

GIAN CARLO PEROSINO *

LO STURA DI LANZO A LANZO

ABSTRACT - *The Stura of Lanzo in Lanzo.*

The waters are utilized for different purposes: energy production, irrigation, drinkable supply,... However, water management have to take into account the quantity of available resources.

The “Stura di Lanzo” basin is one of the richest of water in Piemonte; consequently, it’s very interesting for the exploitation point of view, which is often not compatible with exigencies of the river protection, expecially during drought periods.

The hydrology of Stura basin can be studied in a very detailed way, because near Lanzo Torinese there is a hydrometric station that has been working for 50 years. Therefore, a lot of hydrometric data are available. The work of the station allowed to carry out data processings to provide simple models to estimate water availability in ever basin region above the confluence with Ceronda river.

We consider, with particular attention, low-water situations. In these conditions, in summer, water collection for irrigation aims leads to events of drying up of the riverbed in its plane course.

RIASSUNTO - Le acque sono utilizzate per scopi diversi: produzione di energia, irrigazione, approvvigionamenti potabili,... Ma la gestione delle risorse idriche richiede una buona conoscenza della quantità delle risorse disponibili.

Il bacino dello Stura di Lanzo è uno dei più ricchi d’acqua in Piemonte; pertanto oggetto di particolare interesse ai fini dello sfruttamento, talora poco compatibile con le esigenze di tutela del fiume, soprattutto nei periodi siccitosi.

L’idrologia del bacino dello Stura può essere ben studiata, grazie alla presenza di una stazione idrometrica che ha funzionato, presso Lanzo Torinese, per 50 anni. Sono quindi disponibili numerosi dati idrometrici che hanno permesso di effettuare elaborazioni atte a fornire modelli per la valutazione delle disponibilità idri-

* C.R.E.S.T., Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio, via Caprera 15 - 10136 Torino

che per qualunque porzione del bacino a monte della confluenza con il torrente Ceronda.

In particolare si è posta attenzione alle situazioni di magra idrologica in occasione delle quali, in estate ed a causa dei prelievi idrici per fini irrigui, risultano frequenti episodi di prosciugamento del letto fluviale nel suo corso di pianura.

INTRODUZIONE

Il bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo (582 km²; fig. 1) è stato codificato, nell'ambito della "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese" (Regione Piemonte, 1991), come l'ottavo importante tributario della sinistra del fiume Po. Esso fa parte della porzione Nord - occidentale del bacino del Po, delimitato a Nord da quello dell'Orco, a Nord/Est dal bacino del Malone e a Sud/Ovest da quello della Dora Riparia, con gli spartiacque che raggiungono picchi superiori a 3.500 m s.l.m. Tale bacino fa parte delle Alpi Graie a Nord/Ovest della Provincia di Torino. La sua porzione di pianura, con orientamento Nord/Ovest - Sud/Est, comprende il più importante affluente, il Ceronda, che confluisce presso Venaria Reale. Quindi sfocia nel Po, nella città di Torino (220 m s.l.m.). Il bacino dello Stura di Lanzo interessa quindi i settori geografici codificati da De Biaggi *et al.* (1990) con: 1100 (Valli di Lanzo) e 5352 (Alluvioni dello Stura di Lanzo). Il bacino del Ceronda interessa anche i settori 2160 (Prealpi torinesi) e 5354 (Terrazzi della Mandria e della Vauda).

Presso Lanzo e precisamente nella località "Ponte del Diavolo" (poco a monte della confluenza con il Tesso; 447 m s.l.m.) ha funzionato una stazione idrometrica del Servizio Idrografico Italiano (1930 - 1981) per un periodo di osservazione di 50 anni (1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981), quindi ampiamente superiore all'intervallo di 25 ÷ 30 anni, come raccomandato dal *World Meteorological Organisation* per ottenere risultati attendibili dalle elaborazioni statistiche di dati idroclimatici (Bruce, Clark, 1966; Sokolov, Chapman, 1974).

Sulla base dell'analisi dei dati idrometrici rilevati presso la suddetta stazione, viene descritto il regime idrometrico dello Stura di Lanzo a Lanzo. Inoltre ai fini della gestione delle risorse idriche, si sono ricavati semplici modelli per la caratterizzazione idrologica relativa ad una qualunque sezione sul reticolo idrografico a monte ed a valle della stazione considerata come riferimento.

La gestione delle risorse idriche è oggi un problema molto importante e le acque dello Stura sono relativamente abbondanti, adatte per gli usi

idroelettrici, irrigui e potabili, senza dimenticare le necessità di tutela di uno degli ecosistemi acquatici più interessanti della regione piemontese. G. Tournon (1988) al Convegno “Nuove Risorse Idriche per il Piemonte e l’Impianto di Viù-Combanera” notava... *“che tutta la valle Stura... ricade nella così detta zona delle pietre verdi... Si tratta di rocce particolarmente resistenti all’alterazione chimica, caratterizzate da minimi valori di erodibilità e di permeabilità. Dalle caratteristiche di tali rocce derivano le caratteristiche delle acque defluenti, particolarmente favorevoli alla loro utilizzazione a scopo potabile...”*.



Fig. 1 - Il bacino dello Stura di Lanzo (876 km² alla confluenza con il fiume Po, presso Torino) è uno dei tributari più importanti della sinistra del fiume Po.

Tournon (1989, 1990) afferma inoltre che le caratteristiche morfologiche, geolitologiche, pedologiche e vegetazionali conferiscono alle acque

qualità particolari quali... *“temperatura inferiore a 10 °C... durezza molto contenuta... e una leggera alcalinità. Altra favorevole caratteristica... è la loro eccezionale limpidezza, dovuta al fatto che, nei processi di alterazione delle rocce del tipo pietre verdi, risulta limitata la formazione di argilloidi, responsabili della torbidità delle acque fluenti nella rete idrografica naturale...”*.

