

# Caratterizzazione meteo-climatica degli eventi pluviometrici in ambiente alpino: metodologia e primi risultati

G. Nigrelli

*Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, CNR, Torino, Italia*  
guido.nigrelli@irpi.cnr.it

**SOMMARIO:** Nel corso degli ultimi 130 anni, il clima italiano è diventato più caldo e asciutto. Il clima sta cambiando anche in ambiente alpino, ma mentre le temperature sono in chiaro aumento, le precipitazioni assumono andamenti contrastanti e non ben delineati. L'intensità dei fenomeni di piena sta invece aumentando in maniera preoccupante, spesso a causa di una non adeguata pianificazione del territorio. Al fine di contribuire allo sviluppo delle conoscenze in materia di *Climate change* e di rischio idraulico in ambiente alpino, sono iniziati degli studi mirati alla caratterizzazione meteo-climatica degli eventi pluviometrici a scala di bacino. Per tali studi si è considerato l'evento pluviometrico come variabile definita. Per ogni bacino esaminato, si sono evidenziate tipologie di eventi predominanti determinate da configurazioni bariche definite, ma anche per questo parametro, gli andamenti sono ancora discordanti. Gli studi proseguono in modo sistematico, interessando alcuni bacini idrografici del settore occidentale alpino.

## 1 IL PROBLEMA SCIENTIFICO

### *1.1 Climate change e rischio idraulico in ambiente alpino*

Nel corso degli ultimi 130 anni, il clima italiano è diventato più caldo e asciutto. Al nord, negli ultimi 50 anni, si è osservato un aumento dell'intensità delle precipitazioni ed una diminuzione degli eventi con scarsi apporti (Buffoni et al. 2003). Gli andamenti annuale e stagionale delle piogge totali mensili, periodo 1865-2003, hanno evidenziato *trends* generalmente negativi, ma raramente significativi (Brunetti et al. 2006). Il clima sta cambiando anche in ambiente alpino. Le temperature medie estive, invernali ed annuali, sono in chiaro aumento. Dal 1850 al 1980 le aree glaciali sono diminuite di un terzo e la calda estate del 2003 ha ridotto ulteriormente di circa il 10% questa importante risorsa naturale (E.E.A. 2004), lo stesso anno è risultato il più caldo dal 1500 (Casty et al. 2005). Le precipitazioni sembrano assumere caratteristiche diverse rispetto al recente passato, diventando più intense e più pericolose, anche se per que-

sto parametro, gli andamenti sono ancora contrastanti (Schmidli et al. 2002). Nei bacini alpini, l'intensità dei fenomeni di piena sta aumentando in maniera preoccupante ed il rischio idro-geologico è spesso accentuato a causa di una non adeguata pianificazione del territorio.

L'IRPI di Torino da più di 35 anni studia l'ambiente alpino, con particolare riferimento ai principali fenomeni franosi, di piena ed alluvionali avvenuti nel corso degli ultimi tre secoli. Per tale attività sono stati pubblicati più di 500 lavori (Tropeano et al. 2004). Per quanto riguarda i numerosi fenomeni di piena ed alluvionali catalogati, è emerso come, all'interno di un bacino alpino, le zone a più elevato grado di pericolosità e rischio siano sempre le stesse - con variazioni dell'area coinvolta in relazione alla magnitudine dell'evento - e come, in molti casi il periodo in cui questi fenomeni si manifestano con più frequenza sia anch'esso ben individuato. Al fine di contribuire allo sviluppo delle conoscenze in materia di rischio idraulico e di *Climate change* in ambiente alpino, sono inizia-

ti degli studi mirati alla caratterizzazione meteo-climatica degli eventi pluviometrici a scala di bacino.

