

FRANCESCO DELLAGIACOMA

Alcuni dati idrologici sulle piene dell'estate 1987 nel Trentino occidentale

Introduzione

Nell'estate 1987 tutti i paesi dell'arco alpino vennero colpiti ripetutamente da violenti fenomeni alluvionali: in luglio in Savoia si verificarono vari eventi di piena che culminarono con la disastrosa piena del Gran Bornard (Meunier, 1988) che distruggendo un camping provocò la morte di 26 persone. Il 18 luglio si verificò la grande alluvione della Valtellina, nella quale perirono 52 persone (Di Silvio, 1988; Govi, 1988); nello stesso periodo grandi piene e distruzioni avvennero in Svizzera, in Engadina e a Poschiavo (Götz, Petrascheck, Zeller, 1988); e in Austria, nel Vorarlberg, nel Salisburghese (1 vittima) e nelle valli di Stubai e Ötz (Kravogel, 1988). Il 24 e 25 agosto violente alluvioni si verificarono di nuovo in Valtellina, nell'Oberland bernese e nella Svizzera centrale, dove il Rodano superiore nel cantone Vallese e la Reuss nel cantone Uri fecero registrare le massime portate storiche (Götz, Petrascheck, Zeller, 1988); e in Austria in Pinzgau, nel Salisburghese e ancora nelle valli Stubai e Ötz (14 vittime) in Tirolo (Hanusek, 1988).

Oltre alle dimensioni catastrofiche di alcune piene (Savoia, Valtellina, Svizzera centrale, Ötztal) eccezionale appare l'estensione complessiva del fenomeno, che ha interessato buona parte delle Alpi centrali e tutti i paesi alpini centro-occidentali.

Gli eventi dell'estate 1987 hanno inoltre dimostrato ancora una volta che fenomeni di piena anche di notevole entità possono susseguirsi a brevissima distanza nella

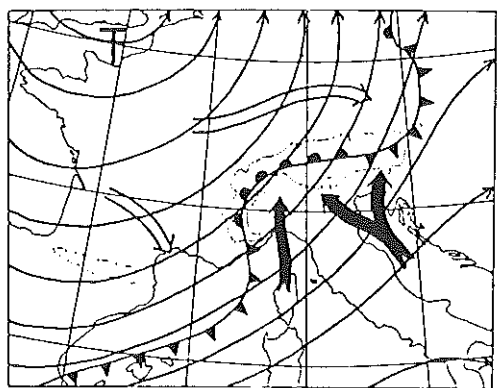
stessa località: fatto questo che sottolinea l'importanza di intervenire tempestivamente, per ripristinare le condizioni minime di sicurezza evitando che un secondo evento assuma dimensioni catastrofiche a causa della sussistenza di una precedente condizione di instabilità.

La situazione meteorologica

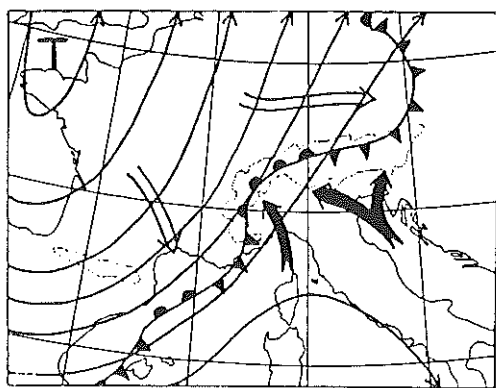
Sia in luglio che in agosto la situazione meteorologica che ha determinato gli eventi di piena era caratterizzata da un afflusso di aria fredda dalla Francia verso il Mediterraneo e dalla presenza di un vortice sul golfo di Genova: in questa condizione si instaura una tipica configurazione di maltempo sulle Alpi: un flusso di aria mediterranea, calda e umida e con stratificazione labile, viene spinto dal Tirreno e dall'Adriatico contro le Alpi (vedi Fig. 1, da R. Steinacker); il perdurare di questa configurazione, per effetto della contemporanea presenza di fronti freddi ai margini delle Alpi, comporta una ripetuta formazione di queste ondate di aria mediterranea calda e umida a bassa quota che, a contatto con le elevazioni alpine, portano a copiose precipitazioni.

