



LA DIGITALIZZAZIONE DEI DATI IDROMETRICI DELLA RETE CANTONALE

Maurizio Pozzoni, Samuel Arrigo, Andrea Graf

Istituto scienze della Terra (IST), Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI)

Andrea Salvetti

Ufficio dei corsi d'acqua, Dipartimento del territorio

La disponibilità di dati idrologici di qualità è determinante per molteplici attività, legate all'utilizzo delle risorse idriche e non solo. In questo contributo si discutono le motivazioni che hanno portato al progetto di digitalizzazione dei dati della rete idrometrica cantonale. Si presentano i primi risultati ottenuti con la messa a disposizione di tutti i dati in formato elettronico, che consente di valorizzare le informazioni idrologiche disponibili nel Cantone Ticino e di calcolare in maniera più precisa le principali statistiche delle portate dei corsi d'acqua misurate dalla rete idrometrica cantonale.

Introduzione

Il monitoraggio dei corsi d'acqua mette a disposizione un'informazione idrologica che è di importanza capitale per molte attività di carattere economico e ambientale, così come per garantire la sicurezza della popolazione e dei beni. La sostenibilità degli interventi sul territorio richiede infatti una pianificazione di lungo periodo e il monitoraggio idrologico è una componente essenziale per la gestione nel presente e la prevenzione di problemi nel futuro. Ad esempio, una dettagliata informazione idrologica permette di ridurre il rischio di esposizione a fenomeni naturali estremi, grazie a un adeguato dimensionamento delle opere. Non da ultimo, la messa a disposizione di dati di alta qualità da parte dei servizi cantonali e federali preposti al monitoraggio consente a università e istituti di ricerca di avanzare nella ricerca delle scienze idrologiche, sviluppando nuovi strumenti o procedure di valutazione che hanno un'immediata ricaduta nella pratica.

Anche a livello internazionale è stato recentemente riconosciuto che le risorse idriche hanno un'importante influenza sulle economie nazionali, ma la loro rilevanza è spesso non considerata o sottovalutata (UNESCO 2012). Frequentemente le reti di monitoraggio esistenti non assicurano che decisioni in merito alla gestione delle risorse idriche siano adeguatamente supportate da una evidenza fisica e da dati misurati. La semplice misura delle grandezze idrologiche oggi non è più sufficiente; la

trasformazione delle misure grezze in elementi utilizzabili richiede la sinergia di diversi aspetti, quali, fra gli altri, una pianificazione strategica e sistematica della rete di misura, l'utilizzo di tecnologie appropriate per il campionamento delle misure, la gestione dei dati e un sistema di gestione della qualità adeguato.

Sulla base delle motivazioni sopra esposte, l'Ufficio dei corsi d'acqua con il contributo dell'Istituto scienze della Terra della SUPSI ha da tempo avviato un'attività di valorizzazione delle informazioni idrologiche disponibili in Cantone Ticino, tramite l'adeguamento tecnologico delle stazioni di misura, l'automatizzazione dei processi di acquisizione e verifica dei dati misurati e l'introduzione di procedure per la definizione del grado di qualità della singola misura.

Un aspetto essenziale per mettere a disposizione l'informazione contenuta nei dati raccolti nel corso di diversi anni è la loro accessibilità in formato elettronico. Considerando che molti dati rilevati dalla rete cantonale erano ancora disponibili solo su supporto cartaceo, si è deciso di procedere alla digitalizzazione sistematica di queste informazioni (v. in seguito per maggiori dettagli).

L'attività di digitalizzazione è iniziata alla fine del 2014 e durerà circa 2 anni. Al termine del lavoro saranno disponibili in formato digitale dati idrometrici con risoluzione di 10 minuti per un periodo retroattivo di 35 anni, per quasi tutte le stazioni della rete idrometrica cantonale.

La rete idrometrica cantonale

La rete idrometrica cantonale dell'Ufficio dei corsi d'acqua, gestita dall'Istituto scienze della Terra, è attualmente costituita da una ventina di misuratori di portata (o idrometri¹). Essa integra sul territorio cantonale le stazioni di misura gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), che monitora i corsi d'acqua di importanza nazionale [F. 1]. I punti di misura della rete cantonale sono installati su corsi d'acqua di importanza regionale oppure su piccoli corsi d'acqua, a carattere naturale, rilevanti per il monitoraggio della disponibilità idrica complessiva.

I dati sono consultabili sul sito dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI, <http://www.oasi.ti.ch/web/dati/idrologia.html>) sia in tempo reale sia come serie storiche.

