

LA GRANDE MAGRA DEL PO NELL'ESTATE 2022

IL FIUME È SCESO A LIVELLI IDROMETRICI INFERIORI AI MINIMI STORICI, INTERESSANDO UNA PORZIONE D'ALVEO RARAMENTE OGGETTO DI MISURE DI PORTATA. I RILIEVI BATIMETRICI SVOLTI DALLA STRUTTURA IDROMETEOClima DI ARPAE HANNO CONSENTITO DI VALUTARE CON BUONA AFFIDABILITÀ L'ENTITÀ DELLE PORTATE E QUINDI DI STIMARE LA RARITÀ DELL'EVENTO.

Durante la magra estiva 2022 il Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po della Struttura IdroMeteoClima di Arpaè ha svolto una campagna di misura con l'obiettivo di verificare e aggiornare in modo continuo le scale di deflusso, ovvero le relazioni matematiche che legano portate e livelli idrometrici, disponibili per le stazioni idrometriche del tratto mediano del fiume Po, in corrispondenza di regimi di portata mai misurati fino ad allora.

La definizione della scala di deflusso necessita, oltre che della conoscenza delle caratteristiche morfologiche e idrauliche del tratto fluviale considerato, anche della disponibilità di un numero adeguato di misure di portata e del corrispondente livello idrometrico. La definizione del tratto di magra della scala delle portate richiede misure specifiche poiché la relazione tra i livelli e le portate varia per modifiche anche piccole della sezione che, unitamente agli errori di misura, possono comportare differenze nei valori non trascurabili in termini percentuali.

Nel periodo giugno-settembre 2022 sono state eseguite le seguenti misure di portata:

- 08/06/2022 Pontelagoscuro (FE)
- 21/06/2022 Cremona, Piacenza, Boretto (RE)
- 22/06/2022 Borgoforte (MN)
- 23/06/2022 Sermide (MN)
- 24/06/2022 Pontelagoscuro (FE)
- 27/06/2022 Spessa (PV)
- 18/07/2022 Pontelagoscuro (FE)
- 25/07/2022 Cremona e Boretto (RE)
- 27/09/2022 Boretto (RE)
- 29/09/2022 Pontelagoscuro (FE).

Le misure sono state eseguite a bordo di un natante, utilizzando un profilatore di corrente acustico doppler (Adcp) montato su un piccolo scafo e un sistema di posizionamento planimetrico al suolo basato su segnale Gps-Rtk. I profilatori a ultrasuoni Adcp consentono la scansione in continuo del campo di velocità e della



FIG. 1 MISURA DA IMBARCAZIONE

Operatore Arpaè al lavoro a Boretto durante la campagna di misurazione tra giugno e settembre 2022.

batimetria nella sezione investigata e quindi la misura della portata liquida transitante. Le modalità operative della misura seguono uno standard di qualità basato su procedura certificata ISO 9001:2015. Vengono in particolare eseguiti quattro rilievi (transetti) da sponda a sponda con l'obiettivo di contenere la variazione percentuale della portata ricavata per ciascun transetto in un limite pari al 5%.

Le sezioni fluviali oggetto di misura sono ubicate in prossimità delle stazioni teledrometriche dell'asta principale del Po, dove si riscontrano le condizioni idrauliche ottimali, come da standard internazionali, e in base all'esperienza e alla conoscenza territoriale degli operatori.

Al rientro in sede le misure vengono elaborate e restituite tramite software dedicato e infine sottoposte a validazione esperta a cura degli operatori.

Andamento idrometrico del 2022

Nella figura 2, per la stazione di Po a Pontelagoscuro, è rappresentato l'andamento delle portate mensili osservate negli anni 2021 e 2022, a confronto con i valori medi e minimi mensili di lungo periodo. Dall'analisi dei dati riassunti nella figura si osserva come, a partire dal mese di marzo 2021, il regime fluviale del fiume Po sia stato caratterizzato da portate prossime o inferiori alla media del periodo di riferimento (1923-2020); dal mese di novembre 2021, inoltre, si è osservato un andamento decrescente dei deflussi, che hanno raggiunto valori inferiori al minimo del lungo periodo nel mese di marzo 2022; i valori dei deflussi mensili sono successivamente risultati confrontabili o inferiori ai minimi del lungo periodo (1923-2021) fino a novembre 2022.

