

Tavola 5.12 Piene fluviali – grandezze statistiche 1971–2007

Introduzione

La conoscenza delle caratteristiche delle piene fluviali è di grande importanza nell'ambito delle costruzioni idrauliche, dello sfruttamento idrico e della protezione delle acque. Questo foglio dell'Atlante riprende la tematica della tavola 5.6 (Piene fluviali – Analisi delle serie storiche) e l'approfondisce. In questo caso si è avuta l'opportunità d'impiegare serie di misure sensibilmente più lunghe, nonché di esaminare ulteriori grandezze distintive, a fianco delle medie annuali delle punte di piena e dei coefficienti di variazione. Un'introduzione generale in materia di piene fluviali può desumersi dal testo di accompagnamento della tavola 5.6. Si rinuncia qui a una tabella come quella allora riportata, giacché la statistica annuale aggiornata delle piene fluviali relative alle singole stazioni di rilevamento è consultabile via Internet [3].

La scelta dell'intervallo 1971–2007 offre diversi vantaggi: si possono stabilire paralleli con la tavola 5.6, si contemplanò i grandi eventi di piena degli anni 1999, 2005 e 2007, si dispone per il periodo di osservazione di un gran numero di serie storiche e, infine, si può confidare su 37 anni di registrazioni, dunque su una storia sufficientemente lunga per garantire l'attendibilità delle relative statistiche. È anche possibile procedere a un confronto tra stazioni, dal momento che il periodo di osservazione è condiviso da ognuna di esse.

La cernita delle stazioni rappresentate è avvenuta in funzione della disponibilità dei dati e della influenzabilità delle piene fluviali. Stazioni sotto un influsso antropico da medio a elevato sono state considerate solo nella carta delle punte di piena medie annuali. La classificazione dell'influenzabilità ricalca quella già stabilita nella tavola 5.6.

Punte di piena medie annuali

Nella prima carta sono riportate le medie annuali delle punte di piena (intervallo 1971–2007). Per quanto riguarda le stazioni contraddistinte da nessuna o lieve influenzabilità si evidenzia il corrispettivo bacino imbrifero, così come risulta dalla composizione di tutti i bacini soprastanti. I valori di contributo idrico, ossia di deflusso per unità di superficie, sono rappresentati secondo classi mediante un'apposita colorazione e si riferiscono al bacino alimentante globale. A fianco del contributo viene indicata anche l'entità assoluta [m^3/s] della media annuale di punta. Questo valore compare anche per stazioni con influenzabilità da media a elevata. La numerazione delle stazioni rimanda alla tavola 5.1² che contiene informazioni generali sulle stazioni stesse.

Risulta nell'insieme piuttosto arduo demarcare regioni estese che restituiscano contributi idrici simili. Un'eccezione in questo senso è costituita dai bacini della Svizzera nord-occidentale e dei Grigioni, dai quali spesso defluiscono contributi solo modesti. Occorre peraltro considerare attentamente che il confronto tra i contributi di bacini ristretti e quello di bacini estesi è lecito solo per certe condizioni, anche in presenza di una normalizzazione effettuata sulla superficie. Nei bacini piccoli sono in genere possibili contributi considerevolmente più pronunciati che nei bacini vasti.

Variazione delle punte annuali di piena

La seconda carta rappresenta per le stazioni prescelte la variazione delle punte annuali di piena (intervallo 1971–2007) nella forma d'istogramma a scatola (boxplot). Gli istogrammi indicano la media, il quantile del 25 %, il quantile del 75 %, come anche il massimo e il minimo delle punte annuali di piena. Al fine di consentire un confronto tra gli istogrammi delle varie stazioni, non si riportano valori assoluti, bensì normalizzati, laddove la media corrisponde ogni volta al valore 1. Gli istogrammi mettono in risalto la rilevante variabilità che sussiste tra le stazioni. In particolare, la differenza tra la media e la massima piena oscilla in modo deciso. Così, presso alcune stazioni si sviluppa una piena massima annuale che è solo circa 1.5 volte più grande della piena media, mentre altrove risulta 3–4 volte più grande.

