3.9	4.6	5.6	6.7	7.4	8.1	9.3	9.7	11.3	12.1
DS	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	2.5	2.4	2.2	2.8	2.5	2.6	2.8
CV	0.14	0.15	0.18	0.20	0.21	0.37	0.32	0.27	0.30	0.26	0.23	0.23

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.5	3.1	3.5	4.1	4.9	5.8	5.9	6.7	7.8	8.2	8.4	9.0
DS	0.4	0.5	0.5	0.7	1.3	1.4	1.2	1.6	2.1	1.8	1.9	2.5
CV	0.17	0.18	0.13	0.17	0.26	0.24	0.21	0.24	0.27	0.22	0.23	0.27

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.6	3.0	3.5	3.8	4.5	5.6	6.4	7.4	8.4	10.3	11.3	10.8
DS	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	1.5	1.6	2.3	1.9	2.9	3.1	2.7
CV	0.11	0.14	0.13	0.15	0.13	0.26	0.24	0.31	0.23	0.28	0.27	0.25

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.8	3.1	3.6	4.0	4.8	5.8	6.6	7.4	8.2	9.5	10.6	11.6
DS	0.5	0.5	0.7	0.9	1.3	2.0	2.3	2.8	3.3	4.6	5.6	5.9
CV	0.19	0.17	0.19	0.21	0.27	0.35	0.35	0.38	0.40	0.48	0.53	0.51

Tabella A19. Per il bacino sotteso alla Diga di Occhito, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.949	4.763	5.720	6.716	8.304	9.927	11.259	12.476	14.479	15.280	18.084	19.493
DS	0.566	0.828	1.096	1.451	1.753	3.663	3.668	3.693	4.838	4.406	5.188	5.253
CV	0.14	0.17	0.19	0.22	0.21	0.37	0.33	0.30	0.33	0.29	0.29	0.27

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.500	4.385	5.097	6.088	7.219	8.594	8.739	10.083	11.789	12.495	12.751	13.796
DS	0.732	0.822	0.868	1.252	2.004	2.119	2.087	2.777	3.606	3.250	3.150	4.285
CV	0.21	0.19	0.17	0.21	0.28	0.25	0.24	0.28	0.31	0.26	0.25	0.31

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.668	4.320	5.003	5.499	6.610	8.243	9.730	11.265	13.212	16.320	18.455	18.017
DS	0.282	0.627	0.609	0.712	0.524	1.377	1.542	2.848	2.626	4.083	5.504	5.346
CV	0.08	0.15	0.12	0.13	0.08	0.17	0.16	0.25	0.20	0.25	0.30	0.30

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.826	4.418	5.104	5.769	7.039	8.621	9.953	11.556	12.948	14.887	17.054	18.811
DS	0.868	0.899	1.026	1.306	2.154	3.223	3.561	4.595	5.298	6.273	8.106	8.692
CV	0.23	0.20	0.20	0.23	0.31	0.37	0.36	0.40	0.41	0.42	0.48	0.46

Tabella A20. Per il bacino sotteso alla Diga di Occhito, ensemble mean (in mesi<sup>-1</sup>), deviazione standard (in mesi<sup>-1</sup>) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.359	1.370	1.368	1.370	1.372	1.361	1.401	1.387	1.413	1.428	1.501	1.511
DS	0.042	0.054	0.058	0.075	0.062	0.071	0.088	0.090	0.103	0.095	0.112	0.092
CV	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.310	1.326	1.327	1.351	1.343	1.359	1.350	1.360	1.392	1.411	1.395	1.423
DS	0.056	0.063	0.071	0.084	0.113	0.100	0.107	0.091	0.115	0.138	0.112	0.135
CV	0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.08	0.09

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.301	1.294	1.293	1.293	1.295	1.317	1.341	1.344	1.377	1.415	1.470	1.480
DS	0.058	0.067	0.067	0.062	0.063	0.067	0.070	0.073	0.109	0.108	0.141	0.161
CV	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.10	0.11

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.308	1.313	1.307	1.319	1.317	1.317	1.358	1.390	1.415	1.436	1.480	1.507
DS	0.096	0.087	0.087	0.091	0.091	0.100	0.112	0.140	0.152	0.164	0.194	0.194
CV	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11	0.13	0.13

Tabella A21. Per il bacino sotteso alla Diga di Locone, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	12	11	11	12	12	10	9	9	8	7	7	7
DS	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3
CV	0.20	0.17	0.18	0.17	0.24	0.22	0.32	0.37	0.37	0.40	0.34	0.39

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	10	10	10	10	11	11	10	9	8	8	7	6
DS	2	2	3	1	2	1	2	1	2	2	2	1
CV	0.21	0.22	0.26	0.11	0.19	0.12	0.21	0.17	0.27	0.21	0.22	0.22

