

Autore:
Guido Nigrelli*

Titolo:
Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Valle Orco (Piemonte)
Analysis and characteristics of pluviometric events in the Orco Valley (Italian Western Alps)

Riassunto:
Nel presente lavoro sono analizzate le serie storiche giornaliere di pioggia, provenienti da sette stazioni meteorologiche, al fine di caratterizzare gli eventi pluviometrici più importanti e maggiormente pericolosi. Per questo scopo, l'evento pluviometrico viene considerato un'entità meteo-climatica definita. Il metodo adottato è basato sull'utilizzo dell'analisi statistica delle piogge oltre una determinata soglia, abbinata all'analisi meteorologica. Lo studio ha messo in evidenza 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 7 giorni, con il giorno di picco fra il 1° ed il 5°. Gli eventi pluviometrici definiti estremi durano in media 9 giorni (var. 4,74²; c.v. 0,53; n 20) ed hanno il picco più frequente il 3° giorno (34%). Le stagioni principali in cui essi si manifestano sono l'autunno (55%) e la primavera (40%). Le configurazioni meteorologiche più ricorrenti per il verificarsi di eventi estremi sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee centrate sul Golfo del Leone e su Corsica-Sardegna (entrambe per il 24%) e tra Baleari e Spagna (19%). Le informazioni provenienti da tale studio, possono costituire un valido supporto tecnico agli Enti preposti al governo del territorio, sia durante la fase previsionale e sia durante la fase di monitoraggio ed ai progettisti degli interventi di difesa per la prevenzione e la mitigazione del rischio idraulico e geologico.

Abstract:
Sets of historic rainfall data from seven rain gauge stations in the Orco Valley were examined to identify the characteristic features of major, potentially dangerous rainfall events. In this study, a pluviometric event was considered as a circumscribed meteo-climatic entity. The method of investigation was based on a statistical analysis of rainfall amounts above a set threshold combined with a meteorological analysis. The results showed that predominant types of events were caused by well-defined baric situations and that the most common rainfall event had a mean duration from days 3 to 7, with the peak rainfall day occurring between days 1 and 5. Extreme rainfall events lasted 9 days on average (var. 4,74²; c.v. 0,53; n 20), with the peak on day 3 (34%), and occurred most often in autumn (55%) and in spring (40%). The most common meteorological configurations generating extreme events were caused by Mediterranean depressions with a geographical center over Corsica-Sardinia (24%), Gulf of Lyons (24%) and the Balearics-Spain (19%). Information from the study may provide environmental protection agencies with a valuable technical aid during the forecasting and monitoring phases of rainfall events and help in the design of defense interventions directed at the prevention and mitigation of hydraulic and geologic risk.

Parole chiave:
Idrologia, Climatologia, Eventi pluviometrici, Valle Orco, Piemonte.

Key words:
Hydrology, Climatology, Pluviometric events, Orco Valley, Piedmont (Italy).

*Naturalista, CNR – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Sezione di Torino.

Riferimento bibliografico:
Nigrelli G. (2005) – Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Valle Orco (Piemonte). L'Acqua, 4, 45-54.

1. INTRODUZIONE

L'obiettivo principale del presente lavoro è quello di illustrare i risultati di un'analisi effettuata sugli eventi pluviometrici avvenuti in Valle Orco negli ultimi 90 anni, allo scopo di individuare le tipologie più ricorrenti, la magnitudine, l'evoluzione ed il sistema meteorologico di origine.

Il territorio delle Valli Orco e Soana è stato ripetutamente interessato nel corso dell'ultimo secolo, da eventi alluvionali di notevole entità, che hanno prodotto pesanti effetti sui versanti e lungo la rete idrografica, arrecando gravi danni alle infrastrutture e in alcuni casi, anche la perdita di vite umane. A tal proposito si riporta quanto scritto in un lavoro svolto dalla Regione Piemonte, a seguito dell'evento del settembre 1993: *"I dati storici della Banca Dati Geologica segnalano che le valli alpine dei torrenti Orco e Soana sono tra quelle che, sul territorio piemontese, hanno subito con maggior frequenza pesanti effetti da parte di eventi alluvionali...nel complesso, sulla base dei dati disponibili, le valli Orco e Soana appaiono interessate da eventi alluvionali di un certo rilievo con cadenza media di circa 10 anni"* (Regione Piemonte, 1996). Dopo sette anni, l'evento dell'ottobre 2000 colpì questa valle e gran parte del territorio piemontese. Anche a seguito di tale situazione, si è ritenuto utile approfondire le conoscenze sulle piogge che cadono in questo bacino.

Generalmente, le grandezze che vengono prese in considerazione per caratterizzare i principali aspetti pluviometrici di una determinata zona sono i massimi annuali delle altezze di pioggia, le precipitazioni massime di più giorni consecutivi e le precipitazioni di notevole intensità e breve durata. Per questo tipo di elaborazioni è possibile avvalersi di dati provenienti anche da eventi avvenuti in tempi diversi.

Nel caso in cui le informazioni pluviometriche vengano utilizzate per scopi preventivo-previsionali, come ad esempio per la progettazione di interventi volti alla mitigazione del rischio idraulico e geologico, risulta estremamente utile poter stimare oltre al "quanto" piove anche il "come" piove. Per tali esigenze l'evento pluviometrico può essere considerato un'entità meteo-climatica definita, un elemento climatico, poiché agisce direttamente sul modellamento del paesaggio fisico e a seconda della distribuzione spaziale e temporale della pioggia ed in particolare dell'apporto idrico totale, dell'apporto idrico di picco (giornaliero oppure orario) e del periodo stagionale in cui si manifesta, può innescare dinamiche fluviali o di versante molto pericolose, anche in breve tempo.

Per caratterizzare l'evento pluviometrico, all'analisi statistica applicata al dato puntuale, è stata abbinata l'informazione proveniente dalla meteorologia, in particolar modo quella ricavata dalle carte sinottiche e dalle immagini satellitari. Mediante questa procedura è possibile effettuare analisi comparative fra eventi diversi, oppure valutare il grado di pericolosità di uno stesso evento su aree geograficamente differenti.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO

La Valle Orco è inserita nelle Alpi Graie ed occupa la porzione più ad ovest del Canavese (Piemonte occidentale). Essa confina a nord con la Valle d'Aosta, con la quale condivide il territorio del Parco Nazionale del Gran Paradiso, a sud con la Valle Stura di Lanzo, ad est con la pianura canavesana e con l'imponente anfiteatro morenico di Ivrea, ad ovest con la Francia ed in particolare con il Parc National de la Vanoise.

Il bacino idrografico del Torrente Orco, chiuso alla confluenza Orco-Po, ha un'estensione di circa 915 km² e un perimetro di circa 200 km (Figura 1). Il Torrente Orco è uno dei principali affluenti di sinistra del Fiume Po, nel quale si immette nei pressi di Chivasso (TO). Complessivamente il reticolo idrografico presenta un *pattern* di drenaggio convergente di tipo dendritico e la lunghezza dell'asta fluviale principale è di circa 86 km. Il corso d'acqua principale, nel suo tratto montano, può essere suddiviso in tre tronchi, caratterizzati ognuno da diversa fisiografia: tronco Ceresole-Noasca; tronco Noasca-Rosone; tronco Rosone-Pont Canavese. Il primo tronco, tipicamente alpino, si presenta molto irregolare e con pendenze elevate (6,7% circa). Il secondo, lungo circa 10 km e con pendenza media del 3,9%, possiede ancora caratteristiche spiccatamente montane, alternando tratti stretti e ripidi a tratti più ampi. Nel terzo tronco le pendenze medie diminuiscono significativamente (1,9% sino a Locana e 1,2% sino a Pont C.se). In questo tronco il corso d'acqua alterna settori a canale di deflusso unico e poco sinuoso ad altri tratti con alveo a più canali (A.R.P.A. Piemonte, 2003).

Il Torrente Soana è il principale affluente del Torrente Orco e vi confluisce dopo un percorso di circa 24 km. Il bacino idrografico del Torrente Soana si chiude a Pont Canavese ed ha un'estensione di circa 223 km². La valle è di tipo glaciale e si presenta, nel tratto medio-superiore, con depositi alluvionali di fondovalle, mentre il tratto inferiore è profondamente inciso tra sponde in roccia (A.R.P.A. Piemonte, 2003; Provincia di Torino, 2002).

