

Bacino idrografico del Torrente Orco: analisi integrata evento-fenomeno-danno

Giorgio Lollino⁽¹⁾, Guido Nigrelli⁽¹⁾, Chiara Audisio⁽¹⁾

Riassunto. Bacino idrografico del Torrente Orco: analisi integrata evento-fenomeno-danno.

Il bacino idrografico del Torrente Orco è stato ripetutamente interessato nel corso degli ultimi due secoli da eventi alluvionali che hanno prodotto pesanti effetti sui versanti e lungo la rete idrografica. L'analisi integrata dei dati idropluviometrici con le informazioni relative ai fenomeni più ricorrenti ed ai danni ad essi correlati, ha consentito l'individuazione di valori di riferimento utili per l'attivazione di procedure di attenzione, nonché la localizzazione di aree ad elevato pericolo e rischio. Questo è stato possibile anche mediante l'utilizzo di un GIS, opportunamente modificato per poter gestire le informazioni storiche ricavate da fonti diverse. Tale aspetto ha costituito il principale elemento innovativo nell'approccio adottato.

Le informazioni provenienti da questo lavoro possono costituire un utile elemento di conoscenza, sia ai fini della progettazione di interventi di difesa rivolti alla mitigazione del rischio idraulico e geologico sia per l'individuazione dei più probabili scenari di pericolosità e di rischio che potranno verificarsi su questo territorio.

[Parole chiave: Eventi pluviometrici, eventi alluvionali, GIS, Valle Orco, Piemonte].

Abstract. The Orco basin: a event-phenomenon-damage integrated analysis.

In the last two centuries, the Orco basin has been affected several times by alluvial events. These events produced heavy effects on slopes and river system.

The integrated analysis of hydro-pluviometric data and of information on the most frequent phenomena and related damages, allowed to identify reference values for starting a warning procedure and allowed to locate the high hazard areas. The analysis has been possible thanks to a suitably GIS, adapted to the management of historic data. This aspect is the main innovative element of our method.

The information derived from this work can be useful both for planning defensive interventions directed to the mitigation of the hydraulic-geologic risk and for identifying the most probable hazard and risk scenarios in the studied area.

[Key words: Pluviometric events, floods, GIS, Orco Valley, Piedmont].

⁽¹⁾CNR – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Strada delle Cacce 73, 10135 Torino (e-mail: giorgio.lollino@irpi.cnr.it)

per citazione bibliografica:

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.

1. INTRODUZIONE

Il territorio delle Valli Orco e Soana è stato interessato nel secolo scorso, da eventi alluvionali di notevole entità, che hanno prodotto pesanti effetti sui versanti e lungo la rete idrografica, arrecando gravi danni alle infrastrutture presenti e, in alcuni casi, anche la perdita di vite umane. A tal proposito si ricorda 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 questo territorio e gran parte della nostra Regione. Anche a seguito di questa situazione, si è ritenuto utile approfondire le conoscenze su tali problematiche in questo bacino.

Il presente lavoro si prefigge di studiare, partendo dai dati idro-pluviometrici, quali siano stati i fenomeni occorsi e i danni ad essi associati, grazie anche alle numerose informazioni conservate all'interno del CNR-IRPI di Torino e consistenti principalmente in materiale bibliografico, cartografico e fotografico, documenti storici e d'archivio, banche dati informatizzate e geografiche (GIS). L'obiettivo finale si presenta quindi come un'analisi integrata evento-fenomeno-danno utile ai fini applicativi perché offre la possibilità di individuare e quantificare i parametri più importanti che, nel corso di eventi diversi, hanno "messo in crisi" la rete idrografica, durante le relative fasi parossistiche. I risultati ottenuti secondo questo approccio, possono inoltre fornire valide indicazioni per l'individuazione di possibili scenari di pericolosità e di rischio.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO-MORFOLOGICO

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 e ad ovest con la Francia, tramite il Parc National de la Vanoise.

Il bacino idrografico del Torrente Orco, chiuso alla confluenza con il Fiume Po, presso Chivasso, presenta un'estensione di circa 890 km² e un perimetro di circa 210 km; la quota più alta è rappresentata dai 4025 m della Punta il Roc. I valori più rappresentativi dei parametri morfometrici del bacino e dell'asta fluviale sono riportati in Tabella 1. L'affluente principale del T. Orco è il Torrente Soana, che, posto in sinistra idrografica a monte dell'abitato di Pont Canavese, drena le acque di un sottobacino avente un'estensione di circa 216 km².