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	11	11	11	11	11	10	9	8	6	6	5	5
DS	2	3	3	3	1	2	2	1	2	1	1	2
CV	0.20	0.27	0.27	0.26	0.12	0.20	0.21	0.17	0.25	0.25	0.24	0.30

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	11	10	11	11	10	9	8	8	8	7	7	6
DS	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2
CV	0.19	0.19	0.15	0.11	0.13	0.19	0.25	0.25	0.25	0.19	0.19	0.24

Tabella A22. Per il bacino sotteso alla Diga di Locone, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.1	2.7	3.1	3.5	3.9	5.3	5.6	6.5	7.4	8.2	8.8	9.4
DS	0.2	0.3	0.3	0.5	0.7	1.1	1.4	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8
CV	0.11	0.11	0.10	0.16	0.18	0.21	0.24	0.29	0.29	0.28	0.28	0.30

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.2	2.7	3.3	3.7	3.9	4.3	4.9	5.8	6.6	6.9	7.6	8.8
DS	0.5	0.5	0.9	1.0	0.6	0.9	1.4	1.5	2.6	2.1	2.9	3.0
CV	0.22	0.20	0.28	0.27	0.16	0.21	0.28	0.26	0.38	0.31	0.38	0.34

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.1	2.7	3.1	3.6	3.7	4.9	5.5	6.4	8.1	8.5	9.4	10.2
DS	0.3	0.6	0.7	0.6	0.6	1.3	1.1	1.5	2.7	3.2	3.6	4.5
CV	0.13	0.22	0.21	0.17	0.15	0.27	0.21	0.24	0.34	0.38	0.38	0.44

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.4	2.9	3.4	3.9	4.6	5.8	7.2	7.3	7.4	7.6	8.3	9.3
DS	0.4	0.5	0.7	0.9	0.9	1.6	2.3	2.0	2.2	2.0	2.5	2.7
CV	0.16	0.16	0.20	0.23	0.20	0.27	0.32	0.27	0.30	0.26	0.30	0.29



Tabella A23. Per il bacino sotteso alla Diga di Locone, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.755	3.636	4.231	4.661	5.306	7.152	7.745	8.888	10.104	11.091	11.655	12.407
DS	0.269	0.409	0.507	0.767	0.984	1.664	2.136	2.878	3.330	3.462	3.514	3.969
CV	0.10	0.11	0.12	0.16	0.19	0.23	0.28	0.32	0.33	0.31	0.30	0.32

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.952	3.637	4.474	4.996	5.166	5.733	6.555	7.722	8.963	9.198	10.186	11.634
DS	0.631	0.819	1.359	1.438	0.967	1.345	1.994	2.378	4.279	3.500	4.661	4.634
CV	0.21	0.23	0.30	0.29	0.19	0.23	0.30	0.31	0.48	0.38	0.46	0.40

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.936	3.763	4.349	4.998	5.150	6.906	7.856	9.224	11.680	12.340	13.604	14.454
DS	0.469	0.827	0.965	0.867	0.712	1.993	1.783	1.976	3.568	4.002	4.574	5.276
CV	0.16	0.22	0.22	0.17	0.14	0.29	0.23	0.21	0.31	0.32	0.34	0.36

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.106	3.924	4.497	5.127	6.151	7.889	9.850	####	10.207	10.477	11.411	12.723
DS	0.505	0.602	0.847	1.109	1.222	2.116	3.152	2.831	2.993	2.666	3.205	4.001
CV	0.16	0.15	0.19	0.22	0.20	0.27	0.32	0.28	0.29	0.25	0.28	0.31

Tabella A24. Per il bacino sotteso alla Diga di Locone, ensemble mean (in mesi<sup>-1</sup>), deviazione standard (in mesi<sup>-1</sup>) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.268	1.275	1.268	1.268	1.279	1.286	1.310	1.270	1.269	1.264	1.255	1.242
DS	0.064	0.037	0.042	0.058	0.049	0.049	0.070	0.063	0.082	0.070	0.059	0.060
CV	0.05	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.303	1.290	1.290	1.279	1.260	1.259	1.290	1.255	1.233	1.224	1.225	1.236
DS	0.078	0.071	0.107	0.097	0.096	0.052	0.091	0.094	0.121	0.108	0.125	0.119
CV	0.06	0.05	0.08	0.08	0.08	0.04	0.07	0.08	0.10	0.09	0.10	0.10

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.299	1.286	1.286	1.277	1.272	1.298	1.288	1.291	1.300	1.310	1.321	1.302
DS	0.046	0.041	0.046	0.051	0.060	0.078	0.086	0.096	0.074	0.074	0.074	0.059
CV	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.278	1.278	1.269	1.246	1.275	1.268	1.294	1.311	1.278	1.274	1.273	1.264
DS	0.039	0.029	0.037	0.039	0.039	0.068	0.059	0.077	0.051	0.060	0.048	0.066
CV	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05