Il ruolo della copertura nevosa e dello zero termico

Le piene dell'estate 1987 hanno interessato l'ambito centrale delle Alpi (Oberland bernese, Grigioni, Valtellina, valli di Stubai e Ötz, Stelvio; in Trentino la sola parte occidentale: alta Rendena, alta Val di Sole). Vale a dire una regione caratterizzata da



19.7.1987 00UTC



24.8.1987 00UTC

Figura 1 – La situazione meteorologica del 19 luglio 1987 e del 24 agosto 1987: isobare a 500 ectopascal, fronti freddo e caldo, correnti fredde (frecche chiare) e correnti caldo-umide (frecche scure) (da R. Steinacker, 1988).

elevate altitudini e dalla presenza di ghiacciai.

Mentre il contributo diretto dei ghiacciai alla formazione delle piene viene considerato ridotto sulla base di valutazioni energetiche e di misurazioni idrologiche (Steinacker, 1988), la presenza di una copertura nevosa satura di acqua, oltre al contributo diretto al deflusso, ha l'effetto di ridurre la capacità di ritenuta del terreno quasi a zero. E a proposito si nota che all'inizio dell'estate, in seguito alle basse temperature della tarda primavera, in alta montagna era effettivamente ancora presente la copertura nevosa. In agosto lo stesso effetto può esser stato provocato dal fatto che i ghiacciai, in seguito alle alte temperature dell'estate, si trovavano in una situazione di saturazione e si erano sensibilmente ritirati: al contributo diretto dei ghiacciai stessi si è sommato quello delle aree periglaciali saturate dall'acqua di scioglimento sulle quali si è formato un deflusso superficiale molto elevato.

In bacini con elevata altitudine media, come quelli delle Alpi centrali, un ruolo di decisiva importanza ha la posizione del limite delle precipitazioni nivali: un suo spostamento di soli 100 m significa che una rilevante aliquota della superficie del bacino (che può anche essere più del 10%) contribuisce (pioggia) o meno (neve) al deflusso diretto. Fatto questo particolarmente importante nelle valli alpine interne, nelle quali gli scambi di masse d'aria con l'esterno sono limitati: qui, se la linea dello

zero termico (in realtà i meteorologi fanno coincidere il limite delle precipitazioni nevose con la isoterma di 1°C ad umidità di saturazione) giace al di sotto della quota di cresta esterna, lo scioglimento dei nuclei di ghiaccio delle nubi nel processo di formazione della pioggia provoca un sensibile raffreddamento dell'aria, il che causa nel corso della precipitazione un notevole abbassamento della temperatura: lo zero termico scende considerevolmente (di varie centinaia di metri) sottraendo una quota rilevante di precipitazioni al deflusso diretto.

Durante le piene del 1987 questo effetto non si è verificato: la quota delle precipitazioni nevose si trovava a 3.000-3.500 m (luglio) e 4.000 m (agosto) all'inizio dell'evento e non è mai scesa sotto i 2.500 m.

Le alluvioni del 1987 in Trentino

Nel Trentino le alluvioni del 1987 hanno interessato la parte occidentale della provincia provocando numerosi danni materiali. Citando solo gli eventi più rilevanti, in luglio una colata detritica di grosse proporzioni sul rio Val di Case a Caderzone distrusse la sistemazione esistente, asportò 2 ponti ed esondò sul conoide depositando circa 35.000 m³ di materiale, interessando un albergo e 10 case di abitazione. Il rio Finale a Villa Rendena provocò grandi erosioni di sponda interrompendo la S.S.; i rivi Bedù di S. Valentino e Bedù di Borzago provocarono numerose erosioni di sponda, apportando grandi quantità

di trasporto solido e danneggiando le sistemazioni della parte inferiore del corso.

In agosto i danni maggiori si verificarono nella Val di Genova (Sarca di Genova): su almeno 3 affluenti laterali del tratto superiore (Stabilel, Gabiolo e Cercen) si verificarono delle grandi colate detritiche che provocarono sbarramenti temporanei e deviazioni del corso principale alimentandone il trasporto solido: si verificarono così numerose esondazioni e inghiainamenti nella parte superiore del corso, oltre a distruzioni di argini e allagamenti nella parte inferiore. Danni ingenti si ebbero anche nella valle di Borzago e a Pelugo, dove il Bedù provocò il cedimento del ponte sulla S.S.; e in Val di Sole, ad opera del torrente Rabbies (forte erosione sul rio Campisol ed esondazione in loc. Fontanino) e Vermigliana (forte trasporto solido proveniente dai rivi Presenella e Presena).