Sotto l'aspetto idrologico il bacino è caratterizzato da un afflusso medio annuo di circa 1180 mm, da un deflusso medio annuo di circa 861 mm (coeff. di deflusso 0,73) e da una portata media annua di 24,9 m³/s (Provincia di Torino, 2002). A monte della confluenza con il Torrente Soana, soprattutto durante la stagione invernale, l'alveo del Torrente Orco rimane pressoché asciutto in alcuni tratti. Le derivazioni d'acqua per fini irrigui e soprattutto idroelettrici, costituiscono il principale fattore di alterazione dei deflussi in alveo. Va per contro osservato che in alcuni casi, come ad esempio durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000, i diversi serbatoi artificiali per uso idroelettrico, ubicati alla testata del bacino, hanno svolto una positiva azione sulle portate di massima piena, grazie agli effetti di invaso-immagazzinamento e laminazione prodotti sulle acque meteoriche (Brizzo, 1998).

I principali processi morfogenetici che hanno modellato e modellano questo bacino sono legati essenzialmente all'azione glacio-nivale ed alle acque correnti superficiali. Le forme che ne derivano risultano strettamente correlate alla litologia, al clima (in particolare al regime termo-pluviometrico), alla tipologia ed alla distribuzione della vegetazione. L'attivazione dei movimenti franosi avviene di norma a seguito di eventi pluviometrici considerevoli, oppure in occasione di eventi alluvionali. Le piogge di forte intensità e breve durata, fenomeni a carattere spiccatamente localizzato tipici della stagione estiva, possono innescare franamenti superficiali. Questi ultimi a sua volta, possono concorrere a originare colate detritiche torrentizie con deposito di ingenti quantità di materiale solido sui conoidi di deiezione, spesso occupati da centri abitati.

3. CLIMA

In Piemonte vi è un clima temperato di transizione, cioè un clima che si interpone tra quello freddo subpolare, quello caldo mediterraneo, tra il clima umido marittimo dell'ovest e quello continentale secco o peridesertico dell'est. L'instabilità atmosferica e la particolare conformazione morfologica del territorio, determinano un'accentuata variabilità stagionale con escursioni termiche marcate ed una piovosità molto differenziata da una zona all'altra, sia in termini quantitativi, sia nella distribuzione annuale, con massimi in primavera ed autunno. In questi due periodi stagionali, il clima è condizionato in principal modo dalle depressioni provenienti dall'Oceano Atlantico e dal Mar Mediterraneo. Periodi di tempo stabile caratterizzano di norma la parte centrale dell'inverno, quando la regione si trova sotto l'influenza dell'anticiclone centro-europeo. Durante l'estate, l'influenza dell'anticiclone delle Azzorre attenua la circolazione dell'aria, favorendo, grazie anche al forte riscaldamento del suolo, la formazione di nubi cumuliformi a evoluzione diurna, con possibilità di rovesci e temporali anche di notevole intensità.

La Valle Orco, come tutti gli ambienti di tipo alpino, è largamente influenzata sotto l'aspetto climatico da quei fattori geografici aventi particolare importanza a scala di bacino, in principal modo il rilievo e l'esposizione topografica, i caratteri del suolo, la vegetazione e, non ultimo, l'uomo. Tutto ciò determina condizioni climatiche marcatamente differenziate e, di conseguenza, regimi termo-pluviometrici diversificati. I valori stagionali delle precipitazioni riportati in Figura 2, mostrano un minimo principale sempre invernale, mentre il massimo principale e quello secondario sono rispettivamente quello primaverile ed autunnale in quattro casi (Rosone, Sparone, Pont Canavese e Piamprato) e, viceversa, in due casi (Lago Serrù e Ceresole Reale). In funzione di questa differenza e prendendo come riferimento la classificazione riportata in REGIONE PIEMONTE 1998a, alla testata del bacino dell'Orco, vi è un regime pluviometrico di tipo continentale subalpino e sul fondovalle, un regime di tipo continentale prealpino. Per la Val Soana, la stazione di Piamprato presenta un regime pluviometrico di tipo prealpino poco marcato, visti i valori molto simili fra le piogge primaverili e quelle autunnali (Sublitoraneo alpino sec. TONINI, 1966). Una situazione particolare è quella di Lago Valsoera, ove si riscontra un regime di tipo continentale alpino, con il massimo in estate ed il minimo in inverno. Questo molto probabilmente è dovuto alle piogge di notevole intensità e breve durata tipiche del periodo estivo, che in questa zona si presentano con maggiore frequenza, favorite anche dall'esposizione dei versanti.

Le precipitazioni medie mensili delle stazioni esaminate presentano un classico andamento bimodale, tipico degli ambienti climatici piemontesi (Figura 2). I dati indicano che la maggior quantità di pioggia totale si osserva a Pont Canavese, nel mese di maggio (185,3 mm), mentre l'opposto accade a Ceresole Reale, in gennaio (41,8 mm). La stazione di Lago Valsoera registra il maggior numero di giorni piovosi (15 g.p. nei mesi di maggio e giugno), mentre a Sparone si rileva il valore più basso per tale parametro (5 g.p. in gennaio). In base ai dati disponibili, il massimo assoluto di pioggia giornaliera è stato osservato a Piamprato il 6 novembre 1994, quando sono caduti in una sola giornata 340 mm di pioggia.

Sulle osservazioni pluviometriche giornaliere di ogni stazione, si sono effettuati *trend tests* al fine di evidenziare la possibile esistenza di andamenti crescenti o decrescenti statisticamente significativi riguardanti le altezze di pioggia. Per tali scopi si sono calcolati i coefficienti di correlazione di Pearson e di Spearman (Sneyers, 1990; Soliani *et alii*, 2004; Storch *et alii*, 2001). L'analisi di tendenza ha messo in evidenza che le altezze di pioggia giornaliera tendono a diminuire non significativamente con il passare degli anni (Nigrelli, 2005).

4. DATI UTILIZZATI E METODOLOGIA APPLICATA

Le stazioni pluviometriche presenti all'interno del bacino sono numerose, anche se non a tutte è riferibile una serie di osservazioni protratta per un lungo periodo di tempo. Inoltre, in molti casi, non vi sono informazioni per il periodo 1941÷1951. In funzione di tale situazione, si è scelto di effettuare l'analisi delle piogge prendendo in considerazione le stazioni maggiormente rappresentative, sia per il numero di anni di funzionamento e sia per la posizione geografica che queste ricoprono nel bacino idrografico (Figura 1 e Tabella I).

I dati utilizzati provengono dagli Annali Idrologici (Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma) e da altre fonti informative (Regione Piemonte – C.N.R. I.R.P.I., 1990; Regione Piemonte, 1998a e 1999). A tal proposito è utile ricordare che i dati di pioggia pubblicati negli Annali Idrologici fanno riferimento alle 24 ore comprese fra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di cui si tratta, mentre quelli provenienti dal Sistema Informativo Meteoidrografico (Regione Piemonte, 1999) utilizzano la suddivisione 0÷24. La provenienza non univoca del dato è

risultata necessaria al fine di estendere il più possibile la serie storica di ogni stazione. In alcuni casi, poiché le caratteristiche morfologico-ambientali lo hanno permesso, si è inoltre deciso di effettuare l'unione dei dati provenienti da due stazioni limitrofe. I dati della stazione automatica del Lago Valsoera (2365 m s.l.m.) acquisiti dal 2000 al 2003, sono stati accorpate a quelli dell'omonima stazione, distante poche centinaia di metri dalla prima e gestita dall'ex Ufficio Idrografico (2410 m s.l.m.), di quest'ultima si hanno osservazioni dal 1959 al 1999. I dati della stazione automatica del Lago Agnel (2304 m s.l.m.), acquisiti dal 1996, sono stati uniti alla serie storica di osservazioni registrate dalla stazione manuale del Lago Serrù (2260 m s.l.m.), attiva dal 1956 al 1991. La distanza planimetrica fra le due stazioni è di circa 900 m. I dati della stazione automatica di Ceresole Villa (1581 m s.l.m.), acquisiti dal 1999, sono stati uniti a quelli acquisiti dal 1925 al 1991 dalla stazione manuale di Ceresole Reale (1579 m s.l.m.). La distanza planimetrica fra le due stazioni è di circa 3 km. Inoltre è opportuno ricordare che per le stazioni di Pont Canavese e Sparone non si dispone dei dati relativi all'evento pluviometrico dell'ottobre 2000. In fase di analisi, non bisogna dunque dimenticare questa anomala situazione.