### 1.2 Perché studiare gli eventi pluviometrici

Le grandezze pluviometriche che solitamente vengono prese in considerazione nel campo dell'idrologia, 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 di una o più ore consecutive. A questo proposito è utile ricordare che per gli ultimi tre parametri citati è possibile che i dati provengano da eventi diversi. Per effettuare studi rivolti alla mitigazione del rischio idraulico ed all'approfondimento delle conoscenze in materia di *Climate change*, è a nostro avviso importante valutare non solamente quanto ma anche come piove. Per questi fini può essere utile considerare l'evento pluviometrico come una variabile meteo-climatica definita. Infatti, è l'evento pluviometrico che agisce direttamente sul modellamento del paesaggio fisico e a seconda dell'apporto idrico totale, dell'apporto idrico di picco, della modalità e del periodo stagionale in cui si manifesta, può innescare fenomeni di piena o alluvionali dalle conseguenze ormai note.

L'esistenza di una scarsa correlazione in termini quantitativi fra altezze di pioggia totali ed eventi di piena indica che, soprattutto nei bacini montani, la "risposta" del territorio alle piogge non è sempre la stessa, dipendendo da un elevato numero di variabili, che di volta in volta si manifestano ed interagiscono in modo diverso. Questa complessa situazione suggerisce l'approfondimento delle indagini in materia di pluviometria considerando altre variabili. Analizzando la serie storica degli eventi pluviometrici che sono avvenuti all'interno di un bacino alpino, è possibile individuare le tipologie più frequenti, correlarle ai fenomeni di piena ed ai danni da essi causati, al fine di aumentare e migliorare gli strumenti necessari per una più adeguata pianificazione territoriale (Lollino et al. 2005).

## 2 ATTIVITÀ DI RICERCA

### 2.1 Metodologia di studio

La metodologia applicata in questi studi, prende spunto dai concetti della moderna climatologia, integrando i dati osservazionali con quelli meteorologici relativi alla circolazione dell'atmosfera. Agendo in tal modo, il climatologo ottiene una visione più ampia dei processi e delle interazioni che regolano gli elementi del clima per l'area geografica di interesse.

L'analisi meteo-climatica degli eventi pluviometrici inizia con l'individuazione all'interno di ogni bacino idrografico delle stazioni maggiormente rappresentative per numero di anni di funzionamento, qualità dei dati e posizione geografica (per i nostri studi si è considerato: giorno piovoso, il giorno in cui è stata misurata un'altezza di pioggia uguale o superiore a 0,2 mm; evento pluviometrico, uno o più giorni consecutivi di pioggia, preceduti e seguiti da almeno un valore nullo; giorno di picco, il giorno di un evento in cui è caduta la maggior quantità d'acqua; evento pluviometrico estremo, un evento in cui l'altezza di pioggia totale è risultata superiore ad un prefissato valore di riferimento, calcolato in relazione alle caratteristiche idro-morfologiche del bacino). I dati delle altezze di pioggia giornaliere rilevati da ogni stazione, vengono inseriti in un database, dal quale viene estratta mediante apposita elaborazione la serie storica di tutti gli eventi pluviometrici. Di tale parametro, in base alla pioggia totale ed alla pioggia di picco, si determinano successivamente le tipologie più ricorrenti per: frequenza in funzione della durata, frequenza in relazione al giorno di picco, frequenza e distribuzione stagionale. Per gli eventi pluviometrici estremi e per quelli che hanno causato piene e alluvioni, viene individuato il tipo isobarico responsabile, il relativo centro depressionario ed osservata l'evoluzione spaziale e temporale del fenomeno (dati utilizzati ECMWF data server e Wetterzentrale internet site). Ai fini della presente metodologia e tenuto conto dell'ambiente in cui viene applicata, risulta a

nostro avviso più corretto utilizzare il dato puntuale anziché quello areale. In tal modo è possibile fare un confronto diretto delle altezze di pioggia che cadono in punti diversi del bacino per ogni evento ed ottenere utili informazioni di tipo applicativo. Il metodo è stato applicato su alcuni bacini alpini, dando i primi risultati.