Tabella A25. Per il bacino sotteso alla Diga di Monte Cotugno, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	31	24	20	17	15	13	12	11	11	9	8	8
DS	4	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2
CV	0.13	0.14	0.15	0.12	0.23	0.25	0.19	0.21	0.26	0.33	0.28	0.30

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	28	22	18	15	13	13	12	11	10	9	8	7
DS	4	3	1	2	3	1	2	2	1	2	1	2
CV	0.13	0.16	0.08	0.15	0.20	0.11	0.18	0.16	0.13	0.18	0.18	0.23

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	30	24	20	18	16	15	14	13	11	10	8	8
DS	3	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2
CV	0.11	0.11	0.11	0.10	0.13	0.13	0.09	0.11	0.17	0.22	0.16	0.24

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	32	25	23	20	17	17	15	13	11	9	9	8
DS	2	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3
CV	0.07	0.06	0.12	0.12	0.16	0.19	0.15	0.18	0.18	0.21	0.20	0.33

Tabella A26. Per il bacino sotteso alla Diga di Monte Cotugno, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.3	2.8	3.3	4.0	4.5	4.9	5.6	5.5	7.4	7.8	7.7
DS	0.3	0.4	0.5	0.5	0.9	1.2	1.3	1.5	1.7	2.6	2.2	2.3
CV	0.17	0.15	0.18	0.14	0.22	0.27	0.26	0.28	0.31	0.35	0.29	0.30

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.8	2.7	3.2	3.8	4.3	4.5	4.8	5.4	5.9	7.1	7.9	8.7
DS	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	1.0	0.9	1.9	1.8	1.6
CV	0.10	0.14	0.09	0.12	0.13	0.15	0.16	0.19	0.15	0.27	0.23	0.18

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.3	2.8	3.1	3.5	3.8	4.2	4.4	5.3	5.7	6.9	8.0
DS	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.9	1.5	1.7	2.7
CV	0.13	0.12	0.13	0.15	0.15	0.13	0.12	0.07	0.16	0.27	0.24	0.34

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.2	2.5	2.9	3.5	3.7	4.1	5.1	6.2	7.6	7.6	9.0
DS	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.9	1.4	1.6	2.3	5.1
CV	0.09	0.10	0.11	0.09	0.15	0.13	0.09	0.18	0.22	0.21	0.31	0.56

Tabella A27. Per il bacino sotteso alla Diga di Monte Cotugno, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.545	3.354	4.102	4.816	5.838	6.644	7.140	8.160	8.166	11.079	11.724	11.581
DS	0.440	0.601	0.863	0.816	1.513	1.873	2.013	2.265	2.616	5.034	4.070	4.242
CV	0.17	0.18	0.21	0.17	0.26	0.28	0.28	0.28	0.32	0.45	0.35	0.37

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.754	3.945	4.762	5.793	6.555	6.781	7.230	8.045	8.814	10.578	11.741	12.954
DS	0.317	0.479	0.326	0.743	1.005	0.916	0.928	1.331	1.276	2.562	2.578	2.254
CV	0.12	0.12	0.07	0.13	0.15	0.14	0.13	0.17	0.14	0.24	0.22	0.17

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.522	3.319	4.044	4.588	5.144	5.602	6.181	6.369	7.714	8.372	10.199	11.766
DS	0.369	0.458	0.579	0.719	0.761	0.819	0.562	0.453	1.211	2.036	2.069	3.695
CV	0.15	0.14	0.14	0.16	0.15	0.15	0.09	0.07	0.16	0.24	0.20	0.31

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.465	3.240	3.688	4.233	5.053	5.265	5.824	7.268	8.843	10.912	11.085	13.141
DS	0.231	0.404	0.535	0.557	0.824	0.754	0.582	1.252	1.754	2.092	3.202	7.028
CV	0.09	0.12	0.15	0.13	0.16	0.14	0.10	0.17	0.20	0.19	0.29	0.53

Tabella A28. Per il bacino sotteso alla Diga di Monte Cotugno, ensemble mean (in mesi<sup>-1</sup>), deviazione standard (in mesi<sup>-1</sup>) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.360	1.354	1.325	1.333	1.339	1.343	1.325	1.321	1.303	1.342	1.362	1.345
DS	0.046	0.037	0.036	0.040	0.043	0.049	0.049	0.057	0.077	0.126	0.115	0.109
CV	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.08	0.08

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.406	1.380	1.373	1.369	1.378	1.356	1.343	1.330	1.327	1.354	1.347	1.364
DS	0.043	0.038	0.058	0.056	0.090	0.062	0.068	0.044	0.049	0.052	0.048	0.052
CV	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.406	1.382	1.341	1.337	1.327	1.306	1.303	1.270	1.279	1.288	1.319	1.313
DS	0.052	0.028	0.034	0.037	0.055	0.045	0.044	0.034	0.059	0.066	0.059	0.083
CV	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04	0.06