Per quanto concerne le caratteristiche geologiche, il bacino è inserito in un'area dominata dalle Unità Pennidiche Superiori del massiccio del Gran Paradiso, costituite da un basamento cristallino composito in cui litologicamente affiorano prevalenti gneiss occhiadini (Compagnoni et al., 1974). La quasi totalità della Valle Orco, sia il versante destro sia quello sinistro, dalla testata del bacino fino a Locana e a Ronco Canavese (Val Soana) è incisa all'interno di queste litologie. Il margine orientale del massiccio è delimitato da litologie afferenti alla Zona Piemontese, costituite da Calcescisti con pietre verdi, che affiorano a partire dall'alta Val Soana fino al settore compreso tra Locana e Pont Canavese; all'esterno si trovano le unità del basamento policiclico della Zona Sesia-Lanzo (Venturini, 1995), rappresentate da micascisti e paragneiss. La parte del bacino a valle dell'abitato di Cuornè, caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante, è occupata dai depositi alluvionali.

La morfologia dell'intero bacino riprende sommariamente quelle che sono le caratteristiche geologiche evidenziate dai litotipi affioranti, individuando due zone ben distinte: un settore montano ed un settore di pianura. Il primo settore, che va dalla testata del bacino sino a Cuornè, è caratterizzato da un modellamento glaciale, evidente in modo particolare nella zona dei laghi Serrù ed Agnel. Nel secondo settore, compreso fra Cuornè e la confluenza con il Fiume Po, prevalgono invece i processi legati alla dinamica del corso d'acqua.

Il profilo longitudinale del T. Orco mette in evidenza, almeno nella parte medio alta (Valloni del Roc, di Noaschetta e di Piantonetto), la presenza di gradini e piani glaciali (Audisio, 2002); nella Val Soana, le testimonianze glaciali sono evidenti solo nelle testate di due valli laterali (Campiglia e Forzo). E' da rilevare che, in questo settore, la morfologia glaciale è stata quasi del tutto obliterata dai fenomeni legati alla dinamica di versante e all'attività fluviale e torrentizia. L'attività lungo i versanti è particolarmente evidente grazie alla presenza di orli di scarpate attivi e corpi di accumulo. Di questi ultimi, gli esempi di maggiori dimensioni sono localizzati presso Rosone, dove un movimento interessa il versante sinistro della valle in corrispondenza dell'omonimo abitato e può essere classificato come settore in Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (Susella et al., 1996) e nell'alta Val Soana, nella valle di Piamprato, caratterizzata da un analogo ed esteso fenomeno (Grange Brevetto) e da alcuni grossi corpi di accumulo "uno dei quali ostruisce la sezione valliva a valle di Piamprato distribuito a colmare un esteso settore di fondovalle e responsabile dell'ostruzione di quest'ultimo e della conseguente variazione nell'andamento del corso d'acqua principale e della formazione di un lago, ora completamente colmato" (Bocca et al., 1995). Frane di dimensioni meno rilevanti, si trovano in Valle Orco, in corrispondenza di Vigna di Locana e Piandellera di Noasca (Leporati et al., 2002).

La morfologia dei fondovalle principali è invece legata ad una dinamica fluviale e torrentizia che si è appunto impostata su un paesaggio già modellato dall'azione dei ghiacciai. Il corso d'acqua principale, nella parte montana, secondo una concezione classica della geomorfologia, può essere considerato in uno stadio di sviluppo giovanile, con forti pendenze, accentuati fenomeni erosivi e frequenti aree di alluvionamento e sovralluvionamento (Audisio, 2002). Si possono verificare inoltre, fenomeni di trasporto torrentizio in massa, a volte anche violenti, legati ad aste fluviali secondarie

caratterizzate da forti pendenze, grazie ai quali il materiale viene depositato sui numerosi conoidi presenti lungo i fondivalle, con conseguenze a volte gravi per le strutture e le infrastrutture antropiche. Nel settore di pianura il corso d'acqua raggiunge uno stadio di equilibrio caratterizzato da un andamento, in alcuni punti, a più canali di deflusso, con una tendenza al passaggio ad un andamento unicursale, definita non tanto dall'evoluzione morfologica dello stesso, quanto dall'influenza degli interventi antropici.