A raffigurare ulteriormente la variazione è il colore dei boxplot che corrisponde all'ordine di grandezza del coefficiente di variazione (quoziente tra deviazione standard e media). Ad ogni modo, se tale coefficiente ben si presta a interpretare le distribuzioni simmetriche, esso risulta meno adatto per quelle asimmetriche [1]. Se le piene annuali siano distribuite o meno in maniera simmetrica si ricava immediatamente dalla visione dei singoli istogrammi. Ci sono per la verità solo poche stazioni che manifestano una distribuzione fortemente squilibrata. La carta mostra che il coefficiente di variazione si comporta in modo discordante da stazione a stazione, senza far riconoscere un chiaro modello spaziale; anche stazioni alquanto prossime tra loro possono distinguersi per coefficienti molto diversi.

Stagionalità delle punte annuali di piena

La terza carta illustra la distribuzione stagionale delle punte annuali di piena. Tre sono gli aspetti che vengono rappresentati. Il colore del settore circolare specifica la stagione in cui cade la data media dell'evento (per il calcolo si veda [7]). I raggi rendono conto della quantità di punte di piena per ogni quindicina di giorni. Infine, il triangolo sul cerchio più esterno del contrassegno indica la data in cui si verifica la massima punta di piena dell'intero periodo considerato (due eventi uguali possono eccezionalmente risultare concomitanti).

Se si esamina in quale stagione occorra la data media teorica in oggetto si ricava un quadro piuttosto netto: a parte il Giura e qualche stazione della Svizzera occidentale, si tratta sistematicamente dell'estate. Per un'interpretazione più circostanziata occorrerebbe tuttavia tenere presente anche la quantità di punte di piena per ogni quindicina di giorni; infatti, la stagione in cui statisticamente si verifica l'evento non è da sola del tutto rappresentativa. Questo vale in ispecie per le stazioni presso le quali le piene possono manifestarsi in qualunque momento dell'annata (es. Töss–Neftenbach, N. 549).

La data di comparsa della piena annuale dipende dai processi che la scatenano [4,5]. Ad esempio, [8] dimostra che questi ultimi inducono nel Giura le piene più frequenti nel semestre invernale. Nel caso invece di stazioni influenzate dallo scioglimento di ghiaccio o neve i maggiori deflussi si producono di norma d'estate; la massima punta di piena annuale può comunque fare la sua comparsa anche in altre stagioni, condizionata da eventuali precipitazioni d'intensità estrema (es. Rhone–Brig, N. 866).

Tendenza delle punte di piena annuali o stagionali

La quarta carta descrive le tendenze delle punte di piena annuali o stagionali per l'intervallo 1971–2007. La parte centrale dei contrassegni cartografici indica i trend calcolati sulla base delle punte di piena annuali, mentre le quattro ali corrispondono alle tendenze specifiche nelle quattro stagioni. Le tendenze stagionali sono state desunte dai massimi stagionali. L'accentuazione della tendenza è stata valutata mediante il valore lineare di trend e la significatività del trend. Per il calcolo del valore lineare di trend ci si è riferiti all'equazione di regressione secondo il metodo dei minimi quadrati [1]. Si è attribuito un valore di tendenza nullo nel caso l'incremento annuo della piena in relazione al valore medio annuale fosse inferiore a 0.25 %. La significatività del trend è stata ricavata con l'ausilio del test di Mann-Kendall [6], stabilendo una probabilità di errore del 5 %.

Presso alcune stazioni si sviluppano piene esigue durante particolari stagioni. Per tenere conto di ciò si fa variare nei contrassegni grafici la lunghezza delle ali. Per ciascuna stazione si confrontano allora tra loro le quattro piene medie stagionali, attribuendo il 100 % al valore più elevato e ottenendo di conseguenza le percentuali per le altre tre stagioni; percentuali superiori al 66 % vengono fatte corrispondere a un'ala più lunga, percentuali inferiori o pari al 33 % a una più corta. Per fare un esempio, diventa in tal modo evidente che presso la stazione di Engelberger Aa–Buochs (N. 1143) le piene durante l'inverno aumentano sensibilmente, ma che tuttavia si tratta in media solo di deflussi ridotti rispetto alle piene stagionali in primavera, estate e autunno ($mHQ_{\text{Inverno}}: 20.8 \text{ m}^3/\text{s}$; $mHQ_{\text{Primavera}}: 44.3 \text{ m}^3/\text{s}$; $mHQ_{\text{Estate}}: 81.5 \text{ m}^3/\text{s}$; $mHQ_{\text{Autunno}}: 44.0 \text{ m}^3/\text{s}$).