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.396	1.380	1.356	1.343	1.335	1.312	1.306	1.302	1.328	1.345	1.358	1.377
DS	0.039	0.040	0.047	0.046	0.078	0.040	0.042	0.069	0.056	0.077	0.098	0.099
CV	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07

Tabella A29. Per il bacino sotteso alla Diga di Pertusillo, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	21	19	17	16	15	14	12	10	9	8	9	8
DS	3	3	4	3	4	4	3	2	1	1	2	1
CV	0.15	0.17	0.21	0.22	0.26	0.26	0.26	0.17	0.15	0.12	0.17	0.17

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	21	19	17	14	13	13	12	11	10	10	8	8
DS	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2
CV	0.08	0.11	0.13	0.19	0.20	0.25	0.19	0.18	0.25	0.26	0.20	0.24

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	20	18	17	16	14	14	14	12	10	10	8	7
DS	4	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	1
CV	0.22	0.14	0.14	0.18	0.16	0.13	0.19	0.16	0.19	0.20	0.18	0.18

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	21	20	18	16	15	14	13	11	11	10	9	8
DS	3	1	3	2	3	3	5	4	3	3	2	2
CV	0.13	0.08	0.15	0.15	0.22	0.24	0.38	0.34	0.31	0.30	0.27	0.25

Tabella A30. Per il bacino sotteso alla Diga di Pertusillo, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.3	2.9	3.3	3.7	4.0	4.3	4.9	5.9	6.5	7.0	6.6	7.4
DS	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	1.5	1.5	1.7	1.5
CV	0.16	0.19	0.26	0.28	0.30	0.28	0.28	0.27	0.23	0.21	0.26	0.20

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.2	2.9	3.5	4.1	4.3	4.8	4.9	5.5	5.9	6.2	7.1	7.2
DS	0.2	0.3	0.7	0.9	0.8	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	1.0	0.7
CV	0.08	0.10	0.20	0.21	0.19	0.22	0.17	0.14	0.17	0.13	0.14	0.09

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	4.1	4.3	5.0	5.9	6.3	7.7	8.7
DS	0.4	0.3	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	1.4	1.8	1.9	1.6	1.7
CV	0.19	0.10	0.14	0.18	0.18	0.19	0.26	0.27	0.30	0.30	0.20	0.20

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.2	2.6	3.2	3.7	4.2	4.5	5.4	6.0	6.2	6.7	7.4	8.5
DS	0.2	0.1	0.3	0.6	0.8	1.0	2.0	2.0	1.9	2.1	2.1	2.4
CV	0.09	0.04	0.11	0.16	0.18	0.22	0.36	0.33	0.30	0.31	0.28	0.28

Tabella A31. Per il bacino sotteso alla Diga di Pertusillo, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.483	4.447	5.145	5.694	6.227	6.711	7.755	9.075	9.999	10.899	10.200	11.387
DS	0.596	0.866	1.433	1.728	2.035	2.136	2.513	2.362	2.099	2.002	2.362	2.268
CV	0.17	0.19	0.28	0.30	0.33	0.32	0.32	0.26	0.21	0.18	0.23	0.20

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.350	4.286	5.323	6.363	6.725	7.427	7.569	8.382	9.128	9.668	10.842	11.091
DS	0.244	0.400	0.981	1.320	1.357	1.959	1.587	1.569	2.247	2.212	2.031	1.686
CV	0.07	0.09	0.18	0.21	0.20	0.26	0.21	0.19	0.25	0.23	0.19	0.15

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.549	4.169	4.976	5.605	6.259	6.474	6.658	7.675	8.946	9.542	11.580	13.229
DS	0.914	0.666	0.933	1.288	1.379	1.424	1.996	2.345	3.081	3.166	2.569	3.194
CV	0.26	0.16	0.19	0.23	0.22	0.22	0.30	0.31	0.34	0.33	0.22	0.24

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.197	3.928	4.813	5.596	6.356	6.804	8.211	9.119	9.540	10.300	11.214	13.032
DS	0.432	0.218	0.611	0.998	1.357	1.754	3.200	3.330	3.202	3.571	3.400	4.086
CV	0.14	0.06	0.13	0.18	0.21	0.26	0.39	0.37	0.34	0.35	0.30	0.31

Tabella A32. Per il bacino sotteso alla Diga di Pertusillo, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.387	1.408	1.397	1.403	1.382	1.368	1.386	1.414	1.408	1.417	1.386	1.385
DS	0.069	0.086	0.051	0.085	0.069	0.088	0.087	0.063	0.076	0.067	0.056	0.064
CV	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.390	1.383	1.382	1.405	1.401	1.395	1.380	1.381	1.370	1.356	1.369	1.356
DS	0.056	0.043	0.036	0.049	0.057	0.059	0.062	0.061	0.065	0.101	0.093	0.103
CV	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.07	0.08

