

Guido Nigrelli – [www.naturaweb.net](http://www.naturaweb.net)

## **Sugli eventi pluviometrici di più giorni consecutivi in ambiente alpino**

(breve nota del 2 gennaio 2011)

1. Introduzione
2. Perché studiare gli eventi pluviometrici
3. Alcuni esempi applicativi
4. Conclusioni
5. Bibliografia

### **1. Introduzione**

Il clima della regione alpina è molto complesso. Questa complessità è principalmente dovuta all'interazione fra i sistemi montuosi e la circolazione generale dell'atmosfera (Barry, 2008; Beninston, 2005). Sotto l'aspetto meteorologico, l'arco alpino è posizionato in un'area di scontro fra masse d'aria polari e tropicali. In particolare vi è una situazione che si interpone tra quella fredda subpolare, quella calda mediterranea e tra il clima umido marittimo dell'ovest e quello continentale secco o peridesertico dell'est (Fig. 1). La complessa configurazione meteorologica unita alle particolari condizioni geografiche (latitudine, altitudine, esposizione, ecc.), fanno della regione alpina una regione caratterizzata dalla presenza di tipi climatici diversi, anche in brevissimo spazio (Pinna, 1977).

Lo studio delle piogge in ambiente alpino risulta dunque di non facile esecuzione, anche tenuto conto del fatto che spesso i dati a disposizione non sempre sono di buona qualità.

La necessità di ottenere informazioni dettagliate sugli apporti idrici di natura meteorica che cadono in un bacino montano, costituisce un'esigenza sempre più sentita e diversificata: la gestione delle risorse idriche per uso alimentare, la costruzione di invasi artificiali per scopi idroelettrici, irrigui e sciistici, la pianificazione territoriale, il turismo, i cambiamenti climatici, la pericolosità ed il rischio geo-idrologico, costituiscono i

principali risvolti applicativi di questi studi. A proposito di pericolosità e di rischio geo-idrologico, non bisogna dimenticare che le piogge costituiscono la principale causa dei processi di instabilità naturale. In ambiente alpino, tali processi vengono suddivisi fra quelli che interessano i versanti (dinamica di versante) e quelli che si manifestano nei fondivalle e lungo le aste fluviali (dinamica fluviale): fra processi di instabilità naturale che interessano i versanti, i più importanti sono le frane di vario tipo, i colamenti superficiali e le colate di detrito; fra quelli che si manifestano nei fondivalle e lungo le aste fluviali i principali sono le piene, le esondazioni, gli alluvionamenti e le erosioni di vario tipo. Il danno economico e sociale causato da questi processi è enorme (Luino, 2005).

Complessità del clima alpino ed esigenze di conoscenza diverse, costituiscono un binomio stimolante per approfondire gli studi pluviometrici prendendo in considerazione metodologie diverse, a supporto di quelle tradizionalmente utilizzate.



Figura 1 – Il sistema montuoso alpino fotografato dal satellite Terra Modis il 19.09.2003 (fonte <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>, accesso 25.09.2008).

## 2. Perché studiare gli eventi pluviometrici

Le grandezze pluviometriche che solitamente vengono prese in considerazione durante lo svolgimento di studi con finalità meteo-idrologiche, sono i massimi ed i totali delle altezze di pioggia (annuali, stagionali o mensili), le precipitazioni di notevole intensità e breve durata, le precipitazioni massime di più giorni consecutivi e quelle di massima intensità osservate ad intervalli temporali diversi (minuti, ore, giorni). Per alcuni di questi parametri i dati possono provenire anche da eventi diversi, facciamo un esempio: per le precipitazioni massime di più giorni consecutivi risulta necessario conoscere l'entità delle piogge massime, quindi gli apporti idrici relativi ad ogni classe (1-5 gg consecutivi) vengono sistemati in ordine decrescente. Così facendo è possibile che i valori relativi ad ogni classe (es. 1, 2, 3, 4 e 5 gg) e corrispondenti ad ogni posizione nell'ambito di ogni classe (es. 1° posizione, 2° posizione, ecc.) non appartengano allo stesso evento pluviometrico (Fig. 2).