AFFLUSSI METEORICI

La presenza di un buon numero di stazioni meteorologiche del Servizio Idrografico Italiano nell'areale permette un'analisi di dettaglio delle precipitazioni. (Provincia di Torino, 2000; Perosino, 2001; AA.VV., 2000). È quindi disponibile la carta delle isoiete medie annue con equidistanza di 50 mm del bacino dello Stura di Lanzo (fig. 2), coerente con quella della “Collana Studi Climatologici in Piemonte” (AA.VV., 1998). Risultano i seguenti afflussi medi annui:

- A = 1.201 mm per l'intero bacino a Torino (confluenza con il Po);
- A = 1.187 mm per il bacino del Ceronda alla confluenza con lo Stura;
- A = 1.330 mm per il bacino sotteso alla stazione idrometrica di Lanzo;
- A = 1.252 mm per il bacino dello Stura di Valgrande a Ceres;
- A = 1.251 mm per lo Stura di Ala a Ceres;
- A = 1.193 mm per lo Stura di Viù a Traves.

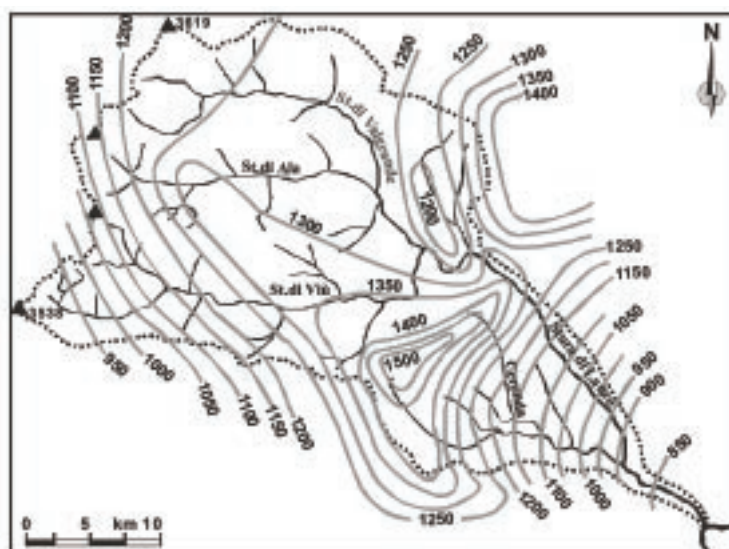


Fig. 2 - Isoiete medie annue (mm) del bacino dello Stura di Lanzo (anno idrologico medio 1921 ÷ 1970).

In particolare risulta un incremento delle precipitazioni verso monte, ma soprattutto verso Nord, fino ad oltre 1.350 mm. Assai elevati (fino a 1.500 mm) sono i valori nell'alto bacino del Ceronda/Casternone, mentre risulta una spiccata riduzione verso la Val Susa, ambito territoriale notoriamente poco umido rispetto all'arco alpino. Verso valle risulta una precipitazione media annua intorno a 850 mm, poco superiore a quello (808 mm) indicato da Perosino (1987) per Torino. In sintesi risulta un dato medio annuo compreso nell'intervallo 1.200 ÷ 1.300 mm che può essere confrontato con i seguenti:

- 970 mm per l'Italia (Contessini, 1956);
- 760 mm per la pianura padana (Mennella, 1967);
- 1.197 mm per il Piemonte (Mennella, 1967);
- 1.500 mm per la regione alpina (Mennella, 1967);
- 808 mm per Torino (Perosino, 1987).

Per quanto riguarda i totali pluviometrici annui massimi e minimi assoluti si è fatto riferimento unicamente alla stazione idrometrica di Lanzo per la quale sono disponibili dati effettivamente rilevati dal Servizio Idrografico Italiano nel cinquantennio considerato; in particolare risulta:

- afflusso meteorico annuo massimo (Tr = 51 anni) = 2.248 mm (1977);¹
- afflusso meteorico anno idrologico abbondante (Tr = 10 anni) = 1.730 mm;

¹ Disponendo di una serie di "n" dati (rilevati, in questo caso, in un periodo di n = 50 anni di osservazione) $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, ordinati in senso decrescente e indicando con "m" la posizione di ciascun dato ($m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$) si può definire il tempo di ritorno "Tr" come l'intervallo medio (in anni) che intercorre tra due eventi uguali o inferiori ad un dato valore di portata minima che occupa la posizione "m" della serie di "n" dati ordinati in senso crescente:

$$"Tr" = \frac{n + 1}{m}$$

L'inverso di "Tr" rappresenta la frequenza "F" di quel determinato valore e può essere espressa anche percentualmente:

$$FC (\%) = \frac{100 \cdot m}{n + 1}$$

"F" rappresenta anche la probabilità percentuale con la quale ogni anno può verificarsi un evento di entità pari o superiore ad un determinato valore. Il dato con $m = 1$ corrisponde al valore massimo del Tr, pari ad $n+1$. Il dato con $m = 1/5n$ corrisponde a $F = 20\%$, cioè il dato caratterizzato da una frequenza di superamento del 20%. Il dato con $m = 4/5n$ corrisponde a $F = 80\%$. Il dato con $m = n$ corrisponde al valore minimo del Tr = 1,02; in pratica ogni anno quel dato (minimo storico) è uguagliato o superato.

- afflusso meteorico medio annuo (media di 50 anni) = 1.330 mm;
- afflusso meteorico anno idrologico scarso ($Tr = 1,28$ anni) = 1.100 mm;
- afflusso meteorico annuo minimo ($Tr = 51$ anni) = 762 mm (1967).

Il rapporto fra il massimo e il minimo assoluti è intorno al valore 3, inferiore al limite di 4 individuato da Remenieras (1972) come indice al di sopra del quale il clima di una località può definirsi di tipo continentale.

La tab. 1 e la fig. 3 illustrano i regimi mensili degli afflussi meteorici del bacino alla sezione di Lanzo valutati dal Servizio Idrografico Italiano, con indicazione dei valori medi del periodo di osservazione (e relative percentuali rispetto al totale annuo) e di quelli rappresentativi degli anni abbondante ($F = 20\%$) e scarso ($F = 80\%$).

Sono evidenti due massimi nelle stagioni intermedie, di cui quello principale in primavera (191 mm in maggio), significativamente superiore a quello secondario autunnale (143 mm in ottobre). Il minimo principale è invernale (gennaio con 56 mm), nettamente inferiore a quello secondario estivo (luglio con 76 mm).