Il lavoro si è svolto a livello di singole stazioni; in tal modo si è potuto fare un confronto diretto delle altezze di pioggia realmente cadute in punti diversi del bacino per ogni evento, utile ai fini applicativi. Analizzando le serie temporali costituenti il processo stocastico delle piogge, l'intermittenza del fenomeno e la stagionalità della frequenza sono le principali difficoltà che si incontrano. Per superare tali ostacoli, si è deciso di fare riferimento all'anno idrologico (1 ottobre-30 settembre) e alle stagioni meteorologiche (Pinna, 1977). In funzione degli obiettivi prefissati, si sono individuate delle soglie pluviometriche, totali e di picco giornaliero, oltre le quali effettuare l'analisi. Le soglie sono state impostate facendo riferimento ai valori delle precipitazioni massime con durata da 1 a 5 giorni consecutivi, elaborati per le singole stazioni (Tabella II). I valori soglia risultano al di sotto degli apporti idrici giornalieri ritenuti significativi per l'innescio di processi d'instabilità. Ai fini del presente studio si è considerato: giorno piovoso, il giorno in cui è stata misurata una qualsiasi altezza di pioggia; evento pluviometrico (Pe), uno o più giorni consecutivi di pioggia, preceduti e seguiti da almeno un valore nullo; giorno di picco (Pd), il giorno di un evento in cui è caduta la maggior quantità d'acqua; soglia pluviometrica di evento (R_{tot}), l'altezza di pioggia per evento pari a 100 mm; soglia pluviometrica giornaliera (R_{max}), l'altezza di pioggia per giorno piovoso pari a 50 mm; evento pluviometrico estremo, un evento pluviometrico avente una quantità di pioggia totale > 350 mm. Il lavoro è stato sviluppato in due fasi:

1. *Analisi degli eventi pluviometrici.* Gli eventi pluviometrici sono stati ordinati in funzione dell'apporto idrico totale e di quello inerente il giorno di picco. Dalle due serie così ricavate si sono presi in considerazione gli eventi posizionati al di sopra delle soglie R_{tot} e R_{max} . Si sono calcolate la frequenza degli eventi pluviometrici in funzione della durata, la frequenza del giorno di picco, la frequenza e la distribuzione stagionale (Storch & Zwiers, 2001; Maione & Moisello, 2003).
2. *Analisi meteorologica.* Sugli eventi pluviometrici estremi è stata eseguita la caratterizzazione meteorologica, al fine di evidenziare le situazioni bariche predominanti e maggiormente pericolose. I dati utilizzati per questa analisi provengono da ECMWF data server (www.ecmwf.int) e da Wetterzentrale internet site (www.wetterzentrale.de).

5. RISULTATI

5.1 Analisi degli eventi pluviometrici

L'analisi di frequenza riguardante la durata degli eventi pluviometrici e la posizione del giorno di picco, offre l'opportunità di fare alcune considerazioni di tipo applicativo particolarmente utili. Facendo riferimento alla Tabella III, è possibile rilevare che la maggior parte degli eventi ha una durata variabile fra 3 e 7 giorni ed i valori di picco sono più frequenti fra il primo ed il quinto giorno. In Figura 3 si può notare come, complessivamente per quest'ultimo parametro, il secondo ed il terzo giorno presentino le frequenze di picco più elevate (insieme costituiscono il 49,6% del totale): praticamente, in base ai dati elaborati, emerge che 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.

La frequenza stagionale degli eventi pluviometrici oltre le soglie R_{tot} ed R_{max} , è un'altra importante caratteristica che è stata analizzata. I dati di Tabella IV mostrano che, per quanto riguarda la frequenza stagionale degli eventi oltre la soglia R_{tot} , vi sono quattro situazioni distinte che, stazione di Lago Valsoera a parte, sostanzialmente rientrano negli altrettanti regimi pluviometrici individuati e descritti nel Paragrafo 3. Per quel che riguarda invece la frequenza stagionale degli eventi oltre la soglia R_{max} , in tutte le stazioni esaminate l'autunno è la stagione che presenta i valori maggiori. I diagrammi polari di Figura 4, aiutano a comprendere meglio questi aspetti, mettendo in evidenza per ogni regime pluviometrico le stagioni di massima frequenza e quelle di massima intensità.

Gli eventi pluviometrici estremi, cioè quelli con altezze di pioggia totali superiori a 350 mm, durano in media 9 giorni (var. $4,74^2$; c.v. 0,53; n 20) ed hanno il picco di pioggia più frequente il 3° giorno (34%). Le stagioni principali in cui si manifestano sono l'autunno (55%) e la primavera (40%). Volendo trarre alcune considerazioni di carattere più generale possiamo dire che l'autunno - ed in particolare l'intervallo di tempo che va dalla seconda quindicina di settembre alla prima quindicina di novembre - risulta essere il periodo in cui vi è la maggior probabilità che si verifichino eventi pluviometrici di una certa rilevanza da cui traggono origine in alcuni casi fenomeni alluvionali particolarmente pericolosi e rischiosi. Anche in primavera, soprattutto in aprile, lo sviluppo di eventi pluviometrici estremi è frequente: nel caso in cui a queste piogge si associno fenomeni di piena dei corsi d'acqua dovuti alla fusione delle nevi, il grado di pericolosità assume rilevanza simile a quello del periodo autunnale.

5.2 Analisi meteorologica

Per poter individuare e caratterizzare le configurazioni meteorologiche maggiormente significative ai fini del presente studio, si sono analizzate le situazioni bariche che hanno originato, dal 1913 al 2004, eventi alluvionali estremi. Per tali scopi si è fatto riferimento a lavori già effettuati in ambito regionale e provinciale, aventi come obiettivi la caratterizzazione degli eventi alluvionali e di piena più importanti (Regione Piemonte, 2001a & 2001b; Castellano & Mercalli, 2004). Le principali configurazioni meteorologiche responsabili degli eventi pluviometrici che avvengono in Provincia di Torino, sono di norma contraddistinte da due tipologie di depressioni ben definite: le depressioni atlantiche e le depressioni mediterranee, entrambe possono presentare minimi depressionari su aree geografiche diverse (Tabella V). In funzione di tale suddivisione è importante sottolineare come gli eventi pluviometrici estremi siano in larga misura provocati dalle depressioni mediterranee (Tabella VI).

Le depressioni mediterranee sono originate dallo scontro di masse d'aria polare marittima con aria tropicale, marittima oppure continentale. L'elevato grado di umidità e di instabilità della prima, fa sì che, in fase di scontro con l'aria tropicale più calda e umida, si creino forti contrasti termici ed igrometrici i quali generano una vera e propria superficie di discontinuità dalle caratteristiche ben marcate, a seguito della quale vi è la formazione dei fronti (caldo e freddo) e lo sviluppo della perturbazione ciclonica, apportatrice di precipitazioni. In alcuni casi (es. evento alluvionale dell'ottobre 2000) notevole importanza riveste la situazione anticiclonica di blocco, posizionata sull'Europa orientale, che causa la persistenza della depressione sull'Europa occidentale e l'apporto di notevoli quantità di pioggia sul medesimo territorio. Le configurazioni meteorologiche più ricorrenti per il verificarsi di eventi estremi nell'area d'interesse, sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee centrate sul Golfo del Leone e su Corsica-Sardegna, entrambe per il 24% e tra Baleari e Spagna, 19% (Tabella VI). In Figura 5 sono riportati, da sinistra verso destra, i tre tipi isobarici *M4*, *M5* e *M2*. Da come si può notare osservando le tre situazioni bariche al suolo, il centro geografico della depressione mediterranea *L* risulta localizzato in zone diverse. Ovviamente, ciò che conta ai fini dello sviluppo di precipitazioni abbondanti è l'evoluzione spazio-temporale della situazione meteorologica sull'Europa e sull'Atlantico settentrionale, nonché la persistenza di queste depressioni su queste aree per più giorni, come detto in precedenza.