Tabella IV - Massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi

Anno 1994

BACINO E STAZIONE	NUMERO DEI GIORNI DEL PERIODO														
	1		2			3			4			5			
	mm.	data	mm.	dal	al	mm.	dal	al	mm.	dal	al	mm.	dal	al	
Acceglio Saretto	76.2	5 Nov.	146.0	7 Gen.	8 Gen.	168.6	7 Gen.	9 Gen.	176.0	6 Gen.	9 Gen.	197.8	7 Gen.	11 Gen.	
Gran Pianasso	58.4	6 Nov.	102.0	5 Nov.	6 Nov.	114.2	4 Nov.	6 Nov.	138.0	7 Gen.	10 Gen.	165.4	7 Gen.	11 Gen.	
Stropo	57.0	24 Set.	82.3	5 Nov.	6 Nov.	99.8	5 Nov.	7 Nov.	109.5	4 Nov.	7 Nov.	117.4	4 Nov.	8 Nov.	
Combamala	50.2	6 Nov.	75.6	5 Nov.	6 Nov.	92.4	11 Giu.	13 Giu.	104.4	5 Nov.	8 Nov.	112.4	4 Nov.	8 Nov.	
S. Damiano Macra	41.2	7 Gen.	64.6	5 Nov.	6 Nov.	79.2	11 Giu.	13 Giu.	88.8	10 Giu.	13 Giu.	89.2	10 Giu.	14 Giu.	
Monterosso (Grana)	68.2	12 Giu.	93.8	11 Giu.	12 Giu.	115.6	11 Giu.	13 Giu.	131.6	10 Giu.	13 Giu.	133.2	9 Giu.	13 Giu.	
Caraglio (Grana)	78.0	24 Ott.	92.2	4 Feb.	5 Feb.	105.2	4 Feb.	6 Feb.	116.0	5 Nov.	8 Nov.	130.0	5 Nov.	9 Nov.	
Racconigi (Grana)	76.0	6 Nov.	113.0	5 Nov.	6 Nov.	127.6	5 Nov.	7 Nov.	137.4	4 Nov.	7 Nov.	145.2	3 Nov.	7 Nov.	
<b>PO</b>															
Lombriasco	46.8	17 Apr.	76.0	18 Mag.	19 Mag.	80.0	17 Mag.	19 Mag.	82.8	17 Mag.	20 Mag.	85.8	14 Mag.	18 Mag.	
Pinerolo (Lemina)	141.0	5 Nov.	224.0	4 Nov.	5 Nov.	274.0	4 Nov.	6 Nov.	304.0	3 Nov.	6 Nov.	321.0	3 Nov.	7 Nov.	
Cumiana - Bivio (Chisola)	46.8	24 Set.	70.6	18 Mag.	19 Mag.	82.0	22 Set.	24 Set.	86.4	12 Mag.	15 Mag.	88.4	22 Set.	26 Set.	
Moncalieri	100.8	6 Nov.	141.8	5 Nov.	6 Nov.	173.2	5 Nov.	7 Nov.	185.2	4 Nov.	7 Nov.	193.2	3 Nov.	7 Nov.	
Torino - Ufficio Idrografico	115.6	6 Nov.	178.2	5 Nov.	6 Nov.	210.8	5 Nov.	7 Nov.	228.4	4 Nov.	7 Nov.	237.6	3 Nov.	7 Nov.	
Chivasso - C. le Cimena	109.4	6 Nov.	160.6	5 Nov.	6 Nov.	182.8	5 Nov.	7 Nov.	204.4	4 Nov.	7 Nov.	210.4	3 Nov.	7 Nov.	
Mombello Monferrato (Stura)	82.0	19 Mag.	84.2	18 Mag.	19 Mag.	94.6	5 Nov.	7 Nov.	97.8	5 Nov.	8 Nov.	110.8	23 Set.	27 Set.	
Casale Monferrato - Ist. Piopp.	42.2	10 Lug.	63.6	3 Apr.	4 Apr.	64.8	3 Apr.	5 Apr.	70.2	3 Apr.	6 Apr.	70.4	2 Apr.	6 Apr.	

Figura 2 – Stralcio di annale idrologico dove sono riportati i valori delle massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi (SIMN-UIPO, 1994).