Nell'area interessata dalle piene sono in funzione 4 stazioni di misurazione delle portate (Sarca a Ponte delle Seghe, Sarca a Ponte Piazza, Sarca di Nambrone a Pian Nambrone e Rabbies a S. Bernardo) e varie stazioni pluviografiche (Campo Carlomagno, Pinzolo, S. Antonio di Mavignola, Val di Genova, Tione, Malè, Passo Tonale) (vedi Fig. 2).

Di seguito vengono analizzati i dati di portata e di precipitazione relativi alle piene del luglio e dell'agosto 1987, per cercare di trarre qualche indicazione sulle caratteristiche idrologiche dei bacini in esame, pur nella consapevolezza che si tratta di dati parziali, puntiformi e che i metodi applicati e i dati a disposizione non sono che una estrema semplificazione di processi molto complessi.

I bacini delle stazioni di misurazione delle portate

Nella Tab. 1 sono riportate la superficie, le caratteristiche morfologiche (pendenza e altitudine media) e la costituzione geologica dei bacini delle 4 stazioni di misurazione delle portate. Da questi dati sono evidenti le caratteristiche spiccatamente di alta montagna di Sarca di Nambrone e Rabbies.

Nella successiva Tab. 2 è riassunto l'uso del territorio dei 4 bacini. Sarca a Ponte

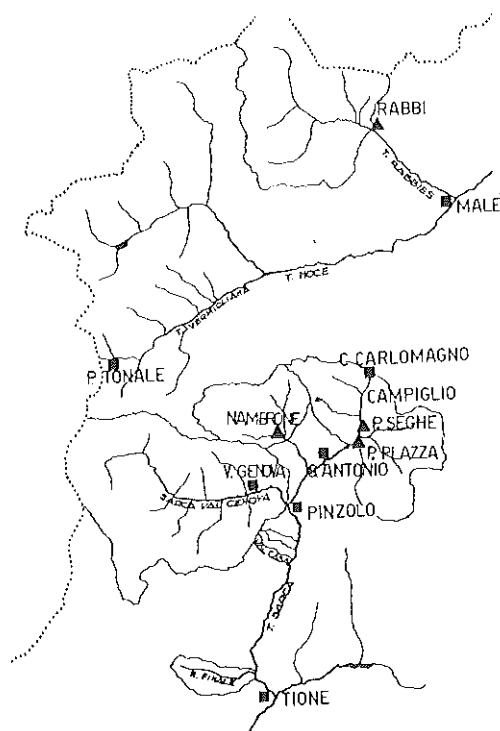


Figura 2 - Le stazioni pluviografiche e di misura delle portate nell'area interessata dalle piene e i bacini nei quali si sono verificati i danni più gravi.

delle Seghe risulta il più boscato (46%), seguito da Sarca a Ponte Piazza (34%); negli altri prevalgono pascoli e arbusteti, con una superficie boscata di 29% per il Rabbies e di solo 8% per il Nambrone, che si colloca in gran parte al di sopra del limite della vegetazione forestale.

Nella parte inferiore delle tabelle sono riportati i dati dei bacini nei quali si sono verificati i maggiori danni: Val di Genova si caratterizza come un bacino esteso, con caratteristiche di alta montagna (altezza media 2.460 m, assenza totale di urbanizzazioni, superficie boscata 18%). Il bacino di Val di Case è invece molto piccolo, con forte acclività, altezza media ben al di sotto del limite del bosco, superficie boscata di 49%, solo 5% di improduttivo.

Le precipitazioni

La registrazione delle precipitazioni giornaliere nelle stazioni dell'area interessata è riportata nella Tab. 3. Come si vede i va-

Tabella 1 – Caratteristiche morfologiche e geologiche dei bacini delle stazioni di misura delle portate e di quelli nei quali si sono verificati i maggiori danni alluvionali.

	Superficie km ²	Pendenza media %	Altezza (m s.l.m.)			Geologia
			mass.	media	min.	
Sarca a Ponte delle Seghe	24,63	39	2678	1945	1270	tonaliti - morene
Sarca a Ponte Piazza	68,8	55	3150	2000	1170	dolomite; tonaliti - morene
Sarca di Nambrone	21,2	58	3254	2410	1360	tonaliti; graniti
Rabbies a S. Bernardo	106,16	51	3350	2240	1080	scisti
Val di Genova (bac. ENEL)	142,63	52	3430	2460	900	graniti
Val di Case	2,6	61	2344	1690	720	morene - graniti
Finale	9,72	46	2542	1650	550	morene - graniti

Tabella 2 – Uso del territorio e tipo di copertura vegetale dei bacini di Tab. 1.