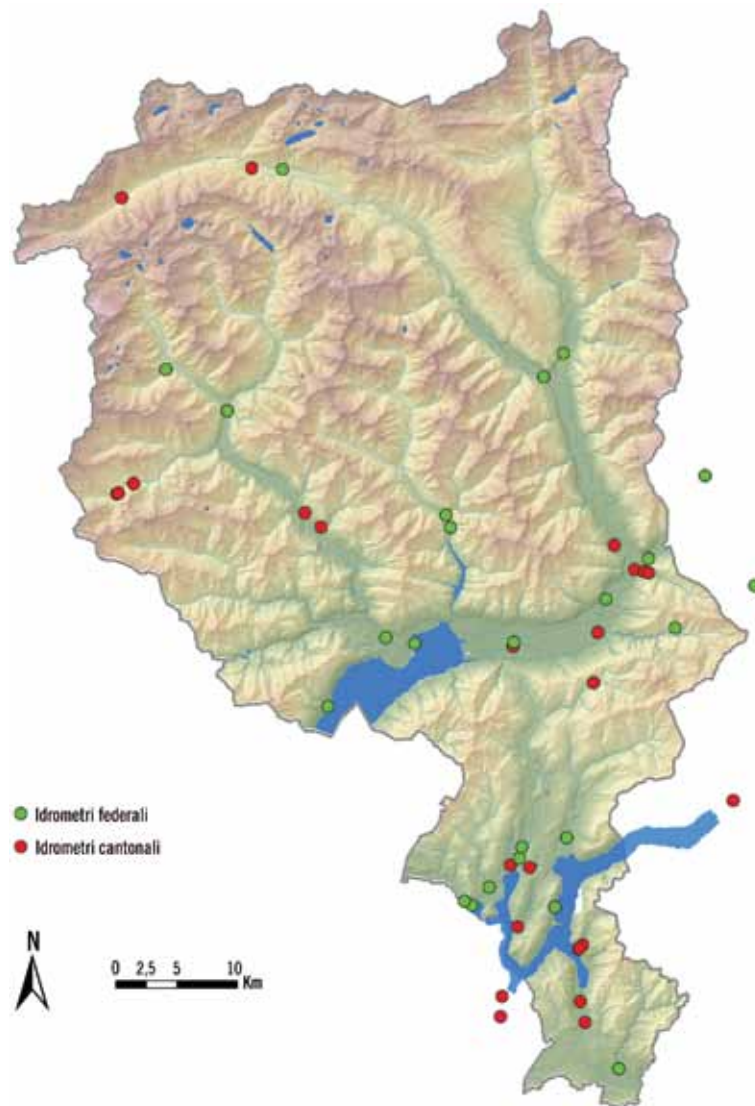
Disponibilità dei dati e modalità di archiviazione

Le misurazioni idrologiche condotte per conto del Cantone Ticino sono disponibili a partire dagli anni '70 e, sporadicamente, per il decennio precedente, ma l'inizio delle misurazioni con archiviazione sistematica dei dati è partita nel 1979. Per quanto riguarda le modalità di acquisizione e archiviazione dei dati è possibile suddividere l'intervallo di osservazione in tre periodi distinti:

- I dati antecedenti al 1990 erano registrati con un pennino su un grafico, collegato ad un sistema a galleggiante [F. 2]. Con frequenza settimanale o mensile i grafici erano sostituiti, procedendo a una digitalizzazione semplificata dei grafici. In banca dati erano inseriti tre valori per ogni giorno: altezza idrometrica minima, media e massima.
- Tra il 1990 ed il 2000 i grafici cartacei sono stati progressivamente affiancati da una strumentazione elettronica. In questo modo erano registrati e archiviati dati con frequenza sub-giornaliera, variabile tra 10 minuti e 1 ora, a seconda dell'idrometro. In questo periodo i dati cartacei erano utilizzati per la correzione o il completamento di dati mancanti, a causa dei frequenti malfunzionamenti delle appa-

F. 1

Stazioni di misura federali e cantonali per il monitoraggio idrometrico dei corsi d'acqua, in Ticino, nel 2015



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio, su base cartografica ©swisstopo, Wabern

- recchiature elettroniche. I valori giornalieri erano ricavati da quelli elettronici con eventuali correzioni manuali. Nella banca dati erano inseriti ancora solo i valori di riferimento (altezza minima, media e massima) per ogni giorno, come nel periodo precedente.
- Dal 2001 tutti i punti di misura della rete idrometrica sono stati equipaggiati con strumentazione elettronica, che è diventata nel tempo sempre più affidabile. La maggior capacità di memorizzazione dei nuovi strumenti ha inoltre consentito di uniformare l'intervallo di memorizzazione e di archiviazione dei dati a 10 minuti, definendo così uno standard mantenuto fino ad oggi.

L'inevitabile disomogeneità nella risoluzione temporale e nel metodo di acquisizione e archiviazione dei dati comporta difficoltà nel trattamento delle osservazioni, sia per quanto riguarda il calcolo delle statistiche, sia nell'utilizzo dei dati misurati per analisi idrologiche di vario genere.

¹ Si tratta di strumenti che registrano le variazioni del livello dell'acqua (altezza idrometrica) che scorre in un corso d'acqua.

F.2

Idrometro con sistema a galleggiante e scrittura su grafico con pennino (torrente Vecchio Vedeggio ad Agno)



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

La misura della portata di un corso d'acqua

La curva altezze – portate

La misurazione della portata di un corso d'acqua avviene in modo indiretto, misurando l'altezza idrica in una determinata sezione. Si assume che per una data sezione esista una relazione diretta tra livelli (h) e portate (Q), modellizzata dalla cosiddetta curva h - Q (curva altezze – portate o scala delle portate, [F. 4]), che permette di trasformare osservazioni di livello in osservazioni di portata. Su questa assunzione si basa il rilevamento sistematico delle portate nei corsi d'acqua.

La curva di trasformazione dei livelli misurati (h) nelle corrispondenti portate (Q) è espressa da una trasformazione non lineare del tipo:

$$Q = A \cdot (h - B)^C \quad [E. 1]$$

dove A , B e C sono i coefficienti della curva altezze – portate, differenti per ciascun corso d'acqua.