5.3 L'evento alluvionale del 13-16 ottobre 2000 in Valle Orco

Una specifica trattazione merita a nostro avviso l'analisi degli afflussi e dei deflussi superficiali che hanno originato l'evento alluvionale dell'ottobre 2000, un evento che ha coinvolto in varia misura oltre il 50% del territorio piemontese e che è stato sicuramente il maggiore fra quelli avvenuti in Valle Orco negli ultimi cento anni, sia per areale interessato, per magnitudo e per danni prodotti (Nigrelli, 2005). Si ricorda a tal proposito che, per questi scopi, con il termine "evento alluvionale" viene di norma definita quella particolare situazione territoriale-ambientale, generata da altezze di pioggia considerevoli, protratte per più ore oppure giorni consecutivi, a seguito delle quali l'equilibrio del sistema idrografico subisce un repentino mutamento, con l'innescarsi di dinamiche di versante e/o fluviali estremamente pericolose. Nella Valle Orco (Rosone) e nell'area del Sempione (Ossola), sono stati individuati i due nuclei di massima precipitazione relativi a questo evento, in riferimento ad un areale interessato che copre l'intero Piemonte, la Liguria, la Svizzera meridionale e la Francia orientale (A.R.P.A. Piemonte, 2003; Mercalli *et alii*, 1998).

Sotto l'aspetto meteorologico, le precipitazioni hanno avuto un andamento abbastanza continuo tra il 13 ed il 15 ottobre, i fattori che ne hanno determinato lo sviluppo e l'intensità sono stati diversi: per il primo giorno, l'effetto di sollevamento orografico delle correnti umide, per il secondo giorno, lo sviluppo di un minimo depressionario sul Golfo del Leone e, per il terzo giorno, l'effetto destabilizzante dato dall'afflusso di aria fredda (A.R.P.A. Piemonte, 2003). Notevole importanza ha avuto per questo evento la situazione anticiclonica di blocco, posizionata sull'Europa orientale, che in questo caso ha causato la persistenza della depressione sul Piemonte ed ha provocato la caduta di ingenti quantità di pioggia nella parte nord-occidentale della regione.

La Figura 5, nella sua immagine di sinistra, mostra la situazione barica al suolo sull'Europa, rilevata il 15 ottobre, mentre la Tabella VII riporta i valori delle altezze di pioggia e delle altezze idrometriche osservate per questo evento. Facendo riferimento all'ubicazione delle stazioni pluviometriche riportata in Figura 1, è possibile notare come, fra il 13 ed il 16 ottobre, ci sia stato un graduale ma lento spostamento delle altezze di pioggia giornaliere più elevate, da ovest verso est. Oltre a ciò, è da rilevare come le altezze idrometriche massime giornaliere si siano registrate in corrispondenza dei giorni in cui si sono avuti gli apporti pluviometrici maggiori. L'idrogramma di piena del Torrente Orco a Cuornè, mostra la presenza di due colmi principali, molto simili negli aspetti quantitativi (Figura 6). Il primo colmo è stato registrato nel pomeriggio del giorno 14 ed il secondo colmo si è osservato nella mattinata del 15 ottobre. Il primo colmo di piena ha avuto come bacino alimentatore principalmente la Valle Orco, mentre il secondo colmo si è sviluppato soprattutto grazie ai deflussi superficiali provenienti dal Torrente Soana, che ha drenato gli afflussi meteorici caduti in maggior quantità rispetto al giorno precedente. In entrambe i casi, l'idrogramma si presenta nelle due fasi ascendenti relativamente ripido, inoltre è facilmente visibile l'elevato tempo di concentrazione; queste condizioni hanno reso difficile gli interventi di protezione civile, soprattutto durante la fase di emergenza.

6. CONCLUSIONI

I dati analizzati nel presente lavoro offrono la possibilità di trarre alcune considerazioni conclusive di tipo applicativo. Innanzitutto si rileva come l'evento pluviometrico più ricorrente in Valle Orco sia caratterizzato da una durata media

variabile fra 3 e 7 giorni e come la metà degli eventi pluviometrici con altezze di pioggia superiori a 100 mm, abbia come giorno di picco il secondo oppure il terzo (insieme costituiscono il 49,6% del totale). La frequenza stagionale degli eventi oltre la soglia R_{tot} , presenta quattro situazioni distinte, tre delle quali rientrano nei rispettivi regimi pluviometrici presenti: Le stazioni di Lago Serrù e Ceresole Reale (regime pluviometrico di tipo continentale subalpino) presentano la frequenza stagionale maggiore in autunno (oltre il 50% del totale); Le stazioni di Rosone, Sparone e Pont Canavese (regime pluviometrico continentale prealpino), hanno frequenze più elevate durante la stagione primaverile (tutte attorno al 40% del totale); a Piamprato (regime pluviometrico sublitoraneo alpino), si ha una situazione che vede sia per le precipitazioni totali stagionali e sia per la frequenza stagionale più elevata relativa agli eventi R_{tot} , l'autunno e la primavera quasi in ugual misura (circa il 36% del totale); infine vi è la stazione di Lago Valsoera (regime pluviometrico continentale alpino), l'unica stazione nella quale non vi è corrispondenza fra stagione in cui vi sono le piogge più abbondanti (estate) e periodo stagionale in cui si rileva la frequenza degli eventi R_{tot} maggiore (autunno). Gli eventi pluviometrici definiti estremi, cioè quelli con altezze di pioggia totali superiori a 350 mm, durano in media 9 giorni ed hanno il picco di pioggia più frequente anch'essi il 3° giorno (34%). Le stagioni principali in cui si manifestano sono l'autunno (55%) e la primavera (40%). Le configurazioni meteorologiche più ricorrenti per il verificarsi di questi eventi sono quelle caratterizzate dalle depressioni mediterranee centrate sul Golfo del Leone e su Corsica-Sardegna (entrambe per il 24%) e tra Baleari e Spagna (19%).

Un'altra importante considerazione che è sicuramente utile ai fini applicativi e che può fornire interessanti spunti per lo sviluppo di indagini future è quella relativa alla presenza di una non correlazione fra massimi eventi pluviometrici ed eventi alluvionali (* in Tabella VI). Ad esempio, l'evento pluviometrico del 22 settembre 1920 – anch'esso come i primi tre originato da una depressione mediterranea centrata sul Golfo del Leone – ha contribuito allo sviluppo di un evento alluvionale, pur essendo caratterizzato da apporti idrici relativamente modesti rispetto agli altri eventi con asterisco (circa 366 mm di pioggia in 6 giorni). Per contro è da segnalare come l'evento pluviometrico del 29 marzo 1981, collocato in quarta posizione, con altezze di pioggia totali di 518,4 mm, non abbia originato un evento alluvionale. Questi casi per così dire anomali, sono dovuti alla diversa interazione di numerosi fattori, tra cui in principal modo: la configurazione meteorologica; la dinamica dell'evento; la stagionalità; la conformazione morfologica del territorio; la diversa distribuzione delle piogge in funzione della quota e sul bacino; lo stato di permeabilità del terreno ed il limite altimetrico pioggia-neve.

Pertanto risulta difficile prevedere il verificarsi di un evento alluvionale senza tenere in debita considerazione quella che può definirsi la risposta o la reazione del territorio alle piogge che cadono su di esso. Questa risposta non è sempre la stessa, inoltre dipende ovviamente da un elevato numero di variabili, che di volta in volta possono avere influenze diverse. Come detto in precedenza, l'evento pluviometrico agisce direttamente sul modellamento del paesaggio fisico ed indirettamente, ma con maggior valenza su quello antropico. L'analisi integrata ad evento in corso delle informazioni provenienti dallo studio delle piogge - ed in particolar modo degli eventi pluviometrici - con le informazioni relative alle varie componenti territoriali in quel momento, è a nostro avviso la strada da seguire per poter ottenere in tempo reale scenari di pericolosità e di rischio da utilizzare durante le fasi di emergenza e per scopi di protezione civile. Verso tale direzione gli studi in questo bacino sono tuttora in corso di svolgimento, anche mediante l'utilizzo di tecniche GIS e WebGIS.

Le informazioni provenienti da tale studio, possono costituire un valido supporto tecnico agli Enti preposti al governo del territorio, sia durante la Fase Previsionale e sia durante la Fase di Monitoraggio (Regione Piemonte, 2001a) ed ai progettisti degli interventi di difesa per la prevenzione e la mitigazione del rischio idraulico e geologico.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Regione Piemonte, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio e l'A.R.P.A. Piemonte, Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, soprattutto la Dott.ssa Manuela Bassi ed il Sig. Noemio Chiesa, per la disponibilità e per i dati forniti. Il lavoro è stato effettuato nell'ambito di un Contratto di Ricerca con la Regione Piemonte, Direzione Difesa del Suolo.