	ghiacc.	improd.	pasc. e arb.	bosco con mod. caratt. idrologiche	bosco con buone caratt. idrologiche	sup. agric.	laghi	urban.
Sarca a Ponte delle Seghe	-	14	36	6	40	1	1	2
Sarca a Ponte Piazza	3	31	29	6	28	1	1	1
Sarca di Nambrone	3	36	51	6	2	-	2	-
Rabbies a S. Bernardo	1	22	45	10	19	3	-	-
Val di Genova (bac. ENEL)	18	20	43	6	12	-	1	-
Val di Case	-	5	39	5	44	6	1	-
Finale	-	4	37	6	43	9	1	-

Tabella 3 – Le precipitazioni registrate dai pluviografi nell'area interessata dagli eventi alluvionali del 1987 nel Trentino con indicazione della quota delle stazioni.

	Quota stazione	Precipitazioni (mm)	
		18 luglio	24 agosto
Campo Carlomagno	1681	88	58
S. Antonio di Mav.	1120	116	53
Pinzolo	776	90	56
Val di Genova	900	86	51
Tione	563	40	45
Malè	750	-	51
Passo Tonale	1850	45	82

lori di precipitazione risultano molto elevati solo per le stazioni dell'alta Val Rendena nel corso della piena di luglio. Per le stazioni di Campo Carlomagno, Pinzolo e Tione si è potuto fare il confronto con i dati storici delle massime precipitazioni di 1 giorno nel periodo 1950-1986 (Buffa, Dellagiacomina, 1988) regolarizzate con il metodo di Gumbel, che è riportato in Fig.

3. Solo per la pioggia registrata a S. Antonio di Mavignola risulta un tempo di ritorno attorno ai 20 anni, mentre per le altre si ha un valore di 5-7 anni.

Le massime precipitazioni di breve durata, riportate nella Tab. 4 per tutte le stazioni della Val Rendena, sono state messe a confronto con le curve segnalatrici proposte da Della Lucia, Fattorelli e Provasi (1976) per questa zona (Fig. 4). Si evidenzia come le precipitazioni di minor durata registrate alle stazioni abbiano tempi di ritorno molto bassi e che questi ultimi crescano con la durata della precipitazione per arrivare ad un valore attorno ai 25 anni per la precipitazione di 24 ore di S. Antonio. Vale la pena di ricordare che questo non esclude che possano essersi verificate localmente delle piogge molto più intense, non registrate dai pluviografi che possono misurare solo la pioggia nel punto in cui sono installati.

Gli idrogrammi di piena

I dati permettono l'analisi di 7 idrogrammi di piena sulle 4 stazioni di portata (sul

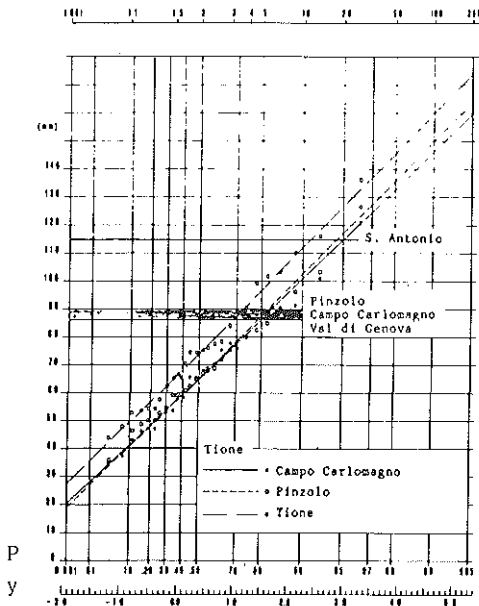


Figura 3 - Tempi di ritorno delle precipitazioni registrate in Val Rendena, calcolati dalla regolarizzazione delle massime precipitazioni giornaliere del periodo 1950-1986 sec. Gumbel (da Buffa-Dellagiocoma, 1988).

Rabbies in luglio non si è avuta una piena significativa), i cui valori al colmo sono riportati nella Tab. 5. Le Fig. 5 e 6 riportano come esempio precipitazioni e portate del Sarca a Ponte Piazza in luglio e del Sarca di Nambrone in agosto.

È da mettere subito in evidenza la difficoltà legata al fatto che all'interno del bacino delle stazioni del Sarca di Nambrone e del Rabbies non esiste infatti alcun pluviografo, per cui si sono dovute ricostruire le precipitazioni con una ponderazione dei dati delle stazioni vicine (Nambrone) e assumendo quelle del pluviografo di Malè (Rabbies). Ciò che indubbiamente costituisce una notevole fonte di imprecisione, che si aggiunge alla necessità di considerare costante la precipitazione per bacini caratterizzati da forti escursioni altimetriche.