## 2.2 Bacini studiati

Il bacino idrografico del Torrente Orco si chiude alla confluenza con il Fiume Po a Chivasso (Piemonte nord-occidentale), ha un'estensione di circa 890 km<sup>2</sup> ed un perimetro di circa 210 km. L'afflusso medio annuo è di circa 1180 mm ed il deflusso medio annuo di circa 861 mm (coeff. defl. 0,73), la portata media annua è di circa 24,9 l/s/km<sup>2</sup>.

Il bacino idrografico del Torrente Germanasca, si chiude alla confluenza con il T. Chisone a Perosa Argentina (Piemonte occidentale), ha una estensione di circa 197 km<sup>2</sup> ed un perimetro di circa 68 km. L'afflusso medio annuo è di circa 1032 mm ed il deflusso medio annuo di circa 844 mm (coeff. defl. 0,82), la portata media annua è di circa 26,8 l/s/km<sup>2</sup>.

## 3 PRIMI RISULTATI

Nel T. Orco, la maggior parte degli eventi dura in media 3÷7 giorni e nel 2° e 3° giorno si evidenziano le frequenze di picco più elevate (49,6%). Praticamente, la metà degli eventi pluviometrici con altezze di pioggia superiori a 100 mm, avvenuti in Valle Orco negli ultimi 90 anni, ha avuto come giorno di picco il secondo oppure il terzo (tot. 952 eventi). Gli eventi pluviometrici estremi per questo bacino (altezza di pioggia totale >350 mm), durano in media 9 giorni ed hanno il picco più frequente il 3° giorno (34%). Le stagioni principali in cui questi si manifestano sono l'autunno (55%) e la primavera (40%), le configurazioni meteorologiche più ricorrenti sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee centrate sul Golfo del Leone e su Corsica-Sardegna (48%) e tra Baleari e Spagna, 19% (Nigrelli, 2005a).

Nel T. Germanasca l'evento pluviometrico più ricorrente dura in media 3÷5 giorni, con il giorno di picco fra il 2° ed il 4° (tot. 456 eventi). Gli eventi pluviometrici estremi per questo bacino (altezza di pioggia totale >250 mm), durano in media 8 giorni 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 sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee centrate su Corsica-Sardegna (35%), Baleari-Spagna e sul Golfo del Leone (Nigrelli, 2005b).

Una prima analisi su alcuni massimi annuali ha evidenziato andamenti contrastanti e non statisticamente significativi (Tab. 1).

Tabella 1: andamenti relativi alle piogge totali annue (PTA) ed alle altezze di pioggia totali degli eventi pluviometrici massimi annuali (EPMA).

Stazione *	PTA	EPMA
1. Ceresole R. (49)	+	-
2. L. Serrù (31)	+	+
3. L. Valsoera (35)	+	+
4. Piamprato (75)	-	+
5. Pont C. (61)	-	-
6. Rosone (56)	+	+
7. Sparone (60)	-	-
8. Massello (37)	-	+
9. Perosa A. (63)	-	+
10. Perrero (64)	-	+
11. Praly (65)	-	+

\* 1÷7 T. Orco; 8÷11 T. Germanasca; () anni di osservazioni; + crescente; - decrescente.

Per il T. Orco l'autunno è la stagione in cui avviene il maggior numero di eventi alluvionali, anche se il numero degli eventi pluviometrici è praticamente uguale a quello primaverile (Fig. 1). Nel T. Germanasca la distribuzione stagionale dei fenomeni alluvionali risulta meno disomogenea (Fig. 2).

L'analisi della serie temporale degli eventi pluviometrici a livello di bacino e la relativa correlazione fra pioggia totale di evento e pioggia del giorno di picco, non ha evidenziato andamenti statisticamente significativi.