Il valore minimo di portata giornaliera (tabella 1) è stato registrato per le

sezioni di Piacenza, Cremona, Boretto, Borgoforte e Pontelagoscuro nell'ultima decade del mese di luglio. Nella tabella vengono riportati i valori di portata minima giornaliera dell'anno 2022 posti a confronto con i valori minimi storici di lungo periodo. Al fine di consentire il confronto in termini

di altezze idrometriche, ciascuna portata, corrispondente all'altezza osservata della serie storica in esame, è stata riferita all'altezza che si sarebbe ottenuta a partire dalle attuali scale delle portate valide alle sezioni considerate (H ricostruita). La tabella riporta i risultati del suddetto procedimento,

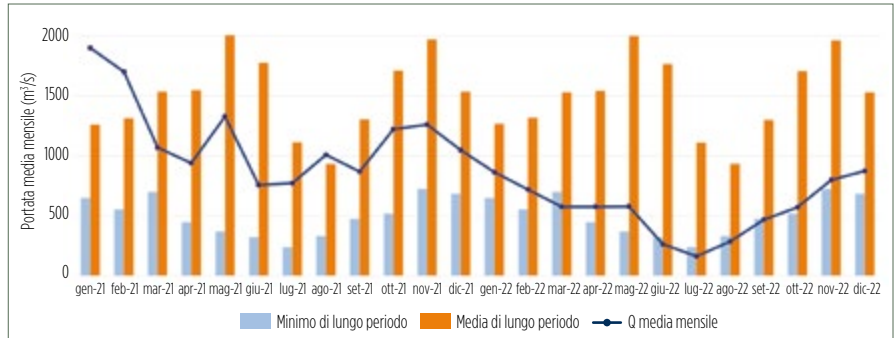


FIG. 2 IL PO A PONTELAGOSCURO
Andamento delle portate mensili osservate negli anni 2021 e 2022, a confronto con i valori medi e minimi mensili di lungo periodo.

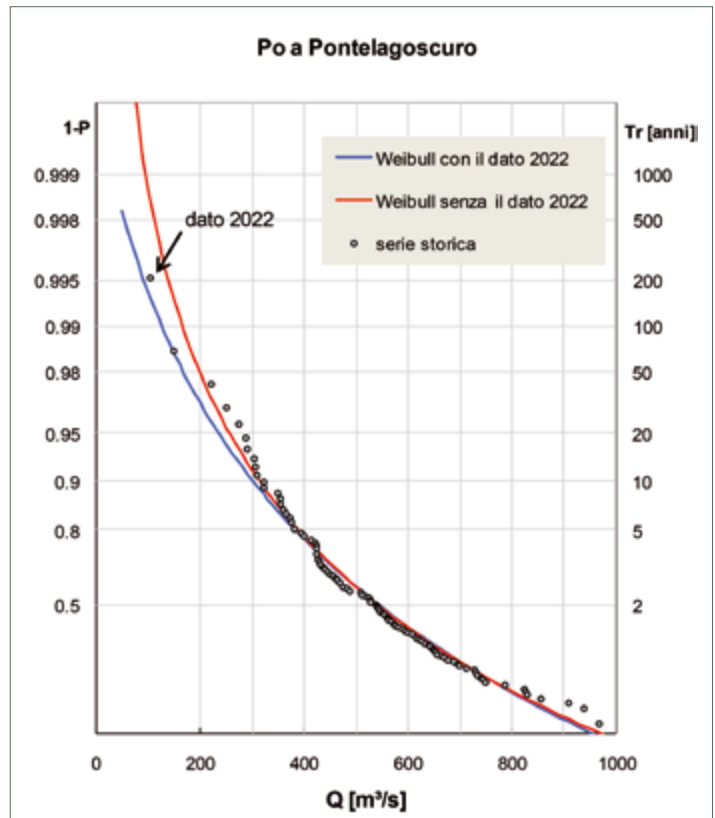


FIG. 3 DISTRIBUZIONE DI WEIBULL DEL PO A PONTELAGOSCURO

Q portata minima annuale, 1-P probabilità di superamento, Tr tempo di ritorno.

Stazione	Magra 2022			Magra minima storica				
	Data	h (m)	Q (m³/s)	Data	Periodo di riferimento	h (m)	Q (m³/s)	h ricostruita (m)
Piacenza	25/07/2022	-0,892	131	12/05/1945	1924-2021	0,05	125	-0,910
Cremona	22/07/2022	-8,517	169	17/05/1965	1965-2021	-4,630	200	-8,330
Boretto (RE)	23/07/2022	-4,850	123	18/05/1965	1942-2021	-1,230	200	-4,370
Borgoforte (MN)	23/07/2022	-4,430	138	19/05/1965	1924-2021	-1,040	209	-4,010
Pontelagoscuro (FE)	24/07/2022	-7,485	104	22/07/2006	1918-2021	-7,490	150	-7,270

TAB. 1 LE MAGRE DEL PO
Le portate minime raggiunte durante l'estate 2022 e i valori minimi storici in alcune sezioni del fiume.

consentendo un'opportuna valutazione dell'entità della magra sia in termini di portata sia di altezze idrometriche. I dati riportati in tabella evidenziano che l'evento 2022 è il minimo assoluto, salvo che per la stazione di Piacenza per cui nel 1945 è stata pubblicata una portata giornaliera confrontabile con quella del luglio 2022.