PORTATA MEDIA ANNUA

La portata media annua è pari a $20,2 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($34,6 \text{ l}/\text{sec}/\text{km}^2$). Lo scarto quadratico medio dei valori annui rispetto alla media del periodo è risultato pari a $5,6 \text{ m}^3/\text{sec}$ (27,5 % la deviazione standard), con una distribuzione della popolazione dei dati molto vicina a quella normale (tab. 2) e con oscillazioni fra il massimo e minimo assoluto rispettivamente di $39,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ (nel 1977) e di $10,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ (nel 1967). La portata massima assoluta istantanea è risultata pari a $1.600 \text{ m}^3/\text{sec}$ (26/9/1947), mentre la minima è risultata pari a $2,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($4,3 \text{ l}/\text{sec}/\text{km}^2$; 1/8/2/1931), circa 8 volte inferiore alla media annua.

Il bilancio idrico medio annuo del bacino dello Stura sotteso alla stazione idrometrica di Lanzo tiene conto dei valori degli afflussi e dei deflussi, entrambi misurati in [mm] e rappresentativi dello stesso periodo di 50 anni considerato, quindi confrontabili. Oltre a tali valori, la tab. 3 riporta anche quelli relativi agli anni idrologici abbondante e scarso.

Quale sintesi della situazione idrologica si utilizza il coefficiente di deflusso medio annuo (rapporto deflussi/afflussi), risultato pari a 0,82. Lo Stura di Lanzo a Lanzo può quindi essere collocato, nella classificazione del Pallucchini (1934), nel tipo alpino, in cui rientrano tutti quei corsi d'acqua con coefficiente di deflusso superiore a 0,7.

Tab. 1 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Regime degli afflussi meteorici (mm) medi mensili (Amed) e relative percentuali rispetto al valore annuo (A%). Valori relativi agli anni abbondante (AF20%; frequenza di superamento del 20%) e scarso (AF80%; frequenza di superamento dell'80%). Periodo di osservazione: 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
AF20%	73	85	134	190	248	177	99	126	172	186	152	88	1.730
Amed	56	65	103	146	191	136	76	97	132	143	117	68	1.330
A%	4,21	4,89	7,74	10,98	14,36	10,24	5,71	7,29	9,92	10,75	8,80	5,11	-
AF80%	46	54	85	121	158	113	63	80	109	118	97	56	1.100

Tab. 2 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Valori massimi, medio e minimi della portata annua. Periodo di osservazione: 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni). Q-SIMPO è il valore specifico della portata media annua ottenuta con la metodologia SIMPO (il parametro K esprime il rapporto tra il dato misurato e quello stimato).

portata media annua (Q)	20,2	m ³ /s	34,6 l/s/km ²	superficie bacino	582 km ²		
scarto quadratico med (s)	5,6	m ³ /s	27,5 %	altitudine massima	3.676 m s.l.m.		
Num. casi (Q-s) < N < (Q+s)	79	%		altitudine mediana	1.751 m s.l.m.		
Num. casi (Q-2s) < N < (Q+2s)	19	%		Altitudine stazione	447 m s.l.m.		
Num. casi (Q-3s) < N < (Q+3s)	2	%		portata max annua	39,7	m ³ /s	68,2 l/s/km ² (1977)
Numero casi N < Q	55	%		portata annua F 20%	26,2	m ³ /s	45,0 l/s/km ²
Numero casi N > Q	45	%		portata annua F 80%	16,7	m ³ /s	28,7 l/s/km ²
Portata media annua Q-SIMPO	35,9	l/s/km ²	K = 0,964	portata min annua	10,7	m ³ /s	18,4 l/s/km ² (1967)

Nelle situazioni in cui non sono disponibili stazioni idrometriche è possibile applicare la metodologia SIMPO (1980); essa è stata ampiamente utilizzata e sperimentata; a titolo esemplificativo, merita citare le seguenti esperienze:

- ha costituito la metodologia di riferimento per la "Indagine conoscitiva e progetto generale di fattibilità per un sistema di monitoraggio idrometrico inerente il reticolo idrografico superficiale piemontese" condotta da ENEL-CRIS-Mestre/Ydrodata (Torino); Regione Piemonte (1989);
- è stata adottata nelle "Istruzioni integrative per l'applicazione del... deflusso minimo vitale in un corso d'acqua naturale... per i prelievi da acque superficiali" (L.R. 5/1994);

- ha costituito il riferimento essenziale nell’ambito degli “*Studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...*” (Provincia di Torino, 2000).
- è stata utilizzata da Risorse Idriche *et al.* (1999) per lo studio sulle “*Aree metropolitane e qualità delle acque: area di Torino*” (PS 2.2.1 dell’Autorità di Bacino del Fiume Po);
- ha costituito la metodologia di riferimento per gli studi sulle “*azioni per la predisposizione di una normativa riguardante il minimo deflusso vitale negli alvei*” (PS 2.5 dell’Autorità di Bacino del Po; Hydrodata, 1998/99) e riproposta, dalla Regione Piemonte, per il Progetto di Piano di Tutela delle Acque in applicazione del D.Lgs. 152/99.

Disponendo dell’afflusso meteorico medio annuo $A_{med} = 1.330$ mm e dell’altitudine mediana del bacino sotteso ($H_{med} = 1.751$ m s.l.m.; tab. 2), la portata specifica media annua (Q_s ; l/s/km²) secondo SIMPO vale:

$$Q_s = - 24,5694 + 0,0086 \cdot H_{med} + 0,03416 \cdot A_{med}$$

Da cui si ottiene $Q_s = 35,9$ l/s/km², simile a quella “sperimentale” ottenuta dalle rilevazioni idrometriche della stazione di Lanzo (34,6 l/s/km²; tab. 2). Il rapporto tra i due valori è $K = 0,964$; esso è il coefficiente corret-