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.426	1.407	1.395	1.406	1.416	1.399	1.382	1.358	1.369	1.360	1.389	1.408
DS	0.102	0.052	0.081	0.083	0.091	0.067	0.086	0.059	0.084	0.090	0.082	0.133
CV	0.07	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.07	0.06	0.09

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.384	1.363	1.383	1.393	1.381	1.375	1.387	1.383	1.385	1.399	1.389	1.426
DS	0.029	0.053	0.083	0.072	0.072	0.073	0.094	0.094	0.098	0.100	0.090	0.105
CV	0.02	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07

Tabella A33. Per il bacino sotteso alla Traversa Agri, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	27	22	20	18	15	15	13	11	11	9	9	8
DS	4	2	3	4	4	3	3	3	2	2	2	2
CV	0.14	0.11	0.14	0.21	0.25	0.19	0.21	0.24	0.17	0.23	0.19	0.29

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	28	22	19	15	14	13	12	10	11	9	9	8
DS	3	3	4	2	1	2	2	2	2	2	3	2
CV	0.11	0.15	0.20	0.11	0.09	0.16	0.17	0.18	0.15	0.18	0.31	0.21

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	28	22	19	18	16	15	13	11	11	9	8	8
DS	5	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1
CV	0.17	0.09	0.13	0.18	0.13	0.17	0.16	0.14	0.14	0.17	0.20	0.18

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	29	25	21	19	16	14	13	11	9	8	8	8
DS	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
CV	0.09	0.12	0.12	0.14	0.16	0.18	0.24	0.21	0.23	0.28	0.25	0.28

Tabella A34. Per il bacino sotteso alla Traversa Agri, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.0	2.5	2.8	3.3	3.9	4.2	4.7	5.5	5.8	6.9	7.2	7.7
DS	0.4	0.3	0.5	0.8	1.1	1.1	1.5	1.7	1.5	1.9	1.8	2.5
CV	0.21	0.13	0.18	0.25	0.28	0.26	0.32	0.31	0.26	0.28	0.25	0.33

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.0	2.7	3.0	3.8	4.1	4.4	5.1	5.7	5.6	6.5	7.1	7.7
DS	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.9	0.7	1.1	1.6	0.9
CV	0.11	0.15	0.16	0.13	0.12	0.17	0.15	0.16	0.12	0.17	0.22	0.12

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.9	2.6	2.9	3.2	3.5	4.0	4.4	5.1	5.4	6.4	7.2	7.5
DS	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.6
CV	0.18	0.10	0.16	0.20	0.16	0.24	0.22	0.20	0.18	0.19	0.18	0.22

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.0	2.4	2.9	3.3	3.8	4.4	4.9	6.1	7.2	8.3	8.3	8.6
DS	0.1	0.3	0.2	0.4	0.5	0.6	0.9	1.5	1.6	2.2	2.1	2.0
CV	0.07	0.11	0.08	0.11	0.14	0.14	0.18	0.24	0.23	0.27	0.25	0.23

Tabella A35. Per il bacino sotteso alla Traversa Agri, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.010	3.789	4.174	4.921	5.795	6.145	7.073	8.225	8.582	10.139	10.744	11.475
DS	0.580	0.514	0.809	1.334	1.739	1.640	2.198	2.516	2.233	2.947	2.778	3.836
CV	0.19	0.14	0.19	0.27	0.30	0.27	0.31	0.31	0.26	0.29	0.26	0.33

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.014	4.066	4.588	5.734	6.147	6.708	7.633	8.567	8.368	9.702	10.688	11.374
DS	0.263	0.686	0.784	0.722	0.578	1.054	1.042	1.472	1.286	1.720	3.111	1.904
CV	0.09	0.17	0.17	0.13	0.09	0.16	0.14	0.17	0.15	0.18	0.29	0.17

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.895	3.869	4.420	4.867	5.357	6.107	6.713	7.709	8.243	9.710	11.067	11.454
DS	0.595	0.468	0.736	1.046	0.916	1.553	1.581	1.688	1.575	1.971	1.974	2.061
CV	0.21	0.12	0.17	0.21	0.17	0.25	0.24	0.22	0.19	0.20	0.18	0.18

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.834	3.495	4.195	4.878	5.638	6.433	7.305	9.067	10.673	12.275	12.359	12.790
DS	0.291	0.450	0.507	0.691	0.979	1.059	1.484	2.294	2.711	3.157	3.155	3.170
CV	0.10	0.13	0.12	0.14	0.17	0.16	0.20	0.25	0.25	0.26	0.26	0.25