3. CLIMA E PRECIPITAZIONI

Il bacino idrografico del Torrente Orco presenta condizioni climatiche marcatamente differenziate, poiché caratterizzato da ambienti geograficamente e morfologicamente molto diversi fra loro. In linea generale è possibile considerare il bacino, come suddiviso in due settori principali: un settore montano e un settore di pianura. In funzione di tali aspetti l'area di studio presenta regimi termo-pluviometrici diversificati, non tanto nell'andamento su base mensile dei parametri, quanto nei valori osservati. Per caratterizzare con maggior dettaglio gli aspetti termo-pluviometrici, si sono prese in considerazione le stazioni meteorologiche maggiormente rappresentative per numero di anni di funzionamento e per posizione geografica nel bacino (Tabella 2).

Le temperature medie mensili mostrano per tutte le stazioni considerate il tipico andamento "a campana", mentre sostanziali differenze dovute in principal modo alla quota ed alla posizione geografica, si riscontrano nei valori osservati. Per questo bacino, gennaio e luglio si presentano rispettivamente come il mese più freddo e il mese più caldo in tutti i casi (Figura 2).

Le precipitazioni medie mensili presentano un classico andamento bimodale, tipico degli ambienti climatici piemontesi (Figura 2). Per tale parametro, la maggior quantità di pioggia si osserva a Pont Canavese nel mese di maggio (192,9 mm), mentre la quantità minima si osserva a Cuornè, in gennaio (34,9 mm). Da rilevare, che il massimo di pioggia giornaliera è stato osservato a Rosone, il 15 ottobre 2000, quando sono caduti in una sola giornata 413,8 mm di pioggia (Mercalli et al., 2005). Al fine di acquisire maggiori e più dettagliate conoscenze sui trends relativi alle altezze di pioggia giornaliera, è stato eseguito un confronto fra i dati in possesso e i dati e metadati costituenti le serie storiche di lunga durata raccolte e pubblicate in recenti lavori (Mercalli et al., 2005). Tale comparazione ha dato la possibilità di individuare con più esattezza il reale andamento della variabile studiata, evidenziando in alcuni casi una tendenza alla diminuzione, non identificabile come statisticamente significativa.

Un'approfondita analisi è stata effettuata anche sugli eventi pluviometrici, intesi come giorni consecutivi di pioggia preceduti e seguiti da almeno un giorno non piovoso. Per questo tipo di studi, l'evento pluviometrico può essere considerato un'entità meteo-climatica definita, poiché agisce direttamente sul modellamento del paesaggio fisico e a seconda dell'apporto idrico totale, dell'apporto idrico di picco (giornaliero oppure orario), della modalità e del periodo stagionale in cui si manifesta, può innescare dinamiche torrentizie o di versante molto pericolose, anche in breve tempo. L'evento pluviometrico più ricorrente in Valle Orco è caratterizzato da una durata media variabile fra 3 e 7 giorni e la metà degli eventi pluviometrici con altezze di pioggia superiori a 100 mm, presenta come giorno di picco il secondo oppure il terzo (insieme costituiscono il 49,6% del totale). Le stazioni di Lago Serrù e Ceresole Reale presentano la frequenza stagionale maggiore in autunno (oltre il 50% del totale). Le stazioni di Rosone e Pont Canavese, hanno frequenze più elevate durante la stagione primaverile (tutte attorno al 40% del totale). A Piamprato, si ha una frequenza stagionale elevata in autunno ed in primavera quasi in ugual misura (circa il 36% del totale). Gli eventi pluviometrici considerati 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 per il 19% tra Baleari e Spagna (Nigrelli, 2005b).

A tal proposito si ricorda che alcuni Autori, in riferimento all'evento pluviometrico dell'ottobre 2000, hanno evidenziato una non uniformità relativa alle altezze di pioggia giornaliera registrate dalle stazioni automatiche rispetto a quelle registrate dalle stazioni manuali, ubicate nelle vicinanze (Mercalli et al., 1998). Nel caso delle due stazioni di Ceresole (Ceresole Reale e Ceresole Villa) e di Rosone (Rosone Centrale e Rosone Bertodasco), i totali di pioggia cumulata registrati durante l'evento risultano essere significativamente differenti (ARPA Piemonte, 2003).