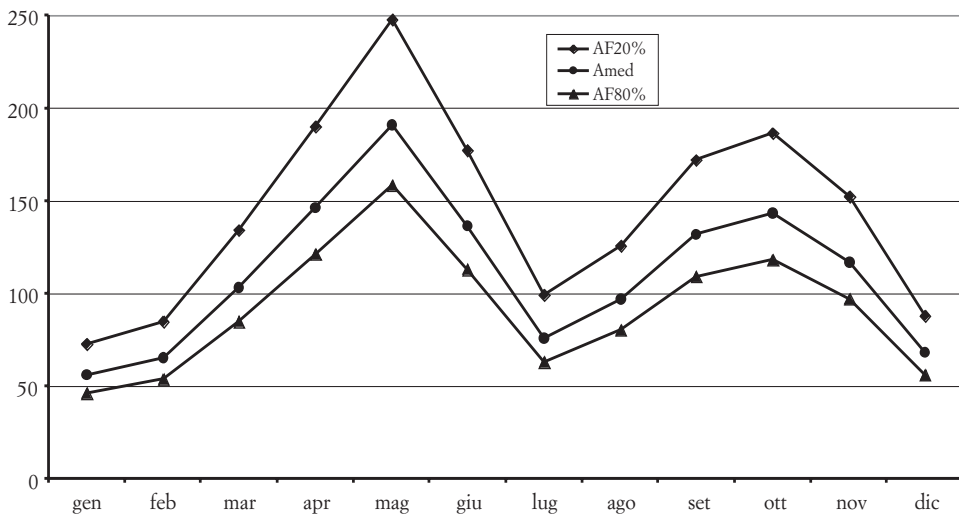


Fig. 3 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Regime degli afflussi meteorici (mm) medi mensili (A_{med}) e relativi agli anni abbondante (AF20%) e scarso (AF80%). Periodo di osservazione 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni).

tivo per “adattare” SIMPO alle condizioni idrologiche reali del bacino in studio. Utilizzando la formula corretta, è possibile determinare la portata specifica media annua per qualunque sezione sul reticolo idrografico dello Stura semplicemente disponendo, per il bacino sotteso a quella stessa sezione, dell’altitudine mediana (ricavabile su base topografica) e dell’afflusso meteorico medio annuo (desumibile dalla carta delle isoiete in fig. 2).

REGIME IDROLOGICO

Nella maggior parte dell’anno, afflussi e deflussi hanno andamento analogo con i primi superiori ai secondi (fig. 4). Nel trimestre maggio ÷ luglio la situazione si inverte, poichè le portate dello Stura a Lanzo sono alimentate anche dalla fusione della neve accumulata nel bacino durante la stagione fredda. Nell’ambito della classificazione proposta dal Tonini (1966) si tratta di un corso d’acqua a regime nivopluviale che, secondo la classificazione delle zone umide piemontesi proposto da De Biaggi *et al.* (1987), può essere indicato dal codice 103201 (zona umida ad acque correnti naturali di tipo nivopluviale o prealpino).

Le più cospicue differenze tra afflussi e deflussi (deficit di deflusso) si manifestano in autunno in quanto, per le perdite di evapotraspirazione che hanno parzialmente intaccato la riserva idrica del sottosuolo nelle porzioni

Tab. 3 - Bilancio idrico del bacino dello Stura di Lanzo sotteso alla stazione idrometrica di Lanzo (582 km²). Afflussi e deflussi nell’anno idrologico medio (1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981: 50 anni) abbondante (frequenza di superamento del 20%) e scarso (frequenza di superamento dell’80%):

Valore F 20%	afflusso meteorico	1.730	mm	$10,1 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	deflusso	1.420	mm	$8,3 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	perdita apparente	310	mm	$1,8 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
Valore medio annuo	afflusso meteorico	1.330	mm	$7,7 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	deflusso	1.131	mm	$6,4 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	perdita apparente	199	mm	$1,3 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	coeff. di deflusso	0,84		
Valore F 80%	afflusso meteorico	1.100	mm	$6,4 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	deflusso	905	mm	$5,3 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$
	perdita apparente	195	mm	$1,1 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$

più basse del bacino, una parte delle precipitazioni (meno abbondanti rispetto alla primavera) anzichè alimentare i deflussi, va a ricostituire la riserva idrica.

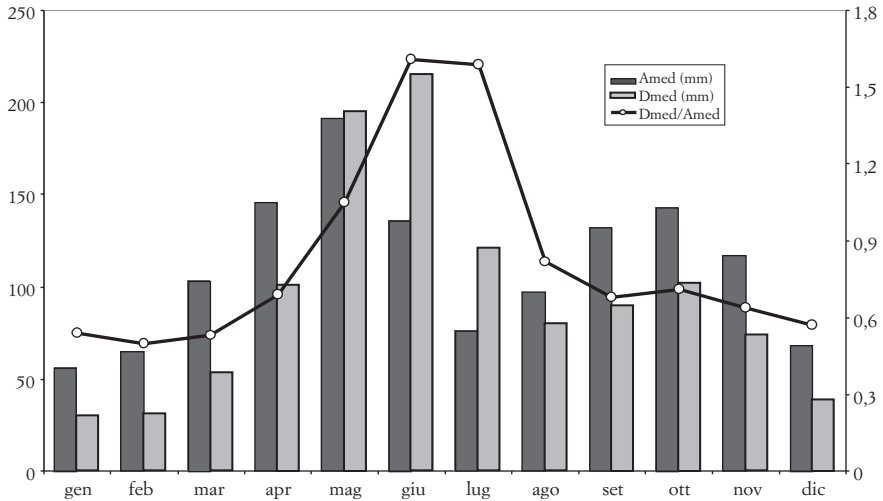


Fig. 4 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Regime dei valori medi mensili (mm) degli afflussi (Amed) e dei deflussi (Dmed) sull'asse principale delle ordinate e dei coefficienti deflusso (Dmed/Amed) sull'asse secondario delle ordinate. Periodo di osservazione 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni).