La taratura della curva h - Q richiede l'esecuzione di un certo numero di misure contemporanee di livello e di portata [F. 3], le cosiddette misure idrometriche.

Queste misure si limitano al numero indispensabile per una corretta definizione della curva h - Q . In generale, la curva h - Q ha una precisione elevata nell'intervallo delle portate frequenti (ellisse verde nella figura [F. 4]) dove è possibile interpolare tra le diverse misure, mentre l'affidabilità della curva diminuisce per portate elevate, in corrispondenza delle quali è molto difficile effettuare misure idrometriche e, pertanto, la taratura deriva da una estrapolazione, non verificata, della funzione ricavata per livelli e portate medi e bassi [F. 4].



foto: TI Press / Gabriele Putzu

F.3

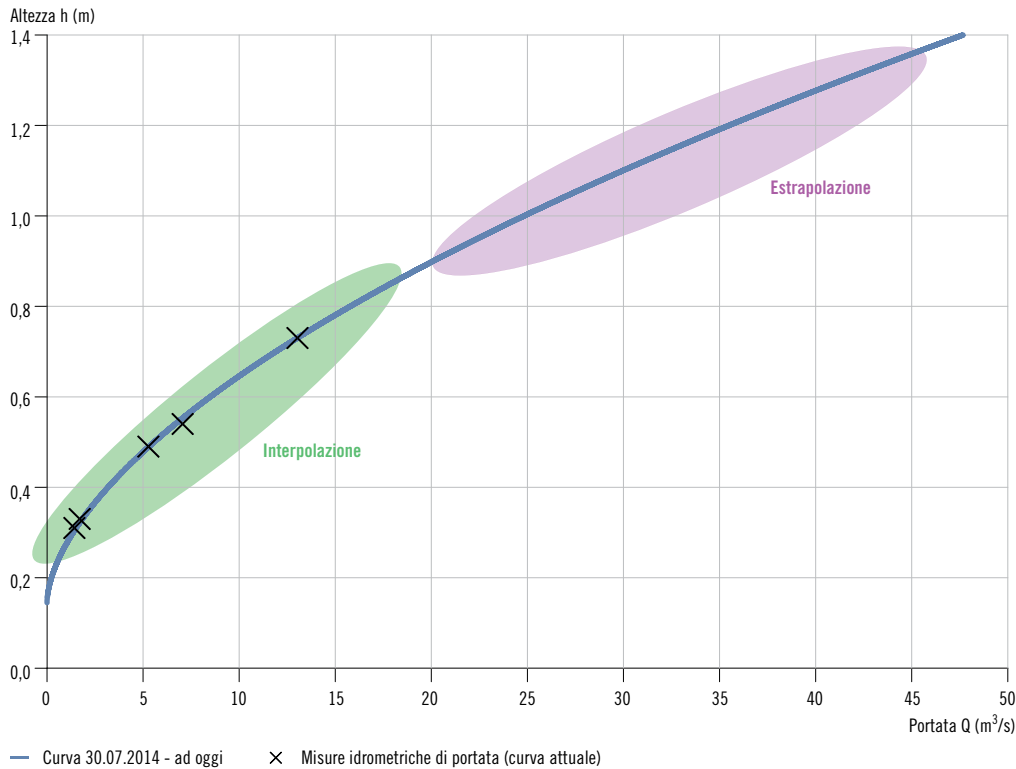
Misura contemporanea di livello e di portata, tramite mulinello idrometrico (fiume Lavaggio a Riva San Vitale)



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

F.4

Utilizzo delle misure idrometriche per la taratura della curva h-Q



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

La curva altezze-portate e i dati giornalieri

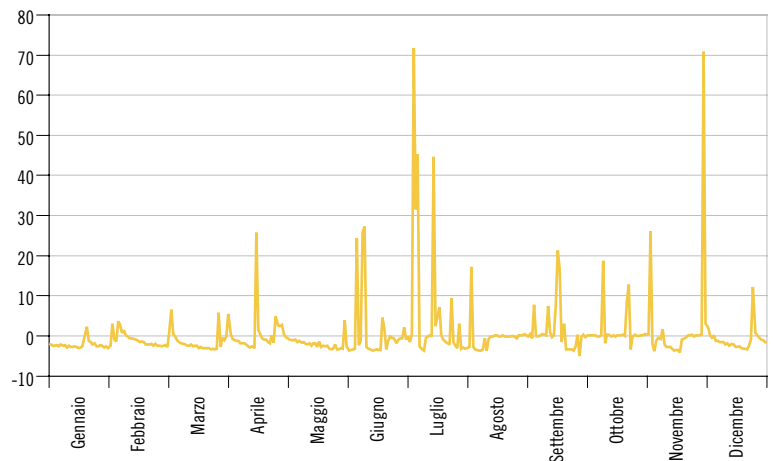
Come visto, i dati rilevati nel primo periodo sono archiviati unicamente come altezze (media, minima e massima giornaliera). La trasformazione h-Q consente il calcolo della portata minima e massima giornaliera a partire dalle corrispondenti altezze, ma tale procedimento non è applicabile ai dati di altezza media giornaliera, senza commettere un errore in alcuni casi significativo. Il procedimento corretto richiede la trasformazione dei dati di altezza con risoluzione sub-giornaliera in valori di portata e, successivamente, il calcolo della portata media giornaliera da questa serie di valori (per maggiori informazioni [Riquadro 1]). Purtroppo questo procedimento non è applicabile ai dati archiviati fino al 1990 e recentemente è stato verificato che l'entità di questo errore, in alcuni casi, non è trascurabile. A titolo di esempio, nella figura [F. 5] riportiamo il caso di un anno di misurazioni del torrente Bolletta a Porto Ceresio. Si può osservare che l'errore commesso è inferiore al 5% per circa 340 giorni in un anno. Gli errori più significativi, concentrati durante gli eventi di piena, possono però portare a sottostimare la portata media anche fino al 70%.