Bibliografia

- A.R.P.A. Piemonte, *Eventi alluvionali in Piemonte. Evento alluvionale regionale del 13-16 ottobre 2000*, Torino, A.R.P.A. Piemonte, 2003, 327.
- Badino G., Formeris G., Lodi E., Ostacoli G., Perosino G. C., "Il piano di gestione delle risorse idriche del Bacino dell'Orco", in *Elementi di Idrobiologia*, Torino, Provincia di Torino, 1995, 367.
- Brizzo N., (1998) – "Alluvione ottobre 2000 in Valle Orco: influenza degli invasi idroelettrici AEM", *NIMBUS, Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS*, 3-4, luglio-dicembre 1998, 49-52.
- Castellano C., Mercalli L., "Caratterizzazione meteorologica degli eventi di piena e alluvionali in Provincia di Torino", *dalla rete internet: www.nimbus.it*, Società Meteorologica Subalpina, 2004, 20.
- Claps P., Villani P., "Analisi dei superamenti di soglia per piogge e deflussi giornalieri a supporto dell'analisi regionale delle piene", in *Metodi Statistici e Matematici per l'Analisi delle Serie Idrologiche*, Pubbl. n 2136, Roma, C.N.R.-G.N.D.C.I., 28 febbraio 2001, 43-56.
- Comunità Montana Valli Orco e Soana - C.N.R. I.R.P.I. Sezione di Torino, "Studio dei bacini dei Torrenti Orco, Soana e Bordone: caratterizzazione idrologica e idraulica", *Relazione finale*, 2003, 72.
- European Centre for Medium Range Weather Forecasts, ECMWF 40 Years Re-Analysis, daily fields. *dalla rete internet: www.ecmwf.int*, 2005.
- Govi M., Turitto O., "Elementi per la valutazione della pericolosità idrogeologica nei bacini tributari del Fiume Po", in *Indagini conoscitive per la realizzazione dell'Atlante dei rischi idrogeologici per il bacino del Fiume Po*, R.T. 94/12, Torino, CNR-IRPI, 1994.
- Luino F., Ramasco M., Susella G., *Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi*, Torino, Regione Piemonte-Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico – C.N.R. I.R.P.I., 1993, 245.
- Maione U., Moisello U., *Elementi di statistica per l'idrologia*, Pavia, La Goliardica Pavese, 2003, 300.
- Mercalli L., Cat Berro D., "L'evento alluvionale del 13-17 ottobre 2000 nel bacino del Po: analisi pluviometrica" *NIMBUS, Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS*, 3-4, luglio-dicembre 1998, 33-40.
- Nigrelli G., "Studio delle condizioni pluviometriche del Bacino idrografico del Torrente Germanasca", *GEAM Geoingegneria Ambientale e Mineraria*, Vol. XLI, marzo-giugno 2004, n 1-2, 49-56.
- Nigrelli G., "Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Val Germanasca (Alpi Cozie, Piemonte)", R.T. 04/10, 2004, 15.
- Nigrelli G., "Bacino idrografico del Torrente Orco: principali caratteristiche idrologiche e analisi integrata eventi-fenomeni-danni", inedito, 2005.
- Pinna M., *Climatologia*, Torino, U.T.E.T., 1997, 442.
- Provincia di Torino-Settore Risorse Idriche, *Risorse Idriche Superficiali dei Principali Bacini della Provincia di Torino*, Torino, *dalla rete internet: www.provincia.torino.it*, 2002, 97.
- Regione Piemonte, *Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte*, Torino, Regione Piemonte-Assessorato Ambiente, Cave e Torbiere, Energia, Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo: Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico – C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia – Università di Torino-Istituto di Idraulica Agraria - Risorse Idriche S.p.A.Torino,1996, 112.
- Regione Piemonte-Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione: Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - Università degli Studi di Torino-Dipartimento di Scienze della Terra, *Distribuzione regionale di piogge e temperature. Collana studi climatologici in Piemonte*, Torino, 1998a, 80.
- Regione Piemonte, *Eventi alluvionali in Piemonte*, Regione Piemonte-Assessorato Ambiente, Energia, Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo, Protezione Civile e Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino, 1998b, 415.
- Regione Piemonte, *Sistema Informativo Meteoidrografico ANTARES, Banca Dati Meteoidrografica*, Regione Piemonte-Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione: Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio – C.S.I. Piemonte, 1999, 12.
- Regione Piemonte, *Sistema di Allertamento per Situazioni di Rischio Idrogeologico derivanti da Condizioni Meteorologiche Critiche*, Regione Piemonte-Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, 2001a, 73.
- Regione Piemonte, *Processo di Valutazione delle Condizioni Meteorologiche, Manuale d'uso per la consultazione del Bollettino Meteorologico per la Regione Piemonte*, Regione Piemonte-Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, 2001b, 13.
- Regione Piemonte – C.N.R. I.R.P.I., *Banca dati pluviometrici*, C.S.I. Piemonte, 1990, 79.
- Sneyers R., *On the statistical analysis of series of observations*, Ginevra, World Meteorological Organization, 1990, 192.
- Soliani L., Sartore F., Siri E., *Manuale di statistica per la ricerca e la professione, dalla rete internet: www.unipr.it/soliani*, 2004.
- Storch H. V., Zwiers F. W., *Statistical analysis in climate research*, Cambridge University Press, 2001, 484.
- Tonini D., *Elementi di idrografia e di idrologia*, Venezia, Libreria Universitaria di Venezia., 1966, Vol. I e II.
- Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turitto O., Sorzana P., Negrini G., Arattano M., *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale, Periodo 1975-1981*, Torino, Pubblicazione C.N.R.-G.N.D.C.I. n 1927, 1999, 279.
- Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma, *Annali idrologici, parti prima e seconda, Studi e ricerche*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato.

Tabella I – Elenco e principali caratteristiche delle stazioni pluviometriche e idrometriche. Lo studio è stato svolto elaborando i dati sino all'anno 2004.

Stazioni	Coord. UTM-WGS84		Quota (m)	Periodo	Anni
	Lat. N	Long. E			
pluviometriche:					
1 - Lago Serrù	5035777	354158	2260	1956÷2004	36
2 - Ceresole R.	5031951	362831	1579	1914÷2004	61
3 - Rosone	5032581	376362	714	1938÷2004	59
4 - L. Valsoera	5038280	374598	2410	1959÷2004	34
5 - Sparone	5030896	385908	635	1918÷2004	68
6 - Pont C.se	5030274	390081	461	1928÷2000	66
7 - Piamprato	5045799	388623	1550	1913÷2004	80
idrometriche:					
A - Soana	5030737	390578	453	2000÷2004	5
B - Orco	5030048	391346	430	1928÷1976	45
C - Orco	5027707	394653	414	1995÷2004	10
D - Orco	5011075	406330	219	2000÷2004	5

Tabella II – Precipitazioni massime con durata 1÷5 giorni consecutivi, osservate nel bacino idrografico del Torrente Orco dal 1913 al 2004, equazioni matematiche e grafico con linee interpolatrici. In grassetto i valori maggiormente significativi.

Stazione	1	2	3	4	5 gg	Equaz. matematica (r ²)
Lago Serrù	192,2	324,8	407,0	432,2	435,2	$y = 207,84x^{0,5246}$ (0,9304)
Ceresole Reale	288,0	494,8	618,2	634,4	642,0	$y = 315,04x^{0,5113}$ (0,9086)
Rosone	320,2	548,0	697,0	716,8	736,0	$y = 348,05x^{0,5298}$ (0,9226)
Lago Valsoera	202,0	357,6	424,2	437,4	444,8	$y = 223,49x^{0,4950}$ (0,8924)
Sparone	227,0	400,2	422,8	486,8	509,4	$y = 246,56x^{0,4902}$ (0,9244)
Pont Canavese	202,6	262,0	326,4	334,6	340,6	$y = 207,36x^{0,3424}$ (0,9519)
Piamprato	340,0	578,6	665,2	698,0	708,0	$y = 372,79x^{0,4585}$ (0,8985)

■ Lago Serrù	● Ceresole Reale	◆ Rosone	▲ Lago Valsoera
□ Sparone	◇ Pont Canavese	△ Piamprato	

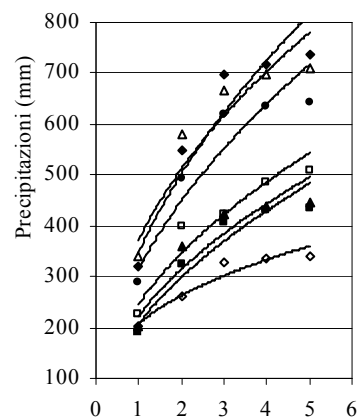


Tabella III – Frequenza degli eventi pluviometrici (Pe) con durata 1÷10 giorni consecutivi e frequenza del giorno di picco (Pd), per i casi oltre la soglia pluviometrica R_{tot} . Il totale Pe , fa riferimento a tutti i casi rilevati (952 eventi analizzati), di durata 1÷23 giorni consecutivi. In tabella sono riportati solamente i casi con frequenza di durata e di picco sino ai 10 giorni, poiché i restanti casi, sono quantitativamente pochi. In grassetto i valori maggiormente significativi.