Le formule SIMPO sono state applicate anche per il calcolo delle portate specifiche medie mensili (Qmed-SIMPO in tab. 4). Considerando la portata specifica media annua corretta ($Q_s = 34,6 \text{ l/s/km}^2$; tab. 2) che ovviamente, nel caso specifico, coincide con quella "misurata", le formule sono le seguenti:

$$\begin{aligned}
 Q_{s_{\text{gen}}} &= 14,16232 - 0,00683 \cdot H_{\text{med}} + 0,36918 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{feb}}} &= 16,49263 - 0,00824 \cdot H_{\text{med}} + 0,37478 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{mar}}} &= 22,74646 - 0,01111 \cdot H_{\text{med}} + 0,46902 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{apr}}} &= 13,85406 - 0,01101 \cdot H_{\text{med}} + 1,15662 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{mag}}} &= -9,83665 + 0,00797 \cdot H_{\text{med}} + 1,63288 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{giu}}} &= -34,92228 + 0,02826 \cdot H_{\text{med}} + 1,62190 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{lug}}} &= -24,4942 + 0,02066 \cdot H_{\text{med}} + 1,04446 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{ago}}} &= -16,0687 + 0,00955 \cdot H_{\text{med}} + 0,95881 \cdot Q_s
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{s_{\text{set}}} &= -13,0179 + 0,00232 \cdot H_{\text{med}} + 1,21272 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{ott}}} &= -4,54832 + 0,00479 \cdot H_{\text{med}} + 1,33784 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{nov}}} &= 16,50714 - 0,01604 \cdot H_{\text{med}} + 1,25843 \cdot Q_s \\
 Q_{s_{\text{dic}}} &= 18,06197 - 0,01030 \cdot H_{\text{med}} + 0,56036 \cdot Q_s
 \end{aligned}$$

Si sono quindi ottenuti risultati che, in media, portano a valori K (rapporto tra dato misurato e quello stimato) significativamente inferiori ad 1 ($0,73 \div 0,75$) nel trimestre invernale e poco superiori ad 1 nei mesi caratterizzati dalle più abbondanti precipitazioni. Nel resto dell'anno, per ogni mese, i valori sono molto simili. I valori k calcolati per ciascun mese permettono, analogamente a quanto succitato per la portata specifica media annua, una buona caratterizzazione del regime idrologico per qualunque sezione del reticolo idrografico dello Stura di Lanzo.

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE

La tab. 5 riporta le portate medie annue di durata caratteristica dello Stura misurate a Lanzo espresse sia come valori specifici in $[l/s/km^2]$, sia come valori assoluti $[l/s]$. Da questi dati si ricava la curva di durata delle portate (fig. 5). Sono anche indicate le medie delle massime e delle minime annue giornaliere che si possono considerare rispettivamente come le portate medie annue di durata pari ad 1 giorno e a 365 giorni.

Merita mettere in evidenza la portata media annua di durata pari a 10 giorni: portate superiori a circa $80 m^3/s$ sono disponibili mediamente soltanto per dieci giorni all'anno. Si tratta di valori considerevoli, seppure notevolmente inferiori alla portata assoluta di massima piena al colmo di tutto il periodo di 50 anni considerato, che è risultata pari a $1.600 m^3/sec$ (26/9/1947).

Più interessante è il dato relativo alla portata media annua di durata 355 giorni, risultata pari a $4,30 m^3/s$. Portate inferiori sono mediamente disponibili in alveo soltanto per una decina di giorni all'anno. Si tratta di un riferimento importante, in quanto si può considerare una portata di magra a tutti gli effetti ed è in tale situazione che il corso d'acqua è maggiormente vulnerabile.

Facendo riferimento agli stessi dati principali del bacino (superficie $S = 582 km^2$) e portata specifica media annua corretta ($Q = 34,6 l/s/km^2$), sono quindi state applicate le seguenti formule SIMPO:

$$\text{portata di durata pari a 10 giorni} \Rightarrow q_{s10} = 5,06749 \cdot S^{-0,057871} \cdot Q_s^{0,965037}$$

$$\begin{aligned} \text{portata di durata pari a 91 giorni} &\Rightarrow \text{qs91} = 1,29772 \cdot S^{0,009539} \cdot Q_s^{0,976926} \\ \text{portata di durata pari a 182 giorni} &\Rightarrow \text{qs182} = 0,54425 \cdot S^{0,049132} \cdot Q_s^{0,980135} \\ \text{portata di durata pari a 274 giorni} &\Rightarrow \text{qs274} = 0,18670 \cdot S^{0,069105} \cdot Q_s^{1,108675} \\ \text{portata di durata pari a 355 giorni} &\Rightarrow \text{qs355} = 0,07560 \cdot S^{0,068232} \cdot Q_s^{1,234733} \end{aligned}$$

Si è quindi proceduto analogamente a quanto effettuato per le portate medie mensili ed annua, al fine di calcolare i coefficienti di correzione K (tab. 5) da applicare all'intero reticolo idrografico dello Stura anche per le portate di durata caratteristica.

Tab. 4 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Stazione idrometrica del Servizio Idrografico Italiano ed ulteriori elaborazioni. Portate massime (Qmax) e minime (Qmin) assolute medie giornaliere e loro distribuzione annuale % nell'anno. Portate relative agli anni idrologici abbondante (QF20%) e scarso (QF80%). Portate medie mensili (Qmed). Medie mensili degli afflussi meteorici (Amed), dei deflussi (Dmed), delle perdite apparenti (Amed-Dmed) e dei coefficienti di deflusso (Dmed/Amed). Periodo di osservazione: 1930 ÷ 1943, 1946 ÷ 1981 (50 anni). Con Qmed-SIMPO si riportano i valori specifici medi mensili ottenuti con l'applicazione della metodologia SIMPO, quindi confrontati con quelli misurati (K).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Qmax	m ³ /s	68	62	135	288	467	491	218	402	696	402	586	140
	l/s/km ²	117	107	232	495	802	844	375	691	1196	691	1007	241
	%	0	0	2	5	23	15	2	10	13	20	10	0
QF20%	m ³ /s	8,3	8,6	14,7	28,0	54,0	59,9	33,7	22,3	25,1	28,5	20,5	10,9
	l/s/km ²	14,3	14,8	25,3	48,1	92,8	102,9	57,9	38,3	43,1	49,0	35,2	18,7
Qmed	m ³ /s	6,4	6,6	11,3	21,5	41,6	46,0	25,9	17,2	19,3	21,9	15,8	8,4
	l/s/km ²	11,0	11,3	19,4	36,9	71,5	79,0	44,5	29,6	33,2	37,6	27,1	14,4
Qmed-SIMPO	l/s/km ²	15,0	15,0	19,5	34,6	60,6	70,7	47,8	33,8	33,0	33,4	32,0	19,4
K = Qmed/Qmed-SIMPO		0,73	0,75	0,99	1,07	1,18	1,12	0,93	0,88	1,01	1,13	0,85	0,74
QF80%	m ³ /s	5,3	5,5	9,3	17,8	34,4	38,2	21,5	14,2	15,9	18,1	13,1	6,9
	l/s/km ²	9,1	9,5	16,0	30,6	58,9	65,6	36,9	24,4	27,3	31,1	22,5	11,9
Qmin	m ³ /s	9,0	9,4	16,0	30,6	59,1	65,7	36,9	24,4	27,4	31,1	22,5	11,9
	l/s/km ²	4,8	5,2	5,7	6,9	9,1	19,2	11,0	11,2	8,2	7,0	6,4	4,8
	%	38	30	8	0	0	0	0	0	1	0	0	23
Amed	mm	56	65	103	146	191	136	76	97	132	143	117	68
Dmed	mm	30	31	53	101	195	215	121	80	90	102	74	39
Amed-Dmed	mm	26	34	50	45	-4	-79	-45	17	42	41	43	29
Dmed/Amed		0,54	0,50	0,53	0,69	1,05	1,61	1,59	0,82	0,68	0,71	0,64	0,57