Analisi statistica delle magre

È stata effettuata l'analisi statistica delle serie storiche di portata minima annuale per le cinque principali stazioni del tratto emiliano del fiume Po: Piacenza, Cremona, Boretto, Borgoforte e Pontelagoscuro. È stata utilizzata la distribuzione di Weibull a tre parametri, applicata nell'ipotesi di includere o escludere, dalla serie storica assunta a base delle elaborazioni, il dato relativo all'anno 2022. Si riportano, a titolo di esempio nella *figura 3* i risultati dell'analisi per la stazione di Pontelagoscuro. Sull'asse delle ascisse vengono rappresentate le portate minime annuali, sull'asse delle ordinate la variabile ridotta di Gumbel a cui corrisponde univocamente un valore di probabilità di superamento e di tempo di ritorno.

Nelle analisi idrologiche il tempo di ritorno è il numero medio di anni che intercorre tra due successive osservazioni di un evento critico definito attraverso un valore soglia; nell'analisi degli eventi estremi (piene e magre), quelli più significativi sono caratterizzati da valori di tempo di ritorno più alti. Facendo un'ipotesi di stazionarietà, tale per cui si ipotizza che la struttura probabilistica soddisfa certe condizioni di invarianza temporale, la stima del tempo di ritorno della magra 2022, utilizzando la serie storica al 2021, risulta pari a 100 anni per la stazione di Piacenza, mentre per le restanti stazioni fornisce valori superiori a 200 anni. Se invece si considera la statistica che comprende il dato 2022, si ottiene per tutte le stazioni un tempo di ritorno prossimo o superiore a 100 anni.

La presenza a Piacenza di un dato simile a quello dell'anno 2022, verificatosi nel 1945, comporta una maggiore frequenza di accadimento della portata in esame e un minor tempo di ritorno associato. Il risultato dell'analisi è dettagliato in *tabella 2*.

Si evidenzia infine che i dati e le elaborazioni potranno essere suscettibili di variazione in sede di revisione definitiva.

a cura del **Servizio Idrografia e idrologia regionale e Distretto Po, Struttura IdroMeteoClima, Arpa Emilia-Romagna**

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Aipo - Direzione Navigazione interna per il supporto logistico durante l'esecuzione delle misure di portata.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV., 1913-2021, Annali idrologici dell'Ufficio idrografico del Po e dell'Emilia-Romagna.
- Allodi A., Pecora S., 2003, "Sulla magra estiva del fiume Po nell'anno 2003", Archivio Arpa Emilia-Romagna.
- Allodi A., Pecora S., 2003, "Sulla magra invernale del fiume Po nell'anno 2002", *L'Acqua*, 4, pp. 23-32.
- European Commission, 2022, *Drought in Europe July 2022*, JRC Global Drought Observatory (Gdo) of the Copernicus Emergency management Service (Cems).
- ISO 748:2007 "Hydrometry -Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats".
- Maione U., 1999, *Le piene fluviali*, ed. La goliardica pavese.
- Osservatorio Clima e Area Idrologia della Struttura IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna, 2022, "Estate 2022: futuro e presente si toccano", *Ecoscienza n. 4/2022*.
- Osservatorio clima dell'Emilia-Romagna, Bollettino mensile, Anno III, n. 12, dicembre 2022.
- Tomasino M., Zanchettin D., Traverso P., 2004, "Analisi del periodo siccitoso dell'estate 2003 in riferimento alla magra eccezionale del Po misurata a Pontelagoscuro", *Bollettino geofisico*, a. XXVII n. 1-2.
- U.S Geological Survey, 2010, "Discharge measurements at gaging station", Chapter 8 of Book 3, Section A. (Reston, Virginia).

TAB. 2
TEMPO DI RITORNO

Valore del tempo di ritorno associato alla magra 2022. Statistica che considera la serie storica fino all'anno 2021 e fino all'anno 2022.

Stazione	Data	h media (m)	Q media min. annuale (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni) fino al 2021	Tempo di ritorno (anni) fino al 2022
Piacenza	25/07/2022	-0,892	131	100	98
Cremona	22/07/2022	-8,517	169	>200	74
Boretto (RE)	23/07/2022	-4,850	123	>200	113
Borgoforte (MN)	23/07/2022	-4,430	138	>200	144
Pontelagoscuro (FE)	24/07/2022	-7,485	104	>200	152