4. METODOLOGIA APPLICATA

Per poter rilevare nel dettaglio le principali interazioni esistenti fra evento pluviometrico, fenomeno naturale da esso innescato (dinamica di versante o fluviale) e danno provocato, è stata applicata una metodologia messa a punto di recente dall'IRPI di Torino nell'ambito di un Contratto di Ricerca con la Regione Piemonte-Direzione Difesa del Suolo: "Eventi di piena verificatisi lungo le aste fluviali e torrentizie del territorio piemontese ed interessanti i centri abitati distribuiti sui fondivalle dei corsi d'acqua principali e loro tributari più importanti". In seguito a tale attività, l'IRPI di Torino ha esteso il lavoro svolto, sviluppando il "Sistema Informativo Territoriale Rischio Idraulico e Geologico" (SIT-RIG), uno strumento utile per la gestione integrata di informazioni riguardanti gli eventi, i fenomeni occorsi e i danni causati dall'attività fluviale, torrentizia e di versante. Il metodo è stato messo a punto anche in funzione della legislazione regionale vigente che prevede la raccolta e l'analisi delle notizie storiche, la ricostruzione cronologica delle stesse, la descrizione delle tipologie di dissesto e la localizzazione delle zone particolarmente colpite (Regione

Piemonte, 1999b). Il SIT-RIG è particolarmente efficace per ottenere dati e informazioni utili ai fini di pianificazioni territoriali multilivello - comunale, provinciale, regionale e di bacino - in funzione del rischio idraulico e geologico (Allegra et al., 2002; Allegra et al., 2003). Mediante questo approccio è possibile gestire con estrema rapidità e precisione notevoli quantità di dati in forma georeferenziata, relazionandoli tra loro secondo esigenze diverse, generando così nuova informazione.

Nell'affrontare questo tipo di indagini, è inoltre di notevole importanza acquisire un processo logico che dia la possibilità di estrapolare l'informazione utile, da documenti prodotti secondo criteri ed in funzione di esigenze diverse. A tale proposito è utile rilevare che, nel corso del tempo, si è assistito ad un graduale aumento delle informazioni, unito ad una trasformazione delle stesse verso forme meno descrittive e più sintetiche, di conseguenza maggiormente utilizzabili dai moderni strumenti di analisi del dato. Alla luce di queste esigenze si è fatto in modo che la metodologia messa a punto possa mantenere elevato il livello quantitativo dell'informazione, dando inoltre la possibilità di uniformarne gli aspetti qualitativi, rendendo così confrontabili i dati provenienti da tempi e fonti diverse.

Soprattutto per tali esigenze, il software utilizzato (ESRI ArcView GIS) è stato integrato con un'apposita estensione, messa a punto dall'IRPI di Torino, che si esplica graficamente attraverso una scheda da compilare (scheda evento). Questa estensione svolge un ruolo determinante nell'intera procedura di inserimento dei dati; in particolare facilita il complesso e delicato lavoro di trasferimento delle informazioni dai documenti d'archivio al SIT-RIG (Allegra et al., 2004; Nigrelli 2005a). La scheda evento è stata associata al tema puntuale "evento-fenomeno-danno", che costituisce la banca dati georeferenziata del SIT-RIG. Mediante questa procedura è stato possibile inserire e visualizzare nel GIS le diverse informazioni di ogni elemento puntuale del tema, relative all'evento pluviometrico, al tipo di fenomeno innescato ed ai danni prodotti.

L'elaborazione di più livelli informativi, in particolare la correlazione fra il tema evento-fenomeno-danno con gli altri temi, quali carte storiche, delimitazione fasce PAI, opere di difesa, oppure viabilità, si propone come una prima possibilità applicativa del SIT-RIG, che è quella di effettuare efficaci correlazioni spazio-temporali fra le diverse componenti territoriali-ambientali, evidenziando nel caso specifico le aree ad elevata pericolosità e rischio. Il rapporto che intercorre fra pericolosità e rischio è funzione dell'entità del danno arrecato dai processi naturali che interferiscono con le infrastrutture; il valore socio-economico di queste ultime determina il grado di rischio (Varnes et al., 1984; Regione Piemonte, 1999b).