Tab. 5 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Portate medie annue di durata caratteristica. Periodo di osservazione 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni). Sono anche indicati i valori ottenuti con le formule SIMPO e i coefficienti K di correzione (rapporto tra i dati "misurati" e quelli calcolati).

	q1	q10	q30	q60	q91	q135	q182	q274	q355	q365
m ³ /s	231	79	48	33	19,8	17,0	12,4	7,1	4,30	4,24
l/s/km ²	397	136	82	57	34,0	29,2	21,2	12,2	7,39	7,29
SIMPO l/s/km ²	-	107	-	-	34,6	-	24,0	14,7	9,30	-
K	-	1,27	-	-	0,84	-	0,88	0,83	0,79	-

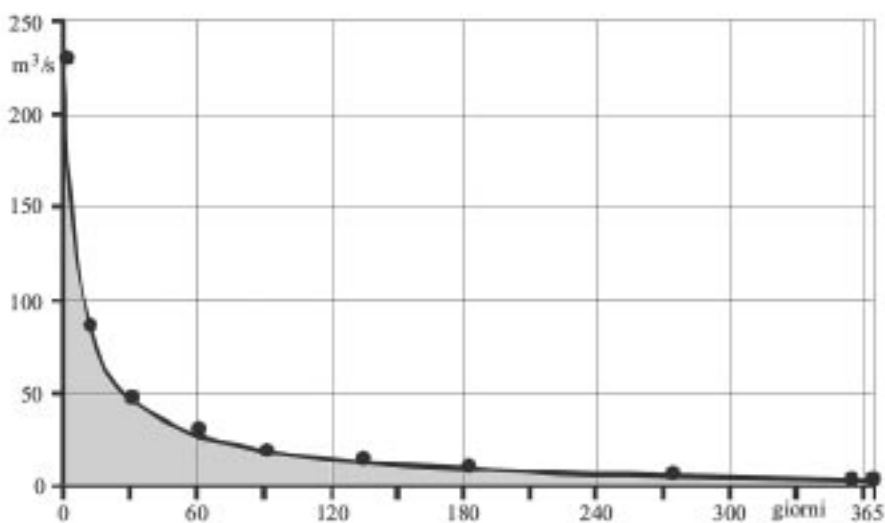


Fig. 5 - Bacino dello Stura di Lanzo a Lanzo. Curva delle portate medie annue di durata caratteristica. Periodo di osservazione 1930 ÷ 1943 e 1946 ÷ 1981 (50 anni).

PORTATE DI MAGRA

La portata di “magra normale” viene spesso definita come “media dei minimi annuali”. In realtà, come osservato da Perosino (1990), la media dei minimi non può essere un dato da considerare in questo caso, perché non valido sia dal punto di vista statistico, sia da quello idrologico. Una popolazione di dati rappresentata da valori di eventi eccezionali non può essere descritta da una media aritmetica, in conseguenza della particolare distribuzione dei dati stessi.

Disponendo di una serie di “n” dati [l/s] relativi ai valori di portate minime istantanee annuali (rilevate in un periodo di n = 50 anni di osservazione presso una data stazione idrometrica come nel caso dello Stura a Lanzo) $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$, ordinati in senso decrescente e indicando con “m” la posizione di ciascun dato ($m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$), si può ricorrere ad un modello matematico molto comune per la rappresentazione degli eventi eccezionali: è il metodo Gumbel, risultato altamente significativo dall’United States Bureau (Reich, 1963) ed espresso per mezzo della seguente formulazione (in Mosetti, 1977, 1979):

$$K = - \frac{\sqrt{0,6}}{\pi} \cdot \left[\S + \text{Log Log} \left(\frac{\text{Tr}}{\text{Tr} - 1} \right) \right]$$

dove $\S = 0,57721\dots$ è la costante di Eulero e il fattore “K” assume valori in funzione della posizione “m” degli “n” dati ordinati in senso decrescente. Con questa relazione si calcolano tanti fattori $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ quanti sono gli “n” dati. Fra i diversi valori “K” e i corrispondenti valori di portata minima annuale “q” si calcola il coefficiente di correlazione lineare “r” che, se risulta significativo (prossimo a -1), consente anche il calcolo dei parametri “a” e “b” della retta interpolante:

$$q = a + b \cdot K$$

che, tra l’altro, permette di stimare valori di “q” per qualsiasi “Tr” (pur se con cautela anche per eventi caratterizzati da maggiore eccezionalità rispetto al numero “n” di dati misurati). Per $\text{Tr} = 2$ anni si ottiene la portata minima istantanea annuale corrispondente ad un tempo di ritorno di due anni (frequenza annuale del 50%) che può essere considerata la “magra normale”.