Perché digitalizzare

Nella procedura di calcolo delle statistiche attuata finora, i valori di portata massima, minima e media giornalieri sono ricavati dai relativi valori di altezza, applicando la curva h-Q. Come

F.5

Errore medio giornaliero sul calcolo della portata media (in %), per il Torrente Bolletta a Porto Ceresio, nel 2009



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

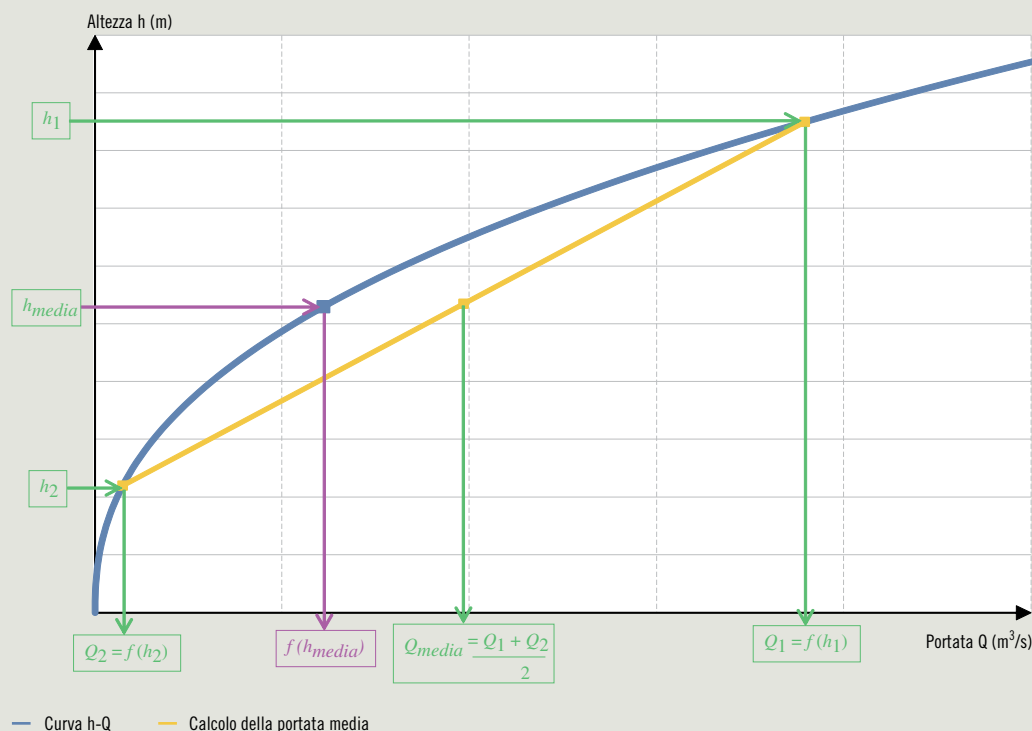
visto nel riquadro 1, i valori di portata media giornaliera così calcolati non sono però corretti. Con il sistema di rilevamento attuale, è invece possibile calcolare la portata media giornaliera in modo preciso, essendo disponibili le misurazioni ogni 10 minuti delle altezze idrometriche. È dunque necessario risolvere l'incongruenza presente nei dati meno recenti e, successivamente, ricalcolare le corrispondenti medie pluriennali (giornaliere, mensili ed annuali), pubblicate nell'Annuario idrologico del Cantone Ticino a partire dal 1979 (DT-UCA 2013).

Riquadro 1 – il calcolo della portata media giornaliera

La figura [F. 6] illustra come, dati due valori di altezza h_1 e h_2 , vi sia differenza tra il valore di portata media giornaliera $f(h_{media})$ ottenuto applicando la curva h-Q all'altezza media (freccie viola nella figura [F. 6]) e la media corretta Q_{media} , situata tra i due valori di portata Q_1 e Q_2 e determinata in modo corretto (v. freccie verdi nella [F. 6]). La differenza tra i due valori così calcolati, dovuta alla non linearità della curva h-Q, si fa tanto più marcata quanto più la curva è convessa e aumenta con la distanza tra i due punti di misura sulla curva. Il fenomeno, illustrato nella figura [F. 6] per soli due punti, vale analogamente per tutte le osservazioni raccolte all'interno di una giornata di misurazioni, da cui si parte per poi calcolare la portata media giornaliera nei due modi appena descritti.