Coefficienti di deflusso

Pur in presenza delle notevoli limitazioni discusse in precedenza, si sono calcolati i coefficienti di deflusso relativi all'intera precipitazione e quelli relativi alla parte

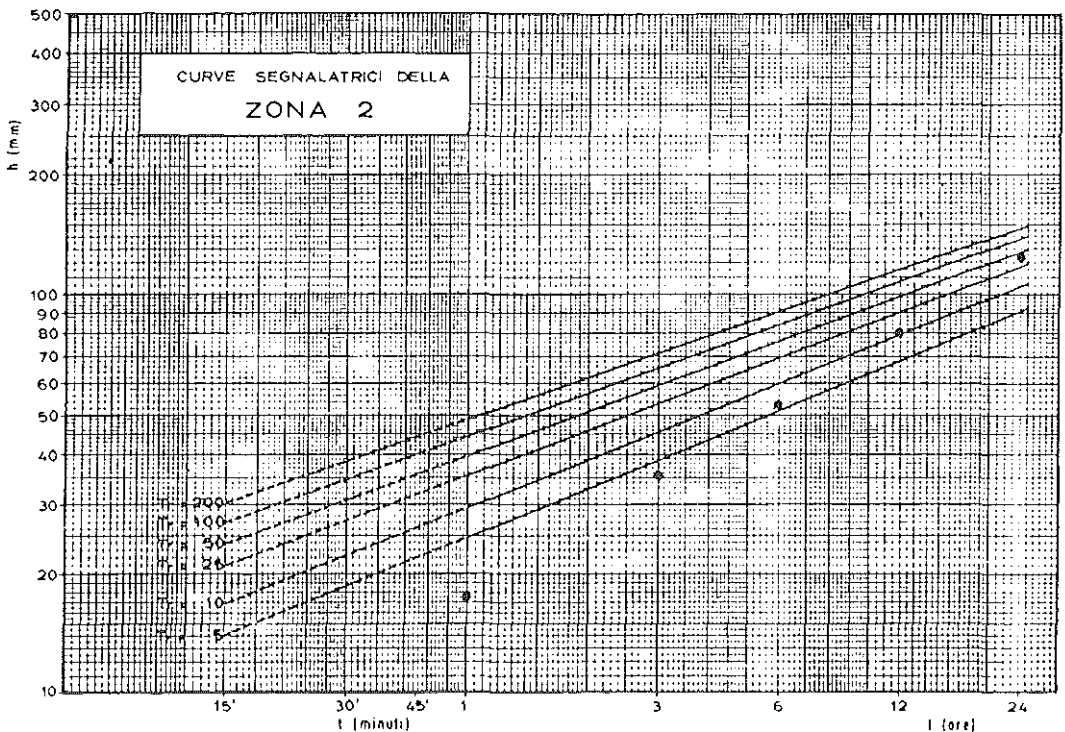


Figura 4 - Confronto dell'intensità massime delle precipitazioni di luglio in Val Rendena con le curve segnalatrici proposte per il Trentino da Della Lucia, Fattorelli, Provasi (1976).

Tabella 4 – Le massime intensità delle precipitazioni di 1, 3, 6 e 12 ore e il periodo in cui si sono verificate.

	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
Campo Carlomagno	11,8	4- 5	27,4	14-17	46,0	13-19	58,0	7-19	94,2	20-20
S. Antonio di Mav.	15,6	16-17	29,8	14-17	53,0	13-19	80,2	5-17	123,6	20-20
Pinzolo	17,4	16-17	35,4	15-18	43,6	14-20	61,3	7-19	101,0	18-18
Val di Genova	14,6	17-18	27,0	16-19	43,0	15-21	61,0	7-19	88,6	21-21
Tione	12,0	4- 5	19,2	4- 7	26,6	3- 9	41,8	26-38	60,6	9-33

Tabella 5 – Le portate di picco, assolute e unitarie, registrate nelle 4 stazioni di misura delle portate.

	km ²	18 luglio		24 agosto	
		portata mc/s	unit.	portata mc/s	unit.
Sarca a Ponte delle Seghe	24,63	17,9	0,74	6,0	0,24
Sarca a Ponte Piazza	68,8	35,0	0,51	20,8	0,30
Sarca di Nambrone	21,2	39,4	1,86	38,5	1,82
Rabbies a S. Bernardo	106,16	-	-	28,9	0,27