L'esame delle precipitazioni massime di più giorni consecutivi, cioè lo studio di quegli eventi non di tipo temporalesco ma caratterizzati da un'abbondante apporto idrico unito ad una caduta al suolo sempre

protratta per più giorni consecutivi, è molto importante nel caso in cui si vogliano acquisire informazioni di tipo quantitativo sulle piogge. Queste informazioni, risultano di fondamentale importanza per lo svolgimento di studi e ricerche a finalità idrologiche ed idrogeologiche e diventano indispensabili qualora si debbano programmare interventi in caso di emergenza o per scopi di protezione civile. Dai dati elaborati vengono costruite le curve d'inviluppo e le curve di ricorrenza delle precipitazioni massime, che mettono in evidenza gli apporti pluviometrici reali di più giorni e quantificano statisticamente quelli possibili, nonché il tempo di ritorno degli stessi.

Per approfondire le conoscenze sugli aspetti pluviometrici in ambiente alpino (ma non solo) ed ottenere un quadro più corrispondente alla realtà pluviometrica di un luogo, è importante valutare non solamente quanto piove, ma anche come piove. Per questo, si è pensato di adottare una metodologia alternativa, ad integrazione e supporto di quelle già esistenti. Questa metodologia considera l'evento pluviometrico una variabile meteo-climatica definita e lo identifica come quell'intervallo di tempo piovoso avente per unità il giorno, preceduto e succeduto da almeno un unità in cui non si sono registrate piogge. Secondo la World Meteorological Organization viene considerato giorno piovoso quel giorno in cui l'altezza di pioggia è stata  $> 1$  mm (WMO, 2009). Una dettagliata analisi sull'importanza e sul significato degli eventi pluviometrici è riportata in Dunkerley, 2008a e 2008b.

Si è scelto l'evento pluviometrico poiché è l'evento per intero che più di ogni altro parametro pluviometrico agisce direttamente sul modellamento del paesaggio fisico e a seconda della durata ( $n$  di giorni), dell'apporto idrico totale ( $R_{tot}$ ), dell'apporto idrico del giorno di picco ( $R_{max}$ ), della pioggia pregressa e del periodo stagionale in cui si manifesta, può agire da elemento positivo o negativo per l'ambiente e il territorio. In generale è possibile osservare che, a parità di  $R_{tot}$ , eventi pluviometrici con  $R_{max}$  elevati avranno un'incisività maggiore sull'ambiente ed il territorio rispetto a quelli con  $R_{max}$  minore. Similmente, a parità di  $R_{tot}$ , eventi con un  $n$  di giorni maggiore saranno meno significativi di quelli con meno giorni poiché l'intensità degli apporti meteorici sarà minore. Queste ed altre considerazioni che sembrano quasi scontate non possono essere quantificate mediante gli approcci tradizionali, da qui l'importanza di condurre studi prendendo in considerazione gli eventi pluviometrici come variabile meteo-climatica definita.

Al fine di illustrare con maggior chiarezza gli aspetti teorici sin qui descritti, si riporta una comparazione fra i dati delle massime precipitazioni di più giorni consecutivi e quelli dell'evento pluviometrico considerato per intero. L'esempio viene svolto prendendo come riferimento due eventi meteorologici: l'evento meteorologico

del maggio 2008 e quello dell'ottobre 2000 avvenuti in Piemonte. L'areale di riferimento è il bacino idrografico del Torrente Germanasca (Provincia di Torino) e le stazioni prese in esame sono descritte in Figura 3.



Figura 3 – Stazioni utilizzate (ARPA Piemonte):  
 in alto a sinistra la stazione meteorologica di  
 Massello (quota 1388 m s.l.m.; ubicazione  
 UTM-WGS84, 4980319N, 347375E), in alto a  
 destra la stazione meteo-idrologica di Perrero  
 Germanasca (quota 662 m s.l.m.; quota zero  
 idrometrico, 649,190 m s.l.m., ubicazione  
 4978654N, 355064E), in basso a sinistra la  
 stazione meteorologica di Prali (quota 1385 m  
 s.l.m.; ubicazione 4974207N, 346645E).

Analizzando i dati riportati in Tabella 1, è possibile osservare come vi sia una sostanziale differenza fra le altezze di pioggia totale dell'evento pluviometrico e quelle calcolate facendo la somma dei 5 giorni più piovosi. Le differenze riscontrate fra i dati del 2008 e quelli del 2000 sono invece evidenti, mentre una relativa uniformità si evidenzia fra i dati dello stesso anno, acquisiti dalle tre differenti stazioni. Questa