F. 6

Calcolo della portata media giornaliera: differenza tra il risultato ottenuto utilizzando [E. 2] e quello che si ottiene applicando l'altezza media giornaliera alla curva h-Q



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

Per risolvere la problematica sono stati individuati due possibili metodi:

a. *Digitalizzazione dei grafici antecedenti il 2001:*

La disponibilità in formato elettronico dei grafici delle altezze registrate consente di calcolare la portata media giornaliera in modo preciso, non utilizzando più l'altezza media giornaliera. Se il grafico è preciso, si ottiene la portata media giornaliera corretta, partendo da tutti i valori di portata disponibili per tale giornata:

$$Q_{media} = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_N}{N} \quad [E. 2]$$

b. *Serie di Taylor² della curva h-Q nell'intorno del punto di altezza media giornaliera:*

Con questa procedura si ottiene un'approssimazione della portata media giornaliera, utilizzando solamente le altezze minima, massima e media del giorno, nonché la curva h-Q valida in tale periodo.

$$Q_{media}^{approx} = f(h_{media}) + \frac{f''(h_{media})}{2} Var(h_i)$$

[E. 3]

Il primo termine (a destra del segno “=”) rappresenta il valore che si otterrebbe inserendo l'altezza media nella curva h-Q (cioè come con il metodo utilizzato finora), il secondo termine rappresenta la prima correzione, che consente, se si conosce la varianza delle osservazioni di ogni giorno (la derivata seconda della curva h-Q è anche nota), di avvicinarsi maggiormente al valore corretto di portata media giornaliera.

I limiti riscontrati nel metodo di approssimazione tramite serie di Taylor [Riquadro 2] hanno orientato la scelta definitiva verso l'opzione, certamente più onerosa sia tecnicamente che finanziariamente, di digitalizzare tutti i dati della rete idrometrica cantonale disponibili su supporto cartaceo per il primo periodo di esercizio (metodo “a”).

² Lo sviluppo in serie di Taylor di una funzione fornisce una rappresentazione approssimata della funzione nell'intorno di un punto, tramite una serie di termini calcolati a partire dalle derivate della funzione stessa nel punto.

Riquadro 2 – la scelta del metodo migliore

Inizialmente, sono state testate le potenzialità del metodo “b” (serie di Taylor), che risulta molto più speditivo del metodo “a” (digitalizzazione dei grafici). Per il periodo 2007-2010 sono state selezionate 10 giornate con eventi temporaleschi significativi registrati dalla stazione idrometrica installata sulla roggia Scairolo a Barbengo. Durante questi giorni l’escursione tra l’altezza idrometrica minima e massima è elevata, a causa della risposta molto impulsiva di questo corso d’acqua a fenomeni intensi di precipitazione, e rappresenta pertanto un buon test di prova per la procedura. In corrispondenza di ogni evento selezionato è stata calcolata la portata media con le seguenti procedure:

- Come base di confronto, il metodo che utilizza i dati con risoluzione sub-giornaliera e, pertanto, il massimo livello d’informazione disponibile per il calcolo della portata media Q_{media} [E. 2];
- Il metodo che stima la portata media come $f(h_{media})$, tramite l’applicazione della trasformazione h-Q con l’altezza idrometrica media giornaliera;
- il metodo che stima la portata media Q_{media}^{approx} tramite lo sviluppo in serie della serie di Taylor della curva h-Q nell’intorno del punto di altezza giornaliera media [E. 3].

L’errore dei metodi “b” e “c” rispetto al metodo “a” è stato calcolato come la media delle differenze giornaliere, per i giorni selezionati per questa analisi:

L’errore della stima banale (metodo “b”) si attesta mediamente al 29%, mentre l’errore della stima tramite serie di Taylor (metodo “c”) è pari a circa il 2,9%, ottenendo un incremento di accuratezza pari a una cifra significativa.

Il problema principale nell’applicazione del metodo “c” consiste però nel fatto che nelle situazioni in cui non sono noti i dati con risoluzione sub-giornaliera non è neppure nota la loro varianza, che deve quindi essere stimata in base agli unici valori conosciuti, ovvero l’altezza idrometrica minima, media e massima e la massima escursione giornaliera $h_{max} - h_{min}$. La stima deve essere eseguita separatamente per ogni corso d’acqua, sulla base dei dati recenti in cui tutte le grandezze sono conosciute e poi applicata ai dati storici.

Sostituendo in [E. 3] la stima della varianza in funzione unicamente della massima escursione giornaliera $Var(h_t) = f(h_{max} - h_{min})$, l’approssimazione tramite serie di Taylor perde di accuratezza: l’errore rispetto al metodo “a” cresce significativamente, attestandosi intorno al 10% ed ottenendo quindi soltanto una riduzione dell’errore di un fattore 3 rispetto al metodo “b”. Per questo motivo, si è pertanto deciso di procedere con la digitalizzazione dei dati anteriori al 2001.

Oltre al calcolo preciso della portata media giornaliera, questa soluzione consentirà di disporre in formato digitale degli idrogrammi dei corsi d’acqua della rete idrometrica cantonale per tutto il periodo di misurazione, a partire quindi dalla fine degli anni ’70, con evidenti vantaggi nell’utilizzo di queste osservazioni per analisi idrologiche, dimensionamento di opere e altre applicazioni nel settore della gestione della risorsa idrica (v. esempio di idrogramma digitalizzato nella figura [F. 7]).