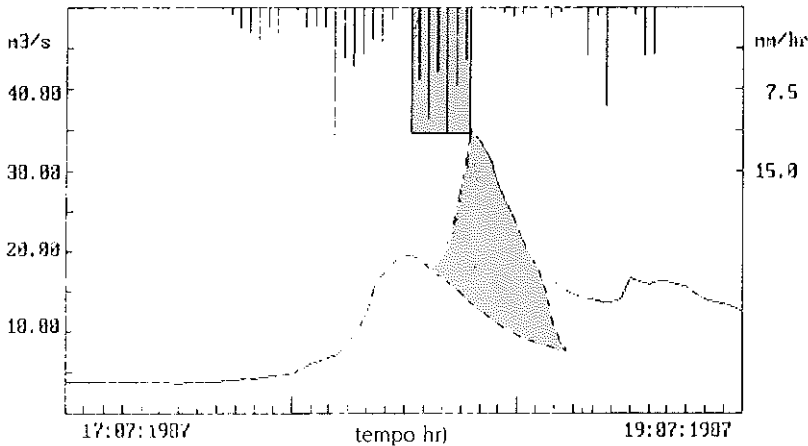


Figura 5 – Precipitazioni e portate della piena di luglio alla stazione di Ponte Piazza.

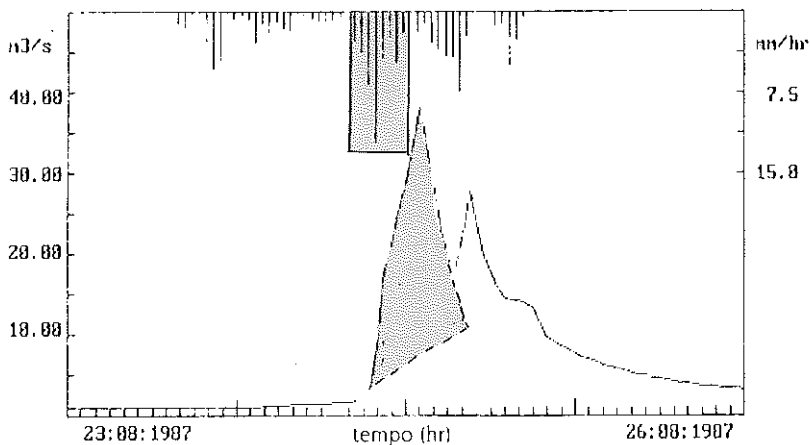


Figura 6 – Precipitazioni e portate della piena di agosto alla stazione di Pian Nambron.

Tabella 6 – Coefficienti di deflusso per l'intera precipitazione e per la sua parte più intensa per le 7 piene analizzate.

	18 luglio						24 agosto					
	durata h	P mm	c	durata h	P mm	c	durata h	P mm	c	durata h	P mm	c
Sarca a Ponte delle Seghe	92	126	0,45	6	46	0,21	96	111	0,24	3	28	0,08
Sarca a Ponte Piazza	94	126	0,32	6	46	0,14	96	111	0,33	3	28	0,08
Sarca di Nambrone	72	142	0,84	5	49	0,38	96	111	0,94	8	45	0,79
Rabbies a S. Bernardo	-	-	-	-	-	-	96	106	0,19	3	28	0,09

più intensa della precipitazione, sulla base di una stima grafica dell'andamento dei deflussi ipodermici e della parte precedente dell'idrogramma (vedi gli esempi delle Fig. 5 e 6): si tratta certamente di un procedimento grossolano, che può dare solo dei dati orientativi. I risultati, riassunti nella Tab. 6, mettono in evidenza la non rappresentatività delle precipitazioni mediate per la stazione di Nambrone; per le altre stazioni, per le quali i valori numerici appaiono più plausibili, la forma degli idrogrammi e i valori del coefficiente di deflusso c indicano chiaramente come il valore che quest'ultimo assume, per l'intero evento e per le precipitazioni parziali all'interno di uno stesso evento, dipende fortemente dal momento in cui si verifica la precipitazione. Fatto facilmente spiegabile con la grande influenza sulla formazione dei deflussi superficiali dello stato di saturazione del terreno nel momento in cui si verifica la precipitazione.