comparazione deve tenere conto del fatto che ci troviamo a confrontare eventi che meteorologicamente si sono evoluti in modo diverso ed in periodi stagionali altrettanto differenti. La tarda primavera e l'autunno sono per l'arco alpino i periodi di maggiore piovosità, ma questa piovosità scaturisce da configurazioni bariche differenti anche se spesso tale differenza non è molto evidente. Quello che si vuole evidenziare in questa nota non è il confronto fra eventi diversi, bensì il confronto fra metodologie diverse e cioè come utilizzando dati elaborati in un certo modo (evento pluviometrico) rispetto ad altri elaborati in un altro modo (somma dei 5 giorni consecutivi più piovosi) si possono evidenziare sostanziali differenze quantitative. Queste differenze non sono costanti nei valori quantitativi se si confrontano eventi diversi, come detto, ma ciò che importa è come la quantità di pioggia possa variare se prendiamo in considerazioni gli apporti pluviometrici dell'evento nella sua interezza rispetto alla semplice somma dei 5 giorni più piovosi.

Tabella 1 – Comparazione fra dati provenienti da eventi pluviometrici e dati provenienti dalle massime precipitazioni di più giorni consecutivi, durante gli eventi meteorologici del maggio 2008 e dell'ottobre 2000, per le stazioni di Massello, Perrero e Praly. Dati espressi in mm di altezza di pioggia (Ptot, pioggia totale riferita all'evento pluviometrico; Pmax, pioggia totale del giorno più piovoso riferita all'evento pluviometrico; Ptot-5gg, differenza fra la pioggia totale di evento e quella ricavata dalla somma dei 5 giorni più piovosi dell'evento. Fonte dei dati ARPA Piemonte 2008.

2008				2000			
evento pluvio	Massello	Perrero	Praly	evento pluvio	Massello	Perrero	Praly
24/05/08	22,6	11,2	17,0	10/10/00	1,4	1,8	2,2
25/05/08	23,2	21,4	16,6	11/10/00	0,8	7,4	2,4
26/05/08	34,8	37,2	24,2	12/10/00	13,0	1,8	14,6
27/05/08	81,2	25,0	54,4	13/10/00	12,4	29,8	10,4
28/05/08	34,8	38,6	29,2	14/10/00	101,2	190,6	69,8
29/05/08	196,2	92,2	218,8	15/10/00	188,4	146,6	220,2
30/05/08	24,6	30,6	28,4	16/10/00	99,0	35,2	162,2
31/05/08	0,6		0,6	17/10/00	13,2	1,6	6,4
Ptot	418,0	256,2	389,2	Ptot	429,4	414,8	488,2
Pmax	196,2	92,2	218,8	Pmax	188,4	190,6	220,2
curva inv.				curva inv.			
1 giorno	196,2	92,2	218,8	1 giorno	188,4	190,6	220,2
2 giorni	231,0	130,8	248,0	2 giorni	289,6	337,2	382,4
3 giorni	312,2	161,4	302,4	3 giorni	388,6	372,4	452,2
4 giorni	347,0	193,0	326,6	4 giorni	401,8	402,2	462,6
5 giorni	371,6	223,6	355,0	5 giorni	414,2	404,0	477,2
Ptot-5 gg	46,4	32,6	34,2	Ptot-5 gg	15,2	10,8	11,0

Per l'evento meteorologico del maggio 2008, le differenze "Ptot-5gg" non sono di poco conto se consideriamo che i circa 40 mm/giorno di pioggia sono distribuiti in circa 48 ore. Questo evento si considera terminato il 30 maggio poiché gli apporti del giorno successivo non sono superiori al mm di pioggia. Altri eventi dimostrano che la durata delle piogge consecutive può prolungarsi anche sino a 10-15 giorni.

A dare concretezza al metodo che si basa sull'utilizzo degli eventi pluviometrici come variabile meteorologica definita vi sono anche gli aspetti legati all'analisi storica dei dati. Infatti, se per una data stazione pluviometrica, consideriamo la serie di tutti gli eventi pluviometrici osservati nell'arco di un periodo temporale discretamente lungo (almeno 30-50 anni), possiamo ottenere importanti informazioni su "come piove" e non solamente su "quanto piove". I risvolti applicativi di queste informazioni sono molti, soprattutto quelli inerenti la protezione geo-idrologica, la pianificazione territoriale, la gestione delle emergenze e la protezione civile.