È doveroso ricordare che il metodo Gumbel è stato elaborato per l’analisi dei fenomeni idroclimatici eccezionali massimi annuali e non per i minimi. Tuttavia anche per i minimi è stato applicato con buon esito in recenti studi (C.R.E.S.T., 1987 ÷ 1990), è stato verificato per analisi sulle temperature minime annuali in studi climatici di stazione (Perosino, 1987, 1989; Perosino, Rosso, 1984, 1986) oltre che essere stato presentato al III Convegno A.I.I.A.D. come sistema di determinazione delle magre normali (Perosino 1990).

In tab. 6 sono stati riportati valori di portata minima per diversi tempi di ritorno. In particolare è risultata una magra normale di 4,2 m³/s, di poco inferiore alla portata media annua di durata pari a 355 giorni (4,3 m³/s) e

quasi 1,7 volte la minima storica assoluta nel periodo di 50 anni di osservazione (2,5 m³/s l'8 febbraio 1931). I minimi assoluti annuali si verificano tutti nella stagione invernale, prevalentemente nel bimestre gennaio - febbraio, con qualche caso in marzo (Q_{min} in tab. 3).

		Tr = 2	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 20	Tr = 30
inverno	m ³ /s	4,2	3,6	3,0	2,4	2,1
	l/s/km ²	7,2	6,2	5,2	4,1	3,6
estate	m ³ /s	8,1	6,3	4,8	3,3	2,4
	l/s/km ²	13,9	10,8	8,2	5,7	4,1

Lo stesso tipo di elaborazione è stata effettuata sui minimi estivi (giugno ÷ settembre, periodo di irrigazione). La magra normale estiva è pari a 8,1 m³/sec (tab. 6) ed in media, ad ogni estate, la portata giornaliera ne è inferiore per soli 8 giorni. Per soli tre giorni si verificano portate giornaliere estive inferiori al valore di 6,3 m³/sec corrispondente ad una minima estiva con tempo di ritorno di 5 anni. In tutto il periodo di osservazione in estate non si è mai avuta una magra paragonabile al minimo assoluto. Nel settembre 1971 per soli due giorni e per 34 giorni nell'estate del 1978, si sono verificate portate paragonabili alla magra invernale normale, mentre per tutto il restante periodo di osservazione le portate giornaliere estive osservate sono sempre state ben superiori.

CONCLUSIONI

In sintesi, è stata effettuata un'analisi idrologica di dettaglio dello Stura alla stazione idrometrica di Lanzo, sulla base quindi di valori misurati per un periodo di osservazione altamente significativo (50 anni). Si sono quindi effettuate elaborazioni anche al fine di ottenere formule adatte per la caratterizzazione di una qualunque sezione del reticolo idrografico dello Stura a monte della confluenza con il Ceronda; con il contributo di quest'ultimo, il bacino assume caratteristiche morfometriche, climatiche ed idrogeologiche significativamente diverse.

La conoscenza dell'entità delle risorse idriche disponibili è fondamentale per la gestione. Le acque del bacino dello Stura sono ampiamente sfrut-

tate a monte per fini idroelettrici ed a valle per fini irrigui. Ma se lo sfruttamento deve tenere conto della disponibilità complessiva dell'acqua, bisogna porre una particolare attenzione a quella porzione che deve essere garantita all'alveo fluviale al fine di garantire la conservazione dell'ecosistema acquatico: il deflusso minimo vitale, soprattutto nei periodi di magra idrologica. Per quanto attiene l'uso idroelettrico in montagna non si pongono particolari problemi. È vero che una buona parte del reticolo idrografico in montagna viene prosciugato dalle derivazioni idroelettriche, ma è relativamente facile prevedere l'imposizione di rilasci minimi senza che ciò comporti perdite economiche significative. Assai diversa è la situazione dell'uso irriguo.

Lanzo è la località allo sbocco dello Stura in pianura, che mette a disposizione degli usi a valle un volume medio annuo di circa $6,4 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{anno}$ (tab. 2). Bisogna tuttavia considerare con attenzione particolare i deflussi disponibili nel periodo estivo, quando massime sono le esigenze irrigue.

“Nel bacino dello Stura di Lanzo risultano presenti 107 derivazioni destinate all'utilizzo irriguo, per un totale di circa 8.200 ha di superficie totale teorica irrigata. Di queste le più importanti sono quelle poste subito a valle dell'abitato di Lanzo” (Provincia di Torino, 2000). Per semplicità si ipotizza che tale prelievo venga effettuato interamente nei pressi della stazione idrometrica di Lanzo. Si ipotizza un prelievo per fini irrigui pari a $0,8 \text{ l/s/ha}$; significa $8.200 \cdot 0,8 = 6.560 \text{ l/s}$, quale portata totale massima derivabile dal reticolo idrografico dello Stura per le esigenze irrigue, cioè un valore molto simile a quello di portata minima estiva con tempo di ritorno pari a 5 anni (6.300 l/s ; tab. 6). Lo stesso tempo di ritorno è stato utilizzato per le condizioni di siccità ai fini della determinazione del fabbisogno idrico lordo di $0,8 \text{ l/s/ha}$ (al prelievo) sopra considerato ed in funzione delle tipologie colturali più idroesigenti (mais), secondo le metodologie proposte dalla Regione Piemonte (1999). Ciò significa una portata residua di poche centinaia di litri al secondo per la tutela dell'ecosistema fluviale dello Stura in pianura, un valore chiaramente insufficiente. D'altra parte, attualmente, in tarda estate, quasi ogni anno, il fiume risulta, in più tratti, completamente prosciugato, quindi non solo nei periodi di magra estiva relativamente eccezionali; ciò perché le captazioni attuali derivano acqua per contributi ben superiori a $0,8 \text{ l/s/ha}$ di superficie da irrigare e spesso con evidenti situazioni di spreco. Naturalmente la situazione diventa più difficile nei momenti di magra più accentuata, con appena $3000 \div 4.000 \text{ l/s}$ per tempi di ritorno di $10 \div 20$ anni (tab. 6).