Tabella A36. Per il bacino sotteso alla Traversa Agri, ensemble mean (in mesi<sup>-1</sup>), deviazione standard (in mesi<sup>-1</sup>) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.374	1.382	1.373	1.346	1.349	1.329	1.337	1.352	1.331	1.344	1.352	1.337
DS	0.034	0.037	0.052	0.044	0.030	0.050	0.059	0.058	0.074	0.052	0.073	0.073
CV	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.386	1.398	1.384	1.391	1.380	1.367	1.388	1.398	1.321	1.339	1.348	1.349
DS	0.057	0.055	0.061	0.048	0.064	0.059	0.069	0.083	0.050	0.063	0.109	0.085
CV	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.08	0.06

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.410	1.409	1.415	1.377	1.351	1.365	1.363	1.347	1.350	1.358	1.387	1.361
DS	0.087	0.058	0.048	0.058	0.038	0.053	0.052	0.052	0.057	0.080	0.105	0.085
CV	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.08	0.06

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.376	1.396	1.365	1.357	1.375	1.375	1.386	1.394	1.407	1.419	1.414	1.410
DS	0.035	0.056	0.074	0.069	0.072	0.071	0.090	0.069	0.101	0.102	0.094	0.091
CV	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06



Tabella A37. Per il bacino sotteso alla Traversa Santa Venere, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	32	25	21	18	16	14	13	12	9	9	8	7
DS	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	2	2
CV	0.08	0.14	0.13	0.17	0.18	0.27	0.26	0.23	0.25	0.29	0.31	0.25

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	34	29	22	19	18	16	15	15	13	12	11	10
DS	4	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2
CV	0.11	0.11	0.11	0.10	0.16	0.16	0.13	0.18	0.16	0.14	0.18	0.18

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	33	26	22	18	16	15	13	12	11	9	8	8
DS	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2
CV	0.13	0.17	0.19	0.24	0.18	0.22	0.12	0.20	0.18	0.23	0.22	0.22

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	35	27	24	21	19	17	15	14	12	11	9	8
DS	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2
CV	0.09	0.14	0.12	0.11	0.15	0.17	0.17	0.20	0.26	0.26	0.20	0.32

Tabella A38. Per il bacino sotteso alla Traversa Santa Venere, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.2	2.6	3.2	3.5	4.1	4.5	4.9	6.4	7.1	7.6	7.9
DS	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	2.0	2.7	2.6
CV	0.08	0.12	0.17	0.15	0.17	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.36	0.32

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.6	2.0	2.5	2.9	3.3	3.6	3.8	4.1	4.8	5.2	5.4	6.1
DS	0.1	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	1.0	1.2	1.4
CV	0.09	0.10	0.07	0.13	0.17	0.23	0.19	0.23	0.15	0.19	0.22	0.23

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.7	2.1	2.7	3.3	3.6	4.0	4.3	4.8	5.4	6.3	7.7	7.2
DS	0.3	0.4	0.8	1.1	1.0	1.2	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
CV	0.17	0.17	0.29	0.34	0.28	0.31	0.24	0.21	0.20	0.19	0.17	0.19

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.6	2.0	2.5	2.9	3.2	3.5	4.0	4.5	5.2	5.7	6.3	8.3
DS	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	1.1	1.5	1.4	1.7	3.0
CV	0.07	0.08	0.12	0.10	0.14	0.16	0.17	0.25	0.29	0.25	0.27	0.36

Tabella A39. Per il bacino sotteso alla Traversa Santa Venere, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.479	3.351	3.889	4.706	5.279	6.020	6.641	7.157	9.321	10.464	11.302	11.853
DS	0.175	0.449	0.671	0.746	1.038	1.257	1.402	1.622	2.109	3.165	4.185	3.973
CV	0.07	0.13	0.17	0.16	0.20	0.21	0.21	0.23	0.23	0.30	0.37	0.34

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.248	2.784	3.530	4.099	4.597	4.976	5.311	5.730	6.587	7.111	7.523	8.486
DS	0.245	0.311	0.326	0.513	0.855	1.162	1.076	1.452	1.134	1.219	1.567	1.892
CV	0.11	0.11	0.09	0.13	0.19	0.23	0.20	0.25	0.17	0.17	0.21	0.22

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.416	3.141	3.956	4.884	5.327	5.906	6.329	7.027	7.834	9.337	11.350	10.549
DS	0.438	0.610	1.254	1.861	1.766	2.063	1.789	1.758	1.667	2.276	2.438	2.328
CV	0.18	0.19	0.32	0.38	0.33	0.35	0.28	0.25	0.21	0.24	0.21	0.22

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.259	2.879	3.489	4.030	4.499	4.983	5.632	6.365	7.533	8.220	9.137	11.937
DS	0.154	0.220	0.428	0.487	0.794	1.075	1.238	1.889	2.538	2.396	2.896	4.582
CV	0.07	0.08	0.12	0.12	0.18	0.22	0.22	0.30	0.34	0.29	0.32	0.38

