Problematiche di calibrazione di trasformazioni afflussi-deflussi in bacini non strumentati a monte del Lago Maggiore

Pietro Bogoni*, Giulia Evangelista, Pierluigi Claps

Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Italia

**e-mail: pietro.bogoni@polito.it*

Sommario

La modellazione idrologica a scala di bacino rappresenta un importante strumento nel complesso ambito della gestione integrata della risorsa idrica. Per assicurarne l'affidabilità applicativa, è fondamentale una fase preliminare di validazione accurata delle variabili modellistiche, soprattutto nelle aree in cui le osservazioni si rivelano incerte o assenti.

Lo studio è incentrato sul bacino imbrifero del Lago Maggiore, un'area di circa 6600 km^2 (Claps et al., 2020) situata nella fascia alpina tra l'Italia e la Svizzera. Il lago, con un volume di regolazione di circa 400 Mm^3 rappresenta una risorsa preziosa negli ambiti irrigui, industriali, idropotabili e di protezione dagli eventi alluvionali. Circa un terzo dell'area drenante afferente al lago risulta priva di misure idrometriche (Figura 1) rendendo impossibile una calibrazione diretta dei modelli idrologici. L'obiettivo di questo lavoro è pertanto la validazione indiretta delle componenti di afflusso e deflusso nell'area non strumentata, al fine di garantire una modellazione idrologica coerente.

L'area di studio, denominata *interbacino*, si estende su circa 2000 km^2. La metodologia adottata si basa su una prima valutazione indiretta del deflusso medio annuo dell'*interbacino*, ottenuta per differenza tra il valore misurato alla sezione di chiusura del Lago Maggiore (stazione del Ticino a Miorina) e la somma dei deflussi misurati nei principali bacini strumentati che vi confluiscono. A tale analisi è seguita una verifica di dettaglio a scala di sottobacino al fine di individuare eventuali anomalie ed affinare le stime. L'intervallo temporale considerato per le elaborazioni è il periodo 2013 - 2020.

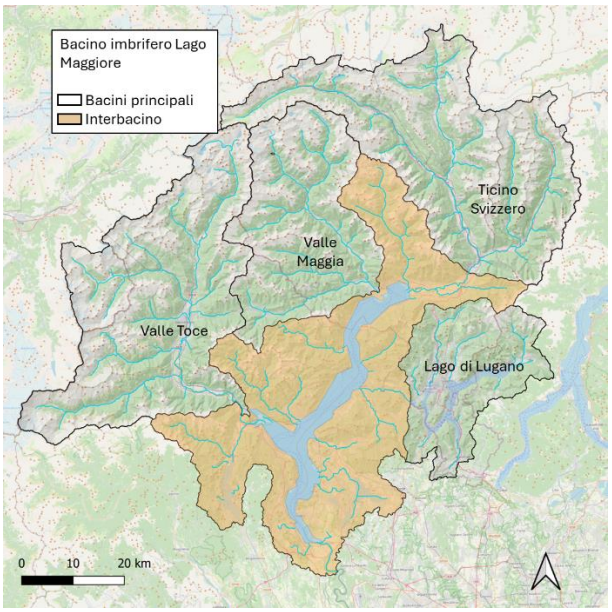


Figura 1. *Bacino imbrifero del Lago Maggiore. Sono rappresentati i principali bacini contribuenti e la zona di interbacino.*

La stima iniziale per differenza ha restituito un valore medio di deflusso per l'*interbacino* pari a circa 2000 mm/anno, risultato anomalo e difficilmente giustificabile anche a fronte di un afflusso medio stimato di circa 1800 mm/anno. Ciò ha quindi portato alla necessità di approfondire le componenti del bilancio in tutte le sottozone strumentate a monte del Lago Maggiore. L'indagine si è articolata in tre fasi principali: i) l'individuazione di possibili anomalie nelle serie idrometriche disponibili; ii) l'analisi storica delle componenti medie di afflusso e deflusso nei principali bacini contribuenti (Valle Toce, Valle Maggia, Ticino Svizzero e Lago di Lugano); iii) il confronto delle serie temporali di afflusso e deflusso del periodo considerato (2013-2020) e di

quelle storiche per valutarne la rappresentatività.

La prima fase di verifica ha portato all'identificazione di un importante deficit nei deflussi osservati nella valle Maggia. Un'analisi approfondita ha evidenziato come l'intera area sia soggetta a consistenti prelievi e restituzioni per uso idroelettrico che bypassano la stazione idrometrica di riferimento (Locarno), rendendo quindi i valori non rappresentativi della situazione reale. L'integrazione dei dati dell'Atlante idrologico svizzero (Atlante Idrologico Svizzero, 2025) ha consentito di ricostruire un valore medio di deflusso doppio rispetto a quello indicato dall'idrometro.

La seconda fase di verifica ha riguardato alcuni bacini minori, in sponda sinistra del Lago Maggiore e ricadenti nell'area dell'*interbacino*, che presentano valori medi di afflusso anche superiori ai 2000 mm/anno, un valore apparentemente eccessivo per l'area in questione. L'integrazione di dataset spaziali di precipitazione (Crespi et al., 2018, Braca et al., 2024) ha confermato la plausibilità di questi valori elevati e ha contribuito a convalidare le stime nella zona dell'*interbacino*.

La terza fase ha infine evidenziato come l'intervallo 2013-2020 sia stata caratterizzato da una marcata anomalia positiva nei deflussi, con valori medi annui che si discostano da quelli storici fino al +25% in alcune aree.

Grazie all'integrazione di queste tre linee di indagine si è potuto ricostruire un bilancio idrologico coerente con i fenomeni reali all'interno dell'interbacino e si sono gettate le fondamenta per una modellazione idrologica efficace. Il valore ricostruito di deflusso medio annuo per l'area di *interbacino* è pari a 1578 mm/anno, il quale rappresenta un riferimento sufficientemente solido per la successiva modellazione idrologica dell'intero bacino a monte del Lago Maggiore.

Bibliografia

Atlante Idrologico Svizzero. Disponibile online: https://atlanteidrologico.ch (consultato il 03/06/2025).

Braca, G., Mariani, S., Lastoria, B., Tropeano, R., Casaioli, M., Piva, F., Marchetti, G., e Bussettini, M., 2024: Bilancio idrologico nazionale: stime BIGBANG e indicatori sulla risorsa idrica. Aggiornamento al 2023. Rapporti n. 401/2024, ISPRA, Roma.

Claps P., D. Ganora, A. Apostolo, I. Brignolo, I. Monforte (2020). Catalogo delle Piene dei Corsi d'acqua Italiani. Ed. Consorzio Interuniversitario di Idrologia. Vol.1, 499 pagg.ISBN 978-88-945568-0-3

Crespi, A., Brunetti, M., Lentini, G., & Maugeri, M. (2018). 1961–1990 high- resolution monthly precipitation climatologies for Italy. International Journal of Climatology, 38(2), 878-895