Paragonando le singole stazioni, ci si accorge che la tendenza delle punte annuali di piena può spesso derivarsi dalla tendenza delle stagioni di piena più importanti (ali più lunghe). Non si tratta però di una circostanza obbligata, dato che le serie storiche dei massimi annuali possono risultare composte da massimi di differenti stagioni. Sebbene nel complesso le tendenze positive sembrano prevalere, un confronto tra le stazioni mostra come a dominare sia in realtà una pronunciata variabilità di tipo spaziale. Questo risulta particolarmente ben espresso dalle stazioni del bacino della Thur, ad esempio.

Tendenze delle punte di piena in differenti periodi

Nelle figure 1 e 2 sono rappresentate per diversi periodi le tendenze delle punte di piena dell'anno e del semestre estivo (aprile–settembre). Le categorie di accentuazione della tendenza sono le medesime riportate nella carta delle tendenze annuali e stagionali. L'analisi riguarda le tendenze per quattro differenti lunghi intervalli, tutti terminanti nel 2007: 1926–2007, 1941–2007, 1956–2007 e 1971–2007. Il periodo più breve è così quello di riferimento per la pagina delle carte. Si sono semplicemente aggiunte in figura le stazioni per le quali fossero disponibili almeno i dati dell'intervallo 1956–2007. Per talune stazioni prescelte vengono rappresentate in figura 3 le serie storiche delle punte di piena estive e invernali. Le serie a sinistra corrispondono a stazioni poste presso grandi fiumi e sono già state riportate nella tavola 5.6, ma qui risultano aggiornate con i dati di 17 anni aggiuntivi. Si tratta ancora in parte di stazioni che risultano influenzate mediamente o sensibilmente. Le serie a destra sono state selezionate in virtù dei risultati interessanti che offrono relativamente agli sviluppi della tendenza delle punte di piena dell'anno e del semestre estivo (cfr. fig. 1 e 2).

Le figure 1 e 2 illustrano che i risultati dell'analisi di trend variano a seconda del periodo che si sceglie. In funzione della stazione presa in esame, anche la stabilità della tendenza si comporta diversamente. Ad esempio, l'accentuazione della tendenza presso la stazione Muota–Ingenbohl (N. 284) non si modifica per i quattro intervalli rappresentati, indipendentemente dal fatto che si considerino le punte dell'anno o quelle del semestre estivo; lo stesso si evince peraltro dalle corrispondenti serie storiche della figura 3. Presso molte altre stazioni, invece, l'accentuazione della tendenza si altera almeno una volta, allorché si esaminino i diversi intervalli. Pertanto, se si procede all'analisi di tendenza sulla base di un solo intervallo occorre essere accorti nell'interpretazione dei risultati, specialmente se la serie è corta. Va infine notato che le analisi di tendenza non risultano adatte all'individuazione di eventuali andamenti ciclici nella frequenza delle piene [2].

Bibliografia

- [1] **Bahrenberg, G., Giese, E., Nipper, J. (1999):** Statistische Methoden in der Geographie. Band 1: Univariate und bivariate Statistik, Stuttgart.
- [2] **Bezzola, G.R., Hegg, Ch. (Hrsg.) (2008):** Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahregrundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0825, Bern.
- [3] **Bundesamt für Umwelt BAFU (2009):** Hydrologische Daten: www.hydrodaten.admin.ch
- [4] **Diezig, R., Weingartner, R. (2007):** Hochwasserprozesstypen in der Schweiz. In: Wasser und Abfall 4. Jg., Heft 1–2:18–26, Wiesbaden.
- [5] **Helbling, A., Kan, C., Vogt, S. (2006):** Dauerregen, Schauer oder Schmelze – welche Ereignisse lösen in der Schweiz die Jahreshochwasser aus? In: Wasser–Energie–Luft 98. Jg., Heft 3:249–254, Baden.
- [6] **Helsel, D.R., Hirsch, R.M. (1992):** Statistical Methods in Water Resources. Amsterdam.
- [7] **Pfaundler, M., Wüthrich, T. (2006):** Saisonalität hydrologischer Extreme. Das zeitliche Auftreten von Hoch- und Niedrigwasser in der Schweiz. In: Wasser–Energie–Luft 98. Jg., Heft 2:77–82, Baden.
- [8] **Piock-Ellena, U. et al. (2000):** Saisonalitätsanalyse als Basis für die Regionalisierung von Hochwässern. In: Wasser–Energie–Luft 92. Jg., Heft 1/2:13–21, Baden.