Tabella A40. Per il bacino sotteso alla Traversa Santa Venere, ensemble mean (in mesi<sup>-1</sup>), deviazione standard (in mesi<sup>-1</sup>) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.400	1.393	1.371	1.366	1.362	1.331	1.309	1.306	1.322	1.341	1.341	1.349
DS	0.049	0.042	0.039	0.041	0.038	0.053	0.055	0.058	0.071	0.085	0.104	0.108
CV	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.344	1.340	1.338	1.310	1.290	1.283	1.289	1.263	1.257	1.248	1.265	1.264
DS	0.041	0.033	0.048	0.030	0.032	0.040	0.030	0.048	0.020	0.040	0.051	0.042
CV	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.381	1.394	1.361	1.358	1.346	1.333	1.309	1.290	1.287	1.322	1.316	1.292
DS	0.038	0.075	0.054	0.062	0.058	0.077	0.093	0.084	0.071	0.100	0.113	0.112
CV	0.03	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07	0.06	0.06	0.08	0.09	0.09

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.382	1.372	1.320	1.302	1.290	1.280	1.271	1.285	1.303	1.313	1.292	1.324
DS	0.045	0.061	0.036	0.042	0.073	0.061	0.058	0.064	0.086	0.089	0.084	0.097
CV	0.03	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07

Tabella A41. Per il bacino sotteso alla Traversa Sarmento, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) del numero di eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	8
DS	3	3	3	4	4	3	4	3	2	2	2	2
CV	0.15	0.13	0.16	0.25	0.27	0.26	0.29	0.27	0.21	0.20	0.26	0.28

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	25	19	17	16	15	14	14	12	11	10	8	7
DS	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
CV	0.12	0.13	0.09	0.06	0.07	0.06	0.10	0.18	0.15	0.21	0.19	0.22

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	25	20	18	16	15	13	13	12	10	10	7	7
DS	4	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3
CV	0.16	0.13	0.12	0.13	0.15	0.15	0.18	0.28	0.28	0.29	0.29	0.35

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	27	23	19	18	16	15	14	12	11	10	8	8
DS	5	4	4	3	4	2	3	3	2	2	2	3
CV	0.18	0.19	0.19	0.19	0.23	0.15	0.19	0.23	0.21	0.23	0.30	0.35

Tabella A42. Per il bacino sotteso alla Traversa Sarmento, ensemble mean (in mesi), deviazione standard (in mesi) e coefficiente di variazione (adimensionale) della durata media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.2	2.7	3.1	3.7	4.3	4.6	5.1	5.4	6.2	6.7	8.1	8.1
DS	0.4	0.4	0.6	1.2	1.1	1.1	1.4	1.1	1.4	1.4	2.7	2.4
CV	0.17	0.16	0.20	0.32	0.26	0.23	0.28	0.20	0.23	0.21	0.33	0.30

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.2	2.9	3.4	3.6	3.7	4.1	4.3	5.0	5.5	6.5	7.5	8.4
DS	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3	2.0	2.1	2.7
CV	0.11	0.15	0.08	0.10	0.13	0.15	0.22	0.22	0.23	0.31	0.28	0.32

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.1	2.7	3.1	3.5	3.8	4.2	4.5	5.2	5.9	6.4	8.4	8.9
DS	0.5	0.4	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2	2.0	2.1	1.9	2.2	3.2
CV	0.23	0.14	0.22	0.24	0.27	0.24	0.27	0.38	0.36	0.30	0.26	0.36

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.9	2.4	2.9	3.1	3.5	3.6	4.1	4.8	5.5	6.2	7.3	7.7
DS	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.9	1.2	0.8	1.1	2.0	3.7
CV	0.16	0.23	0.21	0.19	0.18	0.13	0.22	0.26	0.15	0.18	0.27	0.48

Tabella A43. Per il bacino sotteso alla Traversa Sarmento, ensemble mean (adimensionale), deviazione standard (adimensionale) e coefficiente di variazione (adimensionale) della magnitudo media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.236	3.982	4.592	5.533	6.297	6.740	7.508	7.969	9.239	9.896	12.005	11.940
DS	0.556	0.668	0.977	1.994	1.966	1.848	2.321	1.997	2.847	2.739	4.309	3.644
CV	0.17	0.17	0.21	0.36	0.31	0.27	0.31	0.25	0.31	0.28	0.36	0.31

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.202	4.343	5.074	5.303	5.367	6.057	6.285	7.249	8.135	9.654	11.235	12.564
DS	0.448	0.720	0.563	0.554	0.444	0.570	1.094	1.482	1.712	3.067	3.184	4.199
CV	0.14	0.17	0.11	0.10	0.08	0.09	0.17	0.20	0.21	0.32	0.28	0.33

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	3.173	3.965	4.510	5.028	5.518	6.179	6.575	7.756	8.740	9.546	12.480	13.321
DS	0.776	0.569	1.004	1.206	1.571	1.571	1.924	3.087	3.340	3.173	3.615	5.234
CV	0.24	0.14	0.22	0.24	0.28	0.25	0.29	0.40	0.38	0.33	0.29	0.39