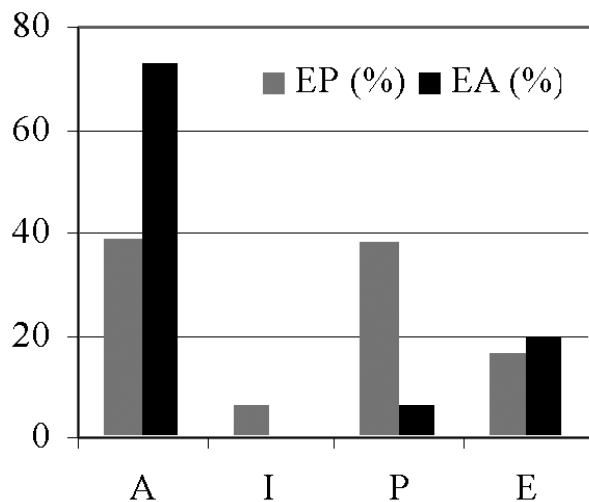


Figura 1: Bacino idrografico del T. Orco, distribuzione stagionale degli eventi pluviometrici (EP) e degli eventi alluvionali (EA).

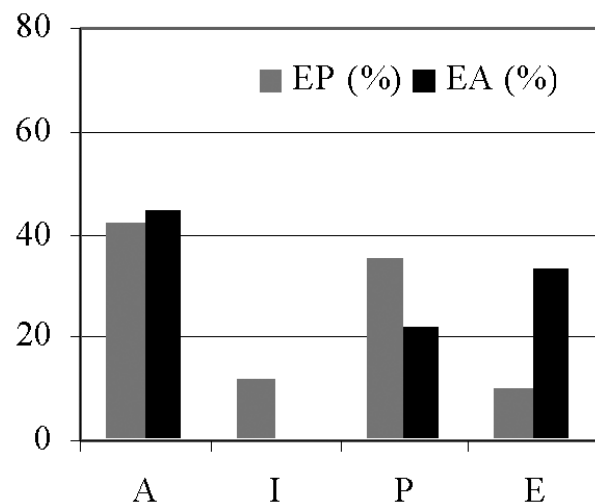


Figura 2: Bacino idrografico del T. Germanasca, distribuzione stagionale degli eventi pluviometrici (EP) e degli eventi alluvionali (EA).

#### 4 PROSPETTIVE FUTURE

I risultati ottenuti, indicativi di una situazione pluviometrica non ancora ben delineata per l'area studiata, suggeriscono e stimolano l'approfondimento delle indagini. Pertanto gli studi procederanno in modo sistematico analizzando altri bacini idrografici alpini, anche attraverso collaborazioni con enti territoriali e istituti di ricerca.

#### 5 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nanni T., 2006. Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series. *Int. J. Climatol.* 26, 345-381.
- Buffoni L., Brunetti M., Mangianti F., Maugeri M., Monti F., Nanni T., 2003. Ricostruzione del clima italiano negli ultimi 130 anni e scenari per il XXI secolo. Workshop "CLIMAGRI", Cagliari, 16-17 gennaio, dalla rete.
- Casty C., Wanner H., Luterbacher J., Esper J., Böhm R., 2005. Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *Int. J. Climatol.* 25, 1855-1880.
- European Environment Agency, 2004. Impacts of Europe's changing climate. Rep. n 2, Copenhagen, dalla rete.
- Lollino G., Nigrelli G., Audisio C., 2005. Bacino idrografico del Torrente Orco: analisi integrata evento-fenomeno-danno. *Quaderni di Geologia Applicata*, 12-1, 49-62.
- Nigrelli G., 2005a. Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Valle Orco. *L'Acqua*, 4, 45-54.
- Nigrelli G., 2005b. Analysis and characteristics of pluviometric events in the Germanasca Valley (Italian Western Alps). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 28, 147-158.
- Schmidli J., Schmutz C., Frei C., Wanner H., Schär C., 2002. Mesoscale precipitation variability in the region of the European Alps during the 20th Century. *Int. J. Climatol.* 22, 1049-1074.
- Tropeano D., Turconi L., 2004. Using historical documents for landslides, debris flow and stream flow prevention. Application in Northern Italy. *Nat. Hazards* 31, 663-679.