Giorni	Lago Serrù		Ceresole Reale		Rosone		Lago Valsoera		Sparone		Pont Canavese		Piamprato	
	Pe	Pd	Pe	Pd	Pe	Pd	Pe	Pd	Pe	Pd	Pe	Pd	Pe	Pd
1/1°		4		7		7		5		29		19	9	33
2/2°	4	10	5	26	4	41	2	12	22	62	7	52	19	46
3/3°	2	16	12	18	13	41	5	12	32	43	16	43	18	50
4/4°	8	10	18	17	31	26	1	17	37	32	34	25	37	30
5/5°	10	3	15	9	24	15	13	12	33	18	36	18	23	20
6/6°	5	6	10	4	23	2	9	3	21	6	17	7	33	7
7/7°	9	1	9	3	14	6	9	7	21	7	26	5	17	8
8/8°	3	1	9	6	11	3	6	4	11	2	13	6	14	1
9/9°	4		3	2	8	3	7	2	9	1	12	1	7	2
10/10°	3		5	1	5	2	9	1	1	1	6	2	6	1
Totale Pe	52		94		147		78		203		179		199	

Tabella IV – Frequenza stagionale degli eventi pluviometrici (Pe) oltre le soglie R_{tot} e R_{max} . In grassetto i valori in percentuale maggiormente significativi.

	Lago Serrù		Ceresole Reale		Rosone		Lago Valsoera		Sparone		Pont Canavese		Piamprato	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
<i>Pe R_{tot}:</i>														
Autunno	26	50,0	49	52,1	54	36,7	31	39,7	74	36,5	62	34,6	73	36,7
Inverno	3	5,8	4	4,3	15	10,2	4	5,1	12	5,9	9	5,0	15	7,5
Primavera	18	34,6	28	29,8	61	41,5	26	33,3	82	40,4	75	41,9	71	35,7
Estate	5	9,6	13	13,8	17	11,6	17	21,8	35	17,2	33	18,4	40	20,1
Totale	52		94		147		78		203		179		199	
<i>Pe R_{max}:</i>														
Autunno	29	46,0	46	40,7	65	39,2	31	43,1	90	36,6	70	33,0	99	39,6
Inverno	4	6,3	12	10,6	16	9,6	4	5,6	18	7,3	16	7,5	19	7,6
Primavera	19	30,2	35	31,0	57	34,3	15	20,8	87	35,4	64	30,2	78	31,2
Estate	11	17,5	20	17,7	28	16,9	22	30,6	51	20,7	62	29,2	54	21,6
Totale	63		113		166		72		246		212		250	

Tabella V – Principali tipi di depressioni atmosferiche generatrici di eventi pluviometrici in Provincia di Torino (da Castellano & Mercalli, 2004, modificata).

Tipi di depressioni	Centro depressionario	Simbolo
Atlantiche	Isole Britanniche	<i>A1</i>
	Golfo di Biscaglia	<i>A2</i>
	Francia	<i>A3</i>
	Portogallo	<i>A4</i>
Mediterranee	Tra Algeria e Tunisia	<i>M1</i>
	Tra Baleari e Spagna	<i>M2</i>
	Tra Baleari e Sardegna	<i>M3</i>
	Golfo del Leone	<i>M4</i>
	Corsica-Sardegna	<i>M5</i>
	Costa Azzurra	<i>M6</i>
	Golfo Ligure	<i>M7</i>

Tabella VI - Principali caratteristiche degli eventi pluviometrici estremi, ordinati in serie decrescente e tipo di depressione generatrice. L'asterisco indica evento alluvionale (Govi *et alii*, 1994). R_{tot} : pioggia totale di evento; R_{max} : pioggia totale del giorno di picco; D: durata in giorni dell'evento; P: giorno di picco nell'evento; Dep. gen.: depressione generatrice; n.d. informazione non disponibile.

Data	R_{tot} (mm)	R_{max} (mm)	D (gg)	P (n)	Stazione	Dep. gen.
10 ottobre 2000 (*)	748,8	320,2	8	6°	Rosone	<i>M4</i>
22 settembre 1993 (*)	583,4	187,8	5	3°	Piamprato	<i>M4</i>
5 novembre 1962 (*)	577,6	312,2	9	4°	Piamprato	<i>M4</i>
29 marzo 1981	518,4	218,0	5	4°	Rosone	<i>M5</i>
28 aprile 1977	482,4	129,8	11	3°	Pont C.	<i>A1 e M2</i>
7 giugno 1957 (*)	457,2	90,4	11	9°	Ceresole R.	<i>M5</i>
3 novembre 1994	452,2	340,0	6	4°	Piamprato	<i>M2</i>
29 ottobre 1945 (*)	450,0	150,0	6	2°	Rosone	n.d.
13 aprile 1986	427,6	75,0	17	12°	L. Serrù	<i>M5 e A1</i>
21 ottobre 1937	408,4	69,0	14	8°	Ceresole R.	<i>M2</i>
28 settembre 1941	405,0	134,0	9	7°	Sparone	<i>M5</i>
25 settembre 1933	396,8	130,6	5	4°	Ceresole R.	<i>A1</i>
30 aprile 1949	393,4	112,0	8	3°	Rosone	<i>M2</i>
25 aprile 1993	378,6	106,2	20	2°	Sparone	<i>A2</i>
13 ottobre 1953	371,0	88,0	18	7°	Piamprato	<i>M5</i>
14 maggio 1926	370,0	200,0	4	3°	Sparone	<i>M7</i>
22 settembre 1920 (*)	365,8	170,0	6	3°	Sparone	<i>M4</i>
20 aprile 1995	363,8	128,4	7	3°	Rosone	<i>A3</i>
24 ottobre 1976	360,0	120,0	6	3°	Piamprato	<i>M3</i>
20 maggio 1937	351,0	288,0	3	2°	Ceresole R.	<i>M4</i>

Tabella VII – Massime altezze di pioggia giornaliera e massime altezze idrometriche giornaliera osservate durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 nel bacino del Torrente Orco. In grassetto i valori di picco giornaliero. I dati delle stazioni con asterisco provengono da Mercalli *et alii*, 1998.

Stazione	Quota (m)	Giorni d'evento dell'ottobre 2000											
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Dati pluviometrici: altezze di pioggia totali giornaliera (mm)												Tot.	
L. Agnel	2304	9,6	3,0	25,2	132,6	192,2	82,2	2,2	10,4	21,8	6,2	0,4	485,8
Ceresole R.	1579	7,0	11,8	7,6	123,4	275,8	219,0	16,2					660,8
Noasca*	1058	-	9,6	15,8	100,4	250,2	234,2	29,4	0,2				639,8
Rosone	714	4,0	1,2	7,6	19,8	228,2	320,2	148,6	19,2				748,8
L. Valsoera	2410	4,4	11,6	7,4	66,6	202,0	155,6	13,2					460,8
L. Eugio	1900	4,4	1,6	7,0	16,0	190,6	278,6	114,2	7,0				619,4
Piamprato	1550	5,2	14,0	10,0	86,6	260,0	318,6	32,8	0,4				727,6
Forzo*	1178	-	9,4	8,6	100,0	89,8	56,0						263,8
S. Giorgio C.*	250	-	0,8	3,6	13,4	42,0	160,0	27,8					247,6
Dati idrometrici: altezze idrometriche massime giornaliera (m)													
Soana a Pont		1,050	1,050	1,070	3,000	3,700	4,280	3,200	2,390	1,870	1,710	1,600	
Orco a Cuorgnè		0,580	0,600	0,570	2,220	4,290	4,230	2,430	1,650	1,310	1,210	1,220	
Orco a S. Benigno		0,440	0,440	0,440	1,390	4,110	4,030	3,160	1,850	1,750	1,640	1,640	