Il metodo della digitalizzazione

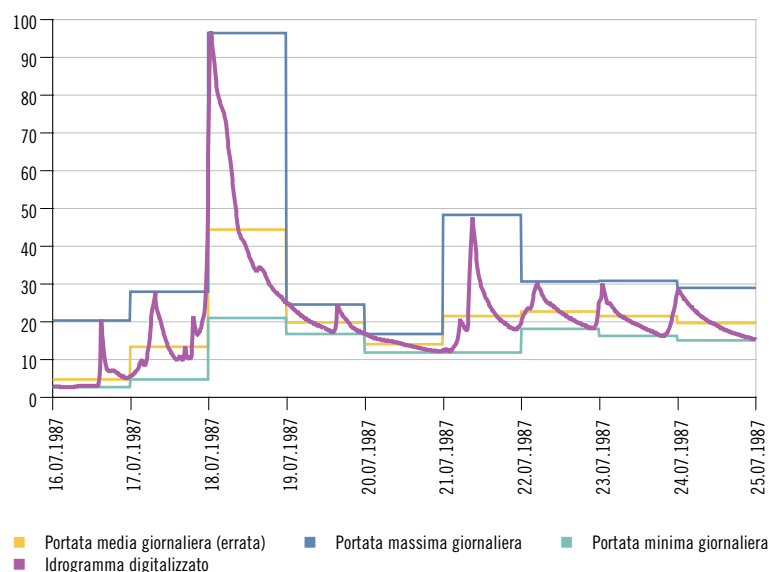
Il metodo di lavoro seguito per l’attività di digitalizzazione è il seguente:

- analisi dei grafici archiviati e valutazione sommaria della qualità del tracciato;
- digitalizzazione del grafico, eseguita da uno studio di grafica appositamente incaricato;
- post-trattamento dei dati.

La valutazione delle potenzialità e delle problematiche della digitalizzazione è stata effettuata attraverso un test eseguito su due anni di misurazioni. Sulla base di tale valutazione, ritenuta positiva, l’Ufficio dei corsi d’acqua ha

F.7

Portata media giornaliera (in m³/s): esempio di idrogramma digitalizzato e confronto con i dati disponibili prima della digitalizzazione



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

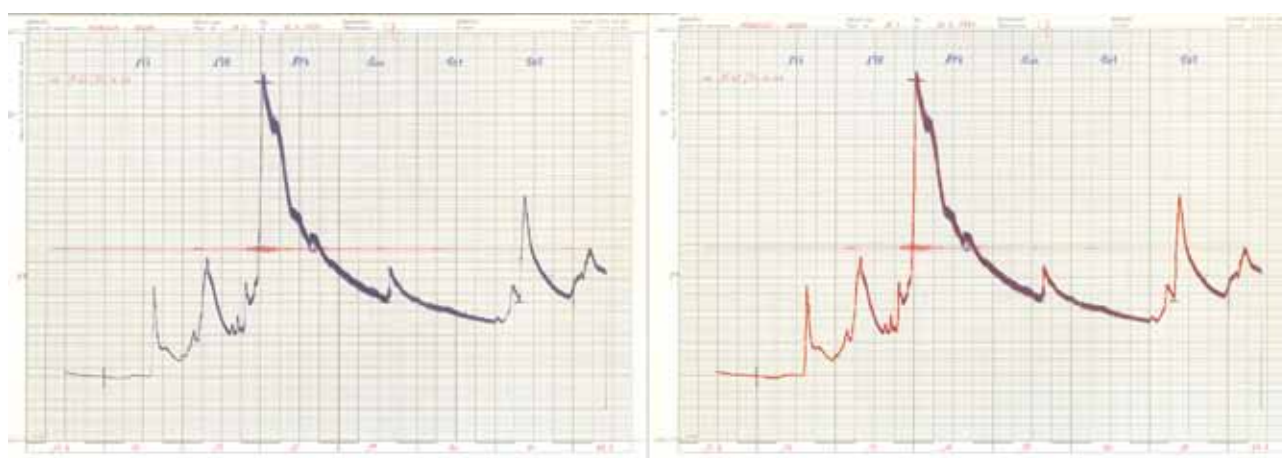
affidato all’Istituto scienze della Terra l’incarico di procedere in modo sistematico al lavoro di digitalizzazione e post-trattamento dei dati.



foto: T. Press / Davide Agosta

F. 8

Esempio di grafico cartaceo scansionato (a sinistra) e relativa traccia seguita durante la digitalizzazione (in rosso, a destra)



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

Scansione e lettura

Gran parte dei grafici sono settimanali, registrati su un foglio di carta millimetrata di dimensioni poco superiori a un formato A4, mentre alcuni sono mensili, con risoluzione minore. Un giorno di misura ha una lunghezza sul foglio pari a 4,2 cm per quasi tutti gli idrogrammi. La digitalizzazione consente di ottenere un corrispondente file testuale della traccia digitalizzata [F. 8].

Post-trattamento dei dati e inserimento in banca dati

La digitalizzazione della traccia disegnata sul grafico costituisce solo il primo passo per ottenere un idrogramma digitale plausibile.