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	2.801	3.487	4.158	4.493	4.985	5.140	5.905	6.971	7.976	9.064	11.100	11.704
DS	0.516	0.908	0.969	0.997	0.971	0.769	1.467	2.061	1.550	2.098	4.032	6.276
CV	0.18	0.26	0.23	0.22	0.19	0.15	0.25	0.30	0.19	0.23	0.36	0.54

Tabella A44. Per il bacino sotteso alla Traversa Sarmento, ensemble mean (in  $\text{mesi}^{-1}$ ), deviazione standard (in  $\text{mesi}^{-1}$ ) e coefficiente di variazione (adimensionale) dell'intensità media degli eventi di siccità idrologica riferita a finestre di accumulazione di diversa ampiezza, per il periodo di riferimento 1981-2010 ("HIST") e per i tre scenari di concentrazione RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5.

HIST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.389	1.359	1.332	1.337	1.315	1.301	1.313	1.310	1.326	1.320	1.333	1.333
DS	0.054	0.052	0.047	0.058	0.068	0.058	0.060	0.052	0.089	0.082	0.084	0.065
CV	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.07	0.06	0.06	0.05

RCP2.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.357	1.384	1.368	1.347	1.318	1.324	1.312	1.324	1.332	1.351	1.365	1.364
DS	0.053	0.069	0.062	0.060	0.047	0.047	0.039	0.045	0.055	0.090	0.086	0.096
CV	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.07	0.06	0.07

RCP4.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.381	1.391	1.356	1.323	1.300	1.309	1.295	1.323	1.331	1.342	1.363	1.345
DS	0.050	0.054	0.052	0.076	0.068	0.063	0.049	0.083	0.072	0.113	0.102	0.112
CV	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.08	0.08	0.08

RCP8.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EM	1.345	1.319	1.290	1.282	1.286	1.283	1.281	1.284	1.312	1.316	1.364	1.357
DS	0.047	0.054	0.037	0.028	0.030	0.030	0.042	0.045	0.068	0.087	0.142	0.160
CV	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.12

---

## Bibliografia

- Cornes, R., van der Schrier, G., van den Besselaar, E.J.M. & Jones, P.D., 2018. An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Datasets. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 123(17), 9391-9409.
- Donnelly, C., Andersson, J. C. M., & Arheimer, B., 2016. Using flow signatures and catchment similarities to evaluate the E-HYPE multi-basin model across Europe. *Hydrol. Sci. J.* 61(2), 255-273.
- Edossa, D.C., Babel, M.S. & Das Gupta, A., 2010. Drought analysis in the Awash river basin, Ethiopia. *Water Resources Management* 24(7), 1441-1460.
- Fleig, A.K., Tallaksen, L.M., Hisdal, H. & Demuth, S., 2006. A global evaluation of streamflow drought characteristics. *Hydrology and Earth System Sciences* 10(4), 535-552.
- Guttman, N.B., 1999. Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm. *Journal of the American Water Resources Association* 35(2), 311-322.
- IPCC, 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.
- McKee, T.B., Doesken, N.J. & Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. In: *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*, Anaheim, California, 17-22 January 1993. Boston, American Meteorological Society, 179-184.
- Nalbantis, I. & Tsakiris, G., 2009. Assessment of hydrological drought revisited. *Water Resources Management* 23(5), 881-897.
- Ntegeka, V., Salamon, P., Gomes, G. et al., 2013. EFAS - Meteo: A European daily high-resolution gridded meteorological data set for 1990-2011. Report EUR, 26408.
- Shamshirband, S., Hashemi, S., Salimi, H., Samadianfard, S., Asadi, E., Shadkani, S., et al., 2020. Predicting standardized streamflow index for hydrological drought using machine learning models. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics* 14(1), 339-350.
- Shukla, S. & Wood, A.W., 2008. Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. *Geophysical Research Letters* 35(2).
- Stagge, J.A., Tallaksen, L.M., Gudmundsson, L., Van Loon, A.F., Stahle, K., 2015. Candidate distributions for climatological drought indices (SPI and SPEI). *International Journal of Climatology* 35(13), 4027-4040.
- Van Loon, A.F. & Van Lanen, H.A., 2013. Making the distinction between water scarcity and drought using an observation-modeling framework. *Water Resources Research* 49(3), 1483-1502.
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S. & López-Moreno, J.I., 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate* 23, 1696-1718.
- Wang, Y., Lv, J., Hannaford, J., Wang, Y., Sun, H., Barker, L. J., ... & Eastman, M., 2020. Linking drought indices to impacts to support drought risk assessment in Liaoning province, China. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(3), 889-906.
- World Meteorological Organization, 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide* (M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood). (WMO-No. 1090), Geneva.