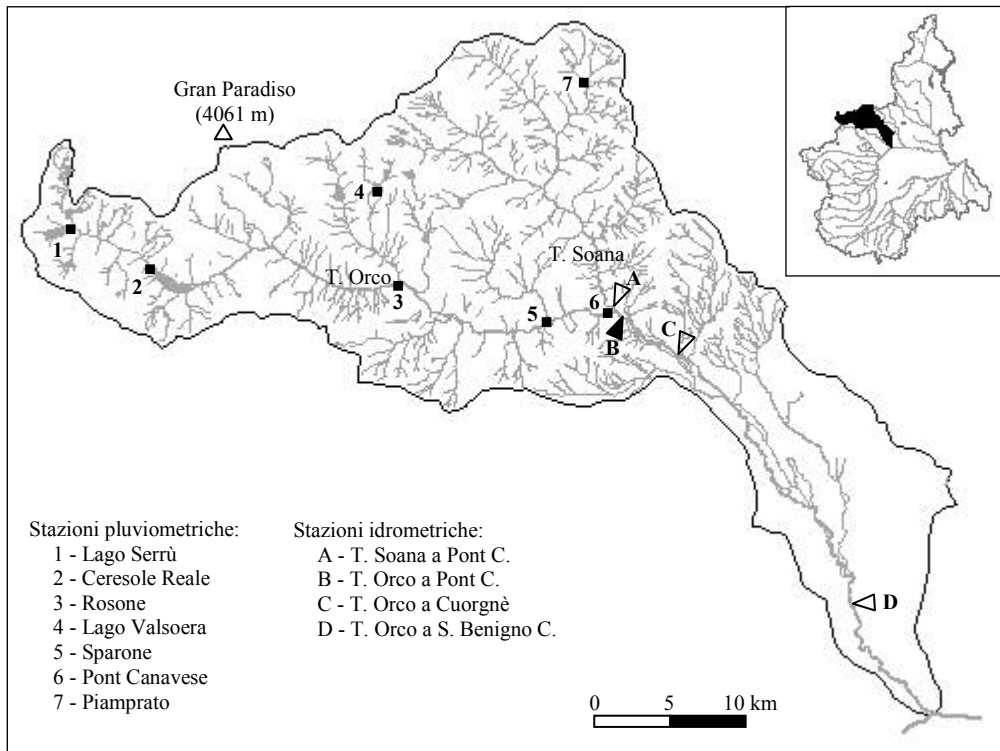


Figura 1 - Bacino idrografico del Torrente Orco. In evidenza il reticolo idrografico, le stazioni pluviometriche ed idrometriche. Per queste ultime, il triangolo nero identifica la stazione dell'ex Ufficio Idrografico, mentre il triangolo bianco è abbinato alle tre stazioni della Regione Piemonte.

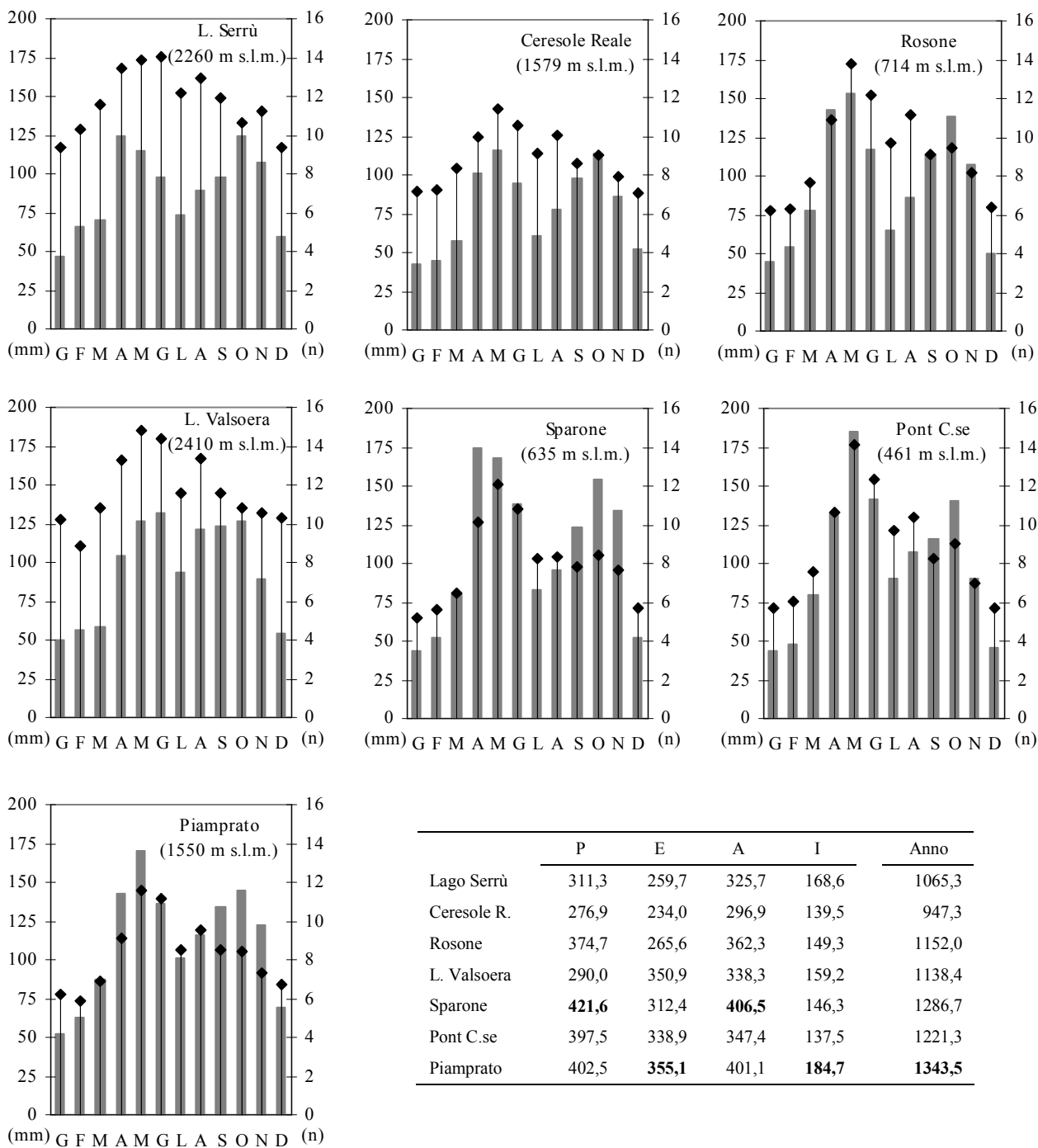


Figura 2 - Precipitazioni medie mensili (istogrammi, ordinata sinistra) e numero medio di giorni piovosi mensili (rombo-linee, ordinata destra). In basso a destra, sono riportate le precipitazioni totali stagionali ed il totale annuo (mm). Per i valori stagionali si fa riferimento alla suddivisione meteorologica: P=MAM; E=GLA; A=SON; I=DGF (Pinna, 1977). In grassetto i valori massimi stagionali ed annuale.

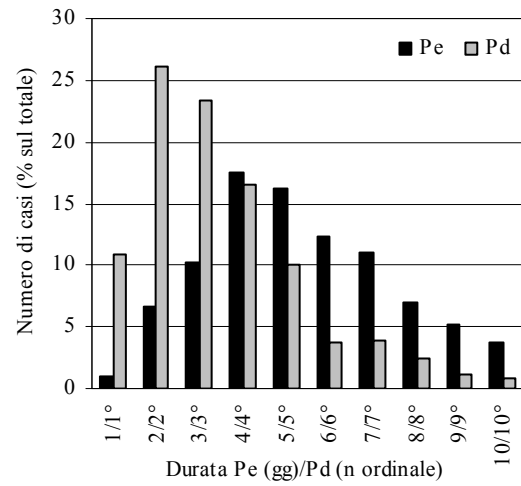


Figura 3 – Frequenza degli eventi pluviometrici (Pe) in base alla durata e frequenza dei giorni di picco (Pd) in base a quando questo è avvenuto all'interno dell'evento, per il totale dei casi oltre la soglia pluviometrica R_{tot} (952 eventi analizzati).