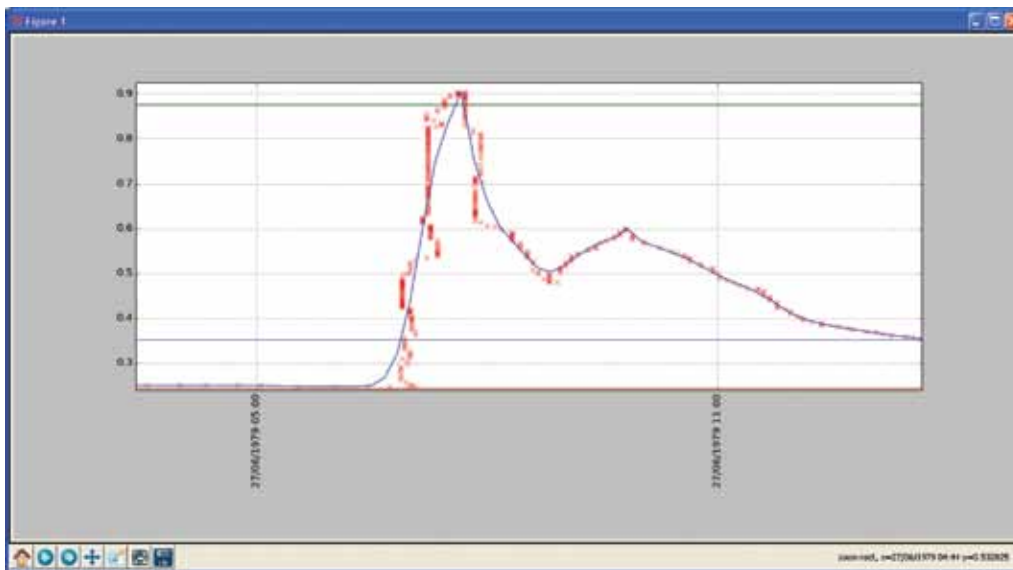
Anomalie di funzionamento del sistema galleggiante-pennino, sovrapposizione parziale delle tracce relative a due settimane successive, correzioni e osservazioni riportate manualmente sul foglio non sono, infatti, infrequenti, e richiedono un'attenta procedura di post-trattamento delle osservazioni. Lo stesso processo di digitalizzazione può generare incongruenze o situazioni dubbie, causate da un sovracampionamento dei dati o da un'interpretazione non corretta delle tracce presenti sul grafico.

Per il post-trattamento è stato preparato un programma specifico, in grado di automatizzare buona parte delle operazioni di verifica necessarie. Il software ha lo scopo di trasformare i dati grezzi digitalizzati dai grafici in serie temporali regolari [F. 9]. Durante tale processo sono effettuati automaticamente diversi controlli di congruenza e alcune correzioni, secondo criteri predefiniti. In altri casi dubbi, dove non è ragionevolmente possibile definire criteri a priori per la risoluzione automatica del problema, il software mette a disposizione dell'operatore un'interfaccia per intervenire direttamente sui dati e risolvere l'incongruenza.

Al termine della procedura sono effettuati controlli di coerenza: occorre infatti verificare che le altezze medie, minime e massime dei dati digitalizzati coincidano con quelle attualmente a disposizione. Differenze minime fra i vecchi e i nuovi valori sono accettate, essendo possibile anche un errore di digitalizzazione (a volte il tratto del pennino è un po' "sbavato"); in altri casi si valuta se sia possibile correggerli o se sono da ritenere non corretti. Se la differenza tra altezza media (da digitalizzazione) e altezza media a disposizione supera una certa soglia

F. 9

Esempio di una correzione apportata dal software di post-trattamento dei dati



Le croci rosse indicano i dati originali digitalizzati, la linea azzurra rappresenta il risultato ottenuto dopo il post-trattamento, con una risoluzione di 10 minuti. Le linee orizzontali indicano anche le altezze minime, medie e massime precedentemente a disposizione.

Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

(circa 2-3 cm) è necessario approfondire l'analisi per capire se la divergenza è da ricondurre alla scarsa qualità della digitalizzazione o a una correzione a posteriori dei dati, introdotta direttamente nella banca dati.

Risultati

Le attività di digitalizzazione sono iniziate durante gli ultimi mesi del 2014 e attualmente sono state eseguite per due stazioni idrometriche, il riale di Gnosca e il Vedeggio ad Agno.

I primi risultati confermano la bontà dell'approccio, pur evidenziando che per brevi periodi non è stato possibile ricostruire correttamente l'idrogramma, in quanto la causa delle differenze riscontrate non è univocamente determinabile sulla base delle informazioni a disposizione.

Nei paragrafi successivi sono illustrati alcuni risultati per le stazioni già analizzate, per gli altri punti di misura le attività sono in corso o inizieranno nei prossimi mesi.

Riale di Gnosca

La stazione idrometrica misura le portate di un piccolo affluente del Ticino in sponda destra della Riviera. Il bacino imbrifero è piccolo (4,5 km²), ma la sua importanza risiede nel fatto di essere un bacino naturale, i cui deflussi non sono influenzati da attività antropiche, quali produzione idroelettrica o uso potabile. La disponibilità di dati di buona qualità per un periodo sufficientemente lungo è molto importante per lo studio del regime idrologico e per la valutazione di possibili modifiche a medio termine legate al cambiamento climatico.