Quello citato è solo un esempio di quanto sia complesso (in qualche caso addirittura drammatico) il problema relativo alla ripartizione dell'acqua

per gli usi umani e per la tutela dell'ecosistema fluviale ed in ogni caso qualunque proposta di regolamentazione deve fare riferimento alla migliore conoscenza possibile delle disponibilità idriche complessive medie ed eccezionali.

BIBLIOGRAFIA

- AUTORI VARI, 1998 – Carta climatica del Piemonte (Collana Studi Climatologici in Piemonte). Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte. Torino.
- AUTORI VARI, 2000 – Bacino e reticolo idrografico del Ceronda (Collana Ambiente 6). Dipartimento Ambiente, Servizio Tutela della Fauna e della Flora della Provincia di Torino.
- BRUCE J.P., CLARK R.H., 1966 – Introduction to hydrometeorology. Pergamon Press, Toronto.
- CONTESSINI F., 1956 – Impianti idroelettrici. Tamburini, Milano.
- C.R.E.S.T., 1987 – Valutazione di impatto ambientale, nel settore faunistico, per l'impianto idroelettrico di Villeneuve. Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL di Torino.
- C.R.E.S.T., 1988 – Analisi delle popolazioni ittiche del fiume Sesia interessato dal progetto ENEL degli impianti idroelettrici di Balmuccia e Doccio (valutazione della situazione attuale, stima degli impatti e relative proposte di mitigazione). Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL di Torino.
- C.R.E.S.T., 1989 – Valutazione di Impatto Ambientale su progetto idroelettrico per le valli Ala e Valgrande (valli di Lanzo) - settore idrobiologia. Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL di Torino.
- C.R.E.S.T., 1990a – Valutazione di impatto ambientale su progetto della diga di Stropo (val Maira - CN) - settore idrobiologia. Amministrazione Provinciale di Cuneo.
- C.R.E.S.T., 1990b – Valutazione di impatto ambientale su progetto idroelettrico di Pont Ventoux (val Susa - TO) - settore idrobiologia. ECOPLAN/Azienda Acquedotto Municipale di Torino.
- DE BIAGGI E., PEROSINO G.C., FOIETTA F., SAINI R., STOPPA T., 1987 – L'eutrofizzazione dei bacini lacustri piemontesi e il progetto regionale di Banca Dati delle Zone Umide. Riv. Piem. St. Nat., 8: 3-20.
- HYDRODATA, 1999 – Azioni per la predisposizione di una normativa riguardante il minimo deflusso vitale negli alvei”. Progetto Speciale PS 2.5 dell'Autorità del Bacino del Po. Torino.
- MENNELLA C., 1967 – Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio. EDART, Napoli.
- MOSETTI F., 1977 – Le acque. U.T.E.T., Torino.
- MOSETTI F., 1979 – Fondamenti di oceanologia e idrologia. UTET, Torino.
- PALLUCCHINI A., 1934 – Classifica dei fiumi italiani secondo il loro coefficiente di deflusso. C.N.R. - Comit. per la Geogr., Delegazione ital. al Congr. Inter. Geogr. di Varsavia (agosto-settembre 1934).

- PEROSINO G.C., 1987 – Climatologia di Torino. Riv. Piem. St. Nat., 8: 21-52.
- PEROSINO G.C., 1989 – Climatologia di Cuneo. Riv. Piem. St. Nat., 10: 43÷68.
- PEROSINO G.C. (a cura di), 2001 – Risorse idriche superficiali dei principali bacini della provincia di Torino. Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino.
- PEROSINO G.C., 1990 – Portate minime per la conservazione dell'idrofauna dei corsi d'acqua soggetti a prelievi idrici. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. Riv. Idrobiol., 29 (1): 426 ÷ 435.
- PEROSINO G.C., ROSSO M., 1984 – Climatologia di Bra. Riv. Piem. St. Nat., 5: 177÷204.
- PEROSINO G.C., ROSSO M., 1986 – Climatologia di Alessandria. Riv. Piem. St. Nat., 7: 21÷49.
- PROVINCIA DI TORINO, 2000 – Studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po... Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche - Hydrodata (TO).
- REGIONE PIEMONTE, 1989 – “Indagine conoscitiva e progetto generale di fattibilità per un sistema di monitoraggio idrometrico inerente il reticolo idrografico superficiale piemontese”. ENEL - CRIS - Mestre/YDRODATA (Torino); Assessorato Tutela Ambiente. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1991 – Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese. Assessorato Caccia e Pesca. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1999 – Metodologia di verifica fabbisogni lordi nei comprensori irrigui della Regione Piemonte. Pianificazione e Gestione Risorse Idriche. Torino.
- REICH B.M., 1963 – Short-duration rainfall intensity estimates and other design aids regions of sparse data. Jour. Hidrol., 1: 3÷29.
- REMENIERAS G., 1972 – L'hydrologie de l'ingenieur. Eyrolles, Parigi.
- RISORSE IDRICHE, 1999 – Aree metropolitane e qualità delle acque: area di Torino”. Progetto Speciale 2.2.1 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po. Torino.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1930 ÷ 1981 – Annali Idrologici (Parte Prima). Ministero dei Lavori Pubblici. Istituto Poligrafico dello Stato. Roma.
- SIMPO, S.p.A., 1980 – Studio e progettazione di massima delle sistemazioni idrauliche dell'asta principale del Po, dalle sorgenti alla foce, finalizzata alla difesa ed alla conservazione del suolo e nella utilizzazione delle risorse idriche. Magistrato del Po. Parma.
- SOKOLOV A.A., CHAPMAN T.G., 1974 – Methods for water balance computations. Unesco Press, Parigi.
- TONINI D., 1966 – Elementi di idrografia e di idrologia. Libreria Universitaria, Venezia.
- TOURNON G., 1988 – L'impianto di Combanera. Rinnovamento (V) 16: 26 ÷ 30. Fondazione Giorgio Amendola, Torino.
- TOURNON G., 1989 – Il progetto dell'impianto di Combanera. Rivista Aziendale Acquedotto Torinese, 3 (novembre '89): 13÷21. Torino.
- TOURNON G., 1990 – L'impianto di Combanera. Atti Conv. “Nuove risorse idropotabili per il Piemonte”: 46÷56. Centro Studi Sistemi Ambientali della Fondazione Giorgio Amendola.