La simulazione con il metodo del Curve Number del Soil Conservation Service

Le 7 piene sono state simulate utilizzando il metodo del Curve Number del S.C.S., descritto da Ca' Zorzi (1983), per il calcolo del deflusso superficiale utilizzando l'idrogramma unitario di Clark per la definizione degli idrogrammi. I risultati sono riassunti nella Tab. 7, mentre le Fig. 7 e 8 mostrano le portate registrate e simulate per le piene di luglio e di agosto a Ponte delle Seghe.

Il metodo, tenendo conto dello stato di saturazione del terreno ad ogni intervallo di calcolo (in questo caso 1 ora) nella determinazione del deflusso superficiale, permette una buona simulazione delle piene e i valori dei parametri impiegati sembrano, con l'eccezione del bacino di

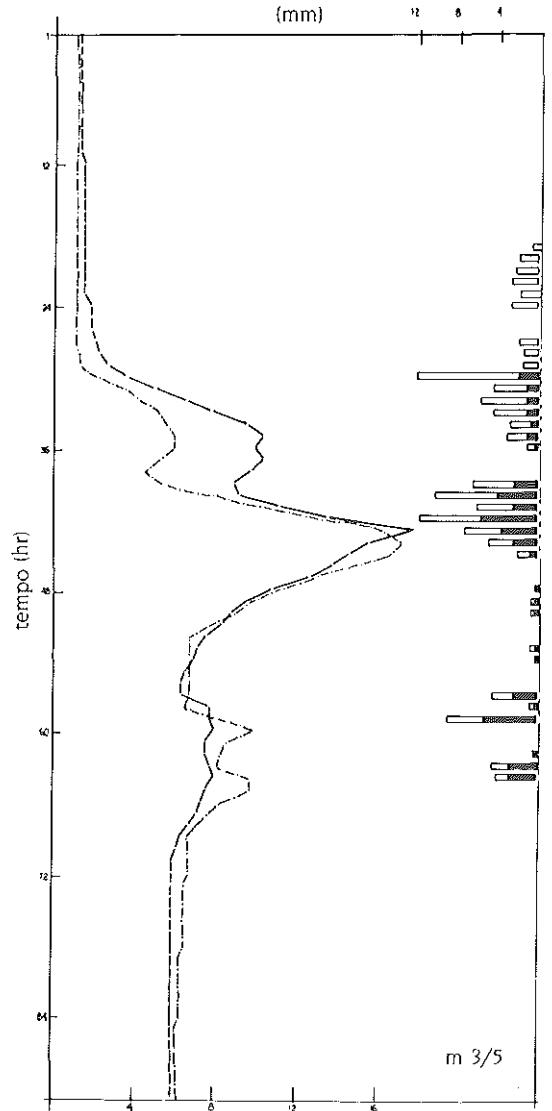


Figura 7 – Precipitazioni e deflusso superficiale (in alto); portate registrate (linea continua) e simulate (tratteggiata) per la piena di luglio a Ponte delle Seghe.

Tabella 7 – Numero di Curva (CN), perdite iniziali (IA), tempo di corrivazione (Tc) e coefficiente dell'idrogramma unitario di Clark (R), valori registrati e simulati delle portate di picco (Qmax) e totali (Qtot), tempo della portata di picco (Tpic) per le 7 piene analizzate.

	Tc	R	18 luglio								24 agosto							
			CN	IA	Qmax		Qtot		Tpic		CN	IA	Qmax		Qtot		Tpic	
					mm	reg	sim	reg	sim	reg			sim	mm	reg	sim	reg	sim
Ponte delle Seghe	1,06	6,0	58	7	18	17	588	558	42	43	40	15	6	7	248	232	60	57
Ponte Piazza	1,06	6,7	48	7	36	35	1251	1197	42	43	48	7	21	26	953	856	58	58
Sarca di Nambrone	2,0	3,5	90	15	39	43	1214	1064	43	43	98	5	39	30	710	823	49	46
Rabbies S. Bernardo	1,45	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	35	10	29	30	912	954	46	46