T. 1

Portate medie annuali attualmente pubblicate nell'Annuario idrologico del Cantone Ticino e valori ricalcolati dopo la digitalizzazione (in m³/s) e differenze (in %), per il riale di Gnosca, dal 1979

Anno	Portate medie annuali [m ³ /s]		Differenza (%)
	Attuali	Ricalcolate	
1979	0,219	0,128	-41,6
1980	0,202	0,107	-47,2
1981	0,214	0,147	-31,2
1982	0,232	0,204	-11,9
1983	0,167	0,178	6,6
1984	0,176	0,184	4,7
1985	0,130	0,142	9,1
1986	0,144	0,152	5,6
1987	0,180	0,184	2,4
1988	0,151	0,167	11,2
1989	0,125	0,129	2,7

Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

Oltre alla digitalizzazione dei dati nel periodo 1979-1989, si è reso necessario correggere le curve h-Q stimate per i primi 4 anni (1979-1982), poiché, sulla base delle analisi effettuate, sovrastimavano fortemente i deflussi. Per questo motivo le nuove portate medie annuali, riportate nella tabella [T. 1], evidenziano diminuzioni consistenti fino al 1982. Le modifiche delle statistiche dovute solo alla digitalizzazione e al calcolo corretto dei valori medi secondo [E. 2] sono osservabili a partire dal 1983 e determinano un incremento medio annuo della portata pari a circa il 6%.

Vedeggio ad Agno

La stazione idrometrica sul Vedeggio, il maggiore immissario del lago di Lugano (area del bacino idrografico 105 km²), è attualmente gestita dall'Ufficio Federale dell'Ambiente (<http://www.>



hydrodaten.admin.ch/it/2629.html). Essa, tuttavia, apparteneva alla rete cantonale fino al 2003. Per consentire il calcolo delle statistiche di questa stazione sull'intero periodo di osservazione sono state digitalizzate le misure dal 1979 al 1999. In questo caso sono emerse maggiori difficoltà, poiché la qualità dei grafici cartacei era inferiore, per cui non sempre è stato possibile ricostruire correttamente l'andamento dell'altezza idrica.

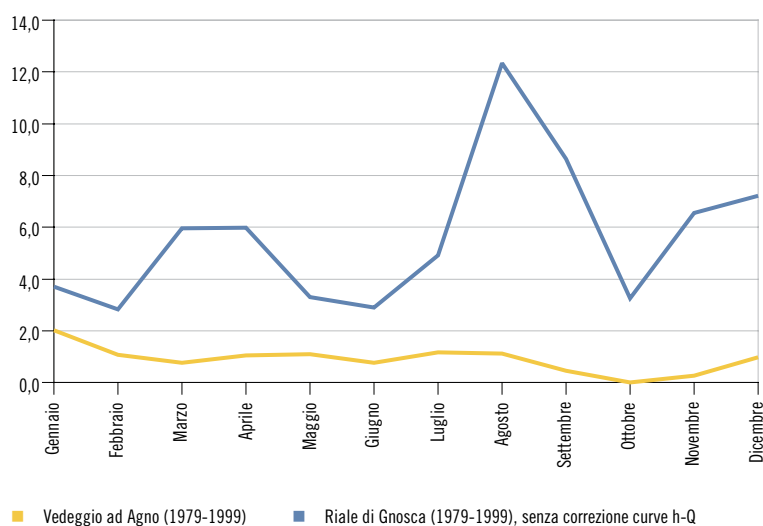
Il confronto delle statistiche [F. 10] evidenzia differenze molto più ridotte rispetto al riale di Gnosca, anche senza considerare la correzione delle curve h-Q operata a Gnosca, e questo è da ricondurre alla minore concavità della curva h-Q e al carattere meno torrentizio del Vedeggio rispetto al riale di Gnosca, con escursioni giornaliere tra h_{max} e h_{min} sensibilmente inferiori.

Conclusioni

I risultati preliminari ottenuti con la digitalizzazione delle serie idrometriche di due stazioni cantonali, eseguita nei mesi scorsi, hanno confermato la bontà dell'approccio adottato. Una volta concluse le attività per tutte le stazioni, sarà possibile ricalcolare in maniera molto più precisa le principali statistiche (giornaliere, mensili e annuali) delle portate misurate, pubblicate a partire dal 1979 sull'annuario idrologico del Cantone Ticino (DT-UCA 2013).

Inoltre, come ricordato nell'introduzione, la disponibilità di serie idrologiche per un periodo sufficientemente lungo determinerà un incremento molto importante dell'informazione idrologica, utilizzabile per molteplici attività legate all'utilizzo delle risorse idriche, dal dimensionamento delle premunizioni contro i pericoli naturali all'utilizzo delle acque per la produzione di energia e, più in generale, per assicurare un utilizzo sostenibile e duraturo delle acque nel Canton Ticino.

F. 10
Differenze medie mensili tra i valori pubblicati e quelli ricalcolati (in %), per il Riale di Gnosca (1979-1989) e il Vedeggio ad Agno (1979-1999)



Fonte: IST-SUPSI, Canobbio

Bibliografia

Dipartimento del territorio, Ufficio dei corsi d'acqua. (2013). *Annuario idrologico del Cantone Ticino Bellinzona*: Dipartimento del territorio, Ufficio dei corsi d'acqua e Canobbio: IST-SUPSI.

Disponibile in: <http://www4.ti.ch/dt/dc/uca/temi/corsi-dacqua/corsi-dacqua/compiti/idrologia-e-pericoli-naturali/idrologia/>
<http://www.supsi.ch/ist/dati-pubblicazioni/elenco-dati/annuario-idrologico/formato-elettronico.html>.

UNESCO. (2012). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk (Vol. 1), Knowledge Base (Vol. 2) and Facing the Challenges (Vol. 3)*. Parigi.

Disponibile in: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/WWDR4%20Volume%201-Managing%20Water%20under%20Uncertainty%20and%20Risk.pdf>