Per questo bacino recenti studi hanno evidenziato la presenza di tipologie di eventi predominanti, provocati da situazioni bariche ben definite. Dai dati elaborati emerge che l'evento pluviometrico più ricorrente è caratterizzato da una durata media variabile fra 3 e 5 giorni, con il giorno di picco fra il 2° ed il 4°. Gli eventi pluviometrici definiti estremi ( $P_{tot} > 250$  mm) durano in media 8 giorni (var. 2,052; c.v. 0,27; n 23) ed hanno il picco più frequente il 4° giorno (39%). Le stagioni principali in cui essi si manifestano sono la primavera (43%) e l'autunno (39%). Le configurazioni meteorologiche più ricorrenti per il verificarsi di eventi estremi sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee, centrate su Corsica-Sardegna (la più frequente, 35%), Baleari-Spagna e sul Golfo del Leone. Anche in altri bacini idrografici del settore occidentale alpino è emersa la predominanza di tipologie di eventi pluviometrici su altre (lavoro al punto 4 dell'elenco riportato nel paragrafo successivo).

### 3. Alcuni esempi applicativi

Per approfondire l'argomento - anche per quanto riguarda gli aspetti metodologici e bibliografici - si rimanda ad altri lavori pubblicati e consultabili su questo sito alla pagina "Attività". I titoli dei lavori utili sono i seguenti:

1. The May 2008 extreme rain event in the Germanasca Valley (Italian Western Alps): processes and effects observed along the hydrographic network and valley slopes
2. Climate change and floods risk mitigation in alpine river basins: an integrated study approach combining historical information and hydroclimatic data
3. Caratterizzazione meteo-climatica degli eventi pluviometrici in ambiente alpino: metodologia e primi risultati
4. Bacino idrografico del Torrente Orco: analisi integrata evento-fenomeno-danno
5. Analysis and characteristics of pluviometric events in the Germanasca Valley (Italian Western Alps)
6. Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Valle Orco (Piemonte)
7. Studio delle condizioni pluviometriche del bacino idrografico del Torrente Germanasca (Piemonte)

### 4. Conclusioni

Approfondire gli studi sulle piogge prendendo in considerazione metodologie diverse, a supporto di quelle tradizionalmente utilizzate, consente di espandere il livello di conoscenza su quelli che sono gli aspetti pluviometrici ma anche climatici ed idrologici dell'area indagata.

Considerare l'evento pluviometrico come una variabile meteo-climatica definita, se da un lato introduce maggiori difficoltà di elaborazione, dall'altro offre la possibilità di conoscere non solamente quanto piove ma anche come piove.

La necessità di ottenere informazioni dettagliate sugli apporti idrici di natura meteorica che cadono in un bacino montano, costituisce un'esigenza sempre più sentita e diversificata, anche in un'ottica di climate change.

Dopo le indagini in Val Germanasca, Valle Orco e bacino del Toce, gli studi sugli eventi pluviometrici procedono in modo sistematico analizzando altri bacini idrografici alpini.

## 5. Bibliografia

1. ARPA PIEMONTE (2008) – *Banca dati meteorologica*. Available at <http://www.arpa.piemonte.it/> [accessed 8 October 2010].
2. BARRY R.G. (2008) – *Mountain Weather and Climate*. Third Edition, Cambridge University Press, New York, 506 pp.
3. BENINSTON M. (2005) – *Mountain Climates and Climatic Change: An Overview of Processes Focusing on the European Alps*. *Pure & Applied Geophysics*, 162, 1587–1606.
4. DUNKERLEY D. (2008a) – *Rain event properties in nature and in rainfall simulation experiments: a comparative review with recommendations for increasingly systematic study and reporting*. *Hydrological Processes*, 22, 22, 4415-4435.
5. DUNKERLEY D. (2008b) – *Identifying individual rain events from pluviograph records: a review with analysis of data from an Australian dryland site*. *Hydrological Processes*, 22, 26, 5024-5036.
6. LUINO F. (2005) – *Sequence of instability processes triggered by heavy rainfall in the northern Italy*. *Geomorphology*, 66 (1-4), 13-39.
7. PINNA M. (1977) – *Climatologia*. UTET, Torino, 442 pp.
8. SIMN-UIPO (1994) – *Annali Idrologici. Parti Prima, Seconda, Elaborazioni e Studi*. Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, Roma.
9. WMO (2009) – *Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*. World Meteorological Organization, World Climate Data and Monitoring Programme, WCDMP Series, Report No. 72, WMO/TD-No. 1500, Geneva, 52 pp.

<<< >>>