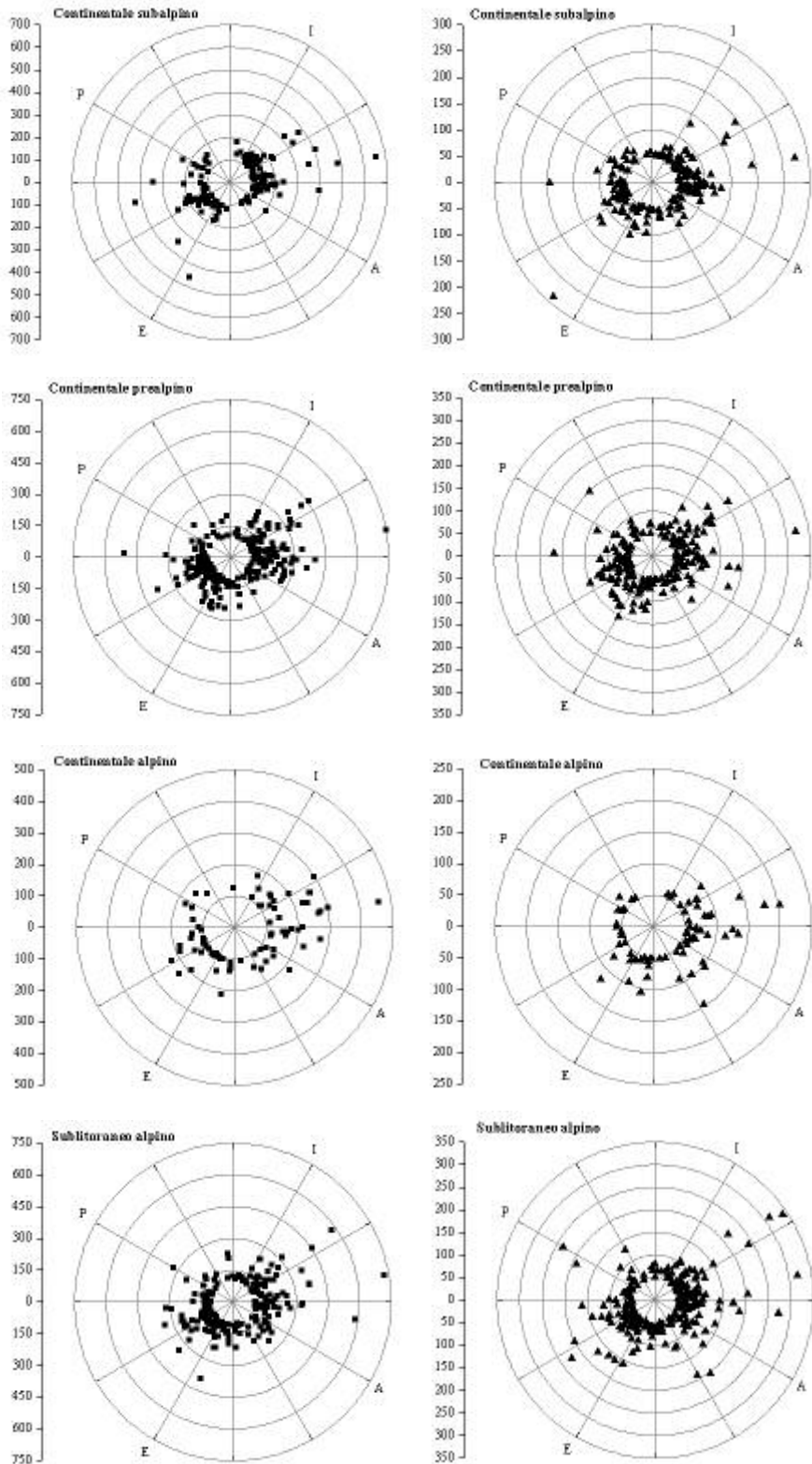


Figura 4 – Distribuzione stagionale degli eventi pluviometrici sopra la soglia R_{tot} (quadrati) e sopra la soglia R_{max} (triangoli), in funzione dei quattro regimi pluviometrici individuati. Le altezze di pioggia (mm) di ogni evento sono riportate sul diagramma polare con l'angolo d (primo giorno d'evento) calcolato in base al rapporto $d/365 \cdot 360$. L'anno idrologico e le stagioni meteorologiche sono i riferimenti temporali utilizzati.

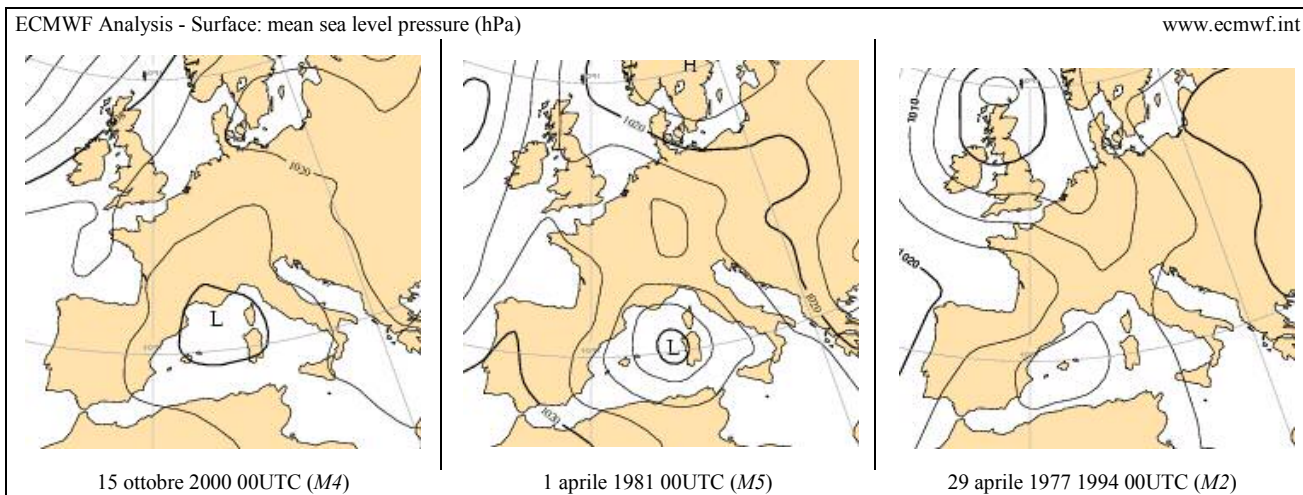


Figura 5 – Tipi di depressioni atmosferiche maggiormente ricorrenti, responsabili degli eventi pluviometrici estremi. Depressione centrata sul Golfo del Leone (sinistra), Corsica-Sardegna (centro) e tra Baleari e Spagna (destra). L = centro depressionario (low pressure geographical centre). Fra parentesi, dopo la data, è riportata la sigla di Tabella V.

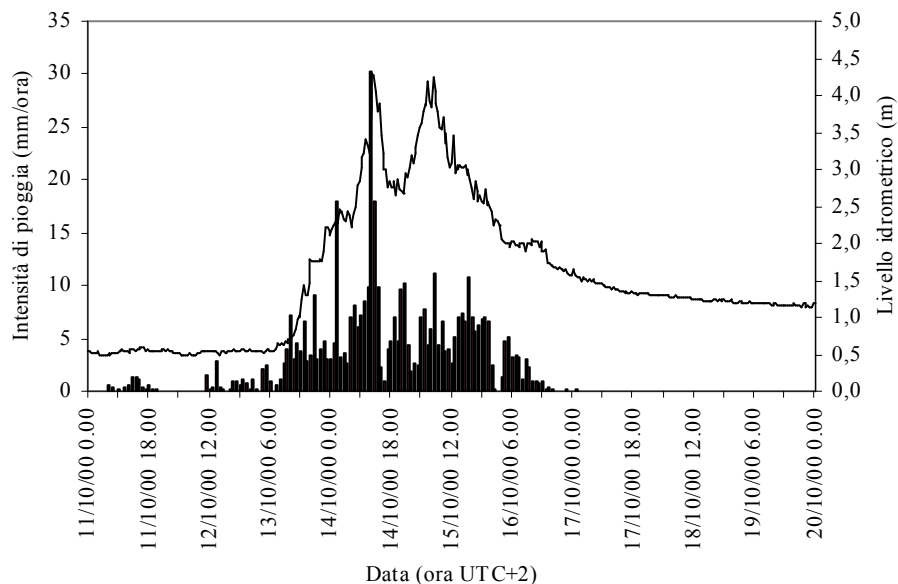


Figura 6 – Torrente Orco: livelli idrometrici osservati alla stazione di Cuorgnè (acquisizioni ogni 30') e precipitazioni orarie registrate dalla stazione di Rosone Bertodasco, Comune di Locana (acquisizioni ogni 10') durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 (dati Regione Piemonte, 1999).