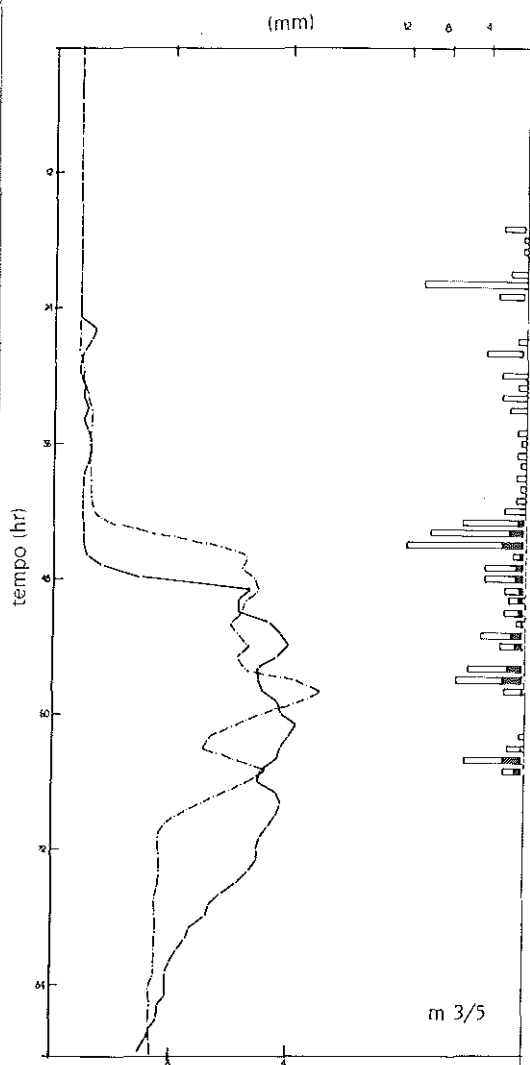


Figura 8 – Precipitazioni e deflusso superficiale, portate registrate (linea continua) e simulate (tratteggiata) per la piena di agosto a Ponte delle Seghe.

Nambrone per il quale le piogge registrate non sono rappresentative di quelle reali, in un ambito di accettabilità. Anche il campo di variazione del CN per le 2 piene di luglio e di agosto, che hanno avuto un andamento e una portata massima molto diversi, rientra in un ambito di plausibilità.

Conclusioni

Anche queste pochissime applicazioni mettono comunque in luce la forte individualità dei singoli bacini, effetto della risultante di complesse condizioni morfologiche, geologiche e vegetazionali che il metodo, esprimendole in un numero, può cogliere solo molto parzialmente.

A questo si aggiunge la semplificazione di estrapolare una precipitazione puntuale ad un bacino morfologicamente complesso, nel quale inoltre può avere grande importanza l'andamento termico, prima e durante le precipitazioni.

Con tutte queste – e altre limitazioni – il metodo del S.C.S. può essere interessante nel comparare piene diverse e nel fornire indicazioni sugli effetti di piogge di una certa intensità. Certamente si tratta per ora solo di primissime indicazioni, che dovranno essere confortate da numerose applicazioni, con analisi di piene diverse per durata, intensità ed evoluzione allo scopo di verificare il campo di variazione dei parametri.

dott. Francesco Dellagiacomà

Azienda Speciale di
Sistemazione Montana
Provincia Autonoma di Trento

BIBLIOGRAFIA

Buffa F., Dellagiacomina F.: *Einige hydrologische Daten über die Hochwasser vom 1987 in Trentino*. Postersession Interpraevent 1988.

Ca' Zorzi F.: *Indagine sul metodo dell'idrogramma unitario del SCS*. Idronomia Montana n. 3, 1983.

Della Lucia R., Fattorelli S., Provasi C.: *Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino*. Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, 1976.

Di Silvio G.: *Conseguenze e cause del sovralluvionamento nei corsi d'acqua montani*. Relazione presentata al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle catastrofi idrogeologiche Seduta di Trento, 10.6.1988.

Götz A., Petrascheck A., Zeller J.: *Vorläufige Analyse der Elementarkatastrophe des Jahres 1987 in*

der Schweiz. Österreichische Wasserwirtschaft 5-6/1988.

Govi M.: *Hochwasser und bergstürze im Vellin im Juli 1987*. Österreichische Wasserwirtschaft 5-6/1988.

Hanusek E.: *Die Hochwasser- und Murkatastrophen im Stubai- und Ötztal im Sommer 1987*. Österreichische Forstzeitung 1/1988.

Kravogel A.: *Vorläufige Analyse der Hochwassereignisse des Jahres 1987*. Österreichische Wasserwirtschaft 5/6, 1988.

Meunier M.: *La catastrophe du Grand Bornard: crue torrentielle du Borne le 14 juillet 1987*. Interpraevent 1988 Bd 5.

Steinacker R.: *Die alpinen Hochwasserereignisse des Sommers 1987 und ihre meteorologischen Rahmenbedingungen*. Österreichische Wasserwirtschaft 5-6/1988.