Mediante questa metodologia ed attraverso il SIT-RIG è possibile in prima istanza effettuare:

- Analisi relative alla frequenza ed alla distribuzione degli eventi, dei fenomeni e dei danni rilevati;
- L'individuazione delle aree in cui gli eventi e i fenomeni si manifestano con ripetitività e/o con maggiore intensità;
- Ricerche sulle tipologie di eventi e di fenomeni che avvengono con maggior frequenza;
- Analisi evento/fenomeno e analisi multi-evento/multi-fenomeno;
- L'analisi dei danni;
- L'analisi degli interventi realizzati e la verifica della loro efficacia.

Per quanto riguarda il bacino idrografico del Torrente Orco, i dati inseriti mediante la scheda evento provengono dall'archivio storico dell'IRPI di Torino, in qualche caso risalgono fino al 1600 e coprono uno spazio temporale che va dal 1800 all'anno 2000, per un totale di 1053 schede evento georeferenziate. Alla banca dati così realizzata, si sono aggiunte le informazioni provenienti da sopralluoghi specifici, dalla cartografia storica e recente, nonché da foto aeree acquisite in tempi diversi a seguito di eventi alluvionali particolarmente importanti oppure in periodi di magra del Torrente Orco. In tal modo è stato possibile ottenere un quadro completo e multitemporale per poter effettuare il lavoro.

5. ANALISI INTEGRATA EVENTO-FENOMENO-DANNO

5.1 Aspetti generali

L'analisi integrata dei dati idro-pluviometrici con le informazioni sui tipi di fenomeni più ricorrenti ed i danni da essi arrecati, ha reso possibile l'individuazione delle aree e dei punti a pericolosità maggiore. L'analisi integrata è stata svolta facendo riferimento a due aree distinte, sia perché morfologicamente molto diverse, sia perché si sono evidenziate tipologie di fenomeni e di effetti differenti: la prima ha riguardato il settore montano del bacino, dalla testata sino a Cuorgnè; la seconda invece ha preso in considerazione il settore di pianura, da Cuorgnè sino alla confluenza tra il Torrente Orco e il Fiume Po.

L'analisi e l'interpretazione dei dati storici a disposizione, ha consentito di ricavare importanti notizie sulla frequenza e sulla intensità degli eventi; tra questi ultimi, nell'arco storico indagato, i maggiori si riferiscono al Luglio 1654 (soprattutto per la Val Soana), al 5-6 Ottobre 1845, al 23-24 Agosto 1900 e al 9-10 Ottobre 1907. Invece, gli eventi per i quali si hanno a disposizione i dati idro-pluviometrici, sono riportati in Tabella 3.

Analizzando i valori delle altezze di pioggia e delle portate al colmo, che nelle relative fasi parossistiche hanno innescato situazioni di criticità lungo la rete idrografica, è stato possibile individuare dei valori di riferimento che potrebbero essere utilizzati durante le Fasi Previsionale e di Monitoraggio (Regione Piemonte, 2001a).

5.2 Settore montano: dalla testata sino a Cuorgnè

L'aumento del grado di antropizzazione nei settori di fondovalle, unito alla presenza di ristrette porzioni di territorio su cui espandere gli insediamenti, porta inevitabilmente ad occupare quegli spazi storicamente e geomorfologicamente soggetti a fenomeni legati ad attività fluvio-torrentizia, in principal modo conoidi di deiezione, pianure intravallive e zone di pertinenza fluviale.

In questo settore i danni principali sono da attribuirsi ai fenomeni di trasporto torrentizio in massa (debris flows e mudflows) provocati dall'attività dei tributari laterali, che hanno depositato ingenti quantità di materiali alluvionali sui conoidi e da una intensa attività torrentizia esercitata dai Torrenti Orco e Soana, che ha causato vistosi processi di sovralluvionamento, erosione spondale ed alluvionamento. La riattivazione di antichi fenomeni gravitativi di grandi dimensioni, oppure l'innescò di frane principalmente a carico dei depositi sciolti costituenti le coperture superficiali, hanno contribuito in minor misura nell'arrecare danni alle infrastrutture. In questo settore, le aree maggiormente colpite sono state:

1 - Noasca e versante idrografico sinistro a valle dell'abitato: i danni maggiori sono stati causati dall'attività torrentizia dei rii Chiamosseretto, Noaschetta e Arianas (eventi del giugno 1957, settembre 1993 e ottobre 2000), affluenti di sinistra del Torrente Orco e del Rio Desertes (maggio 1949), affluente di destra. Il trasporto torrentizio in massa di questi rii spesso danneggia le briglie e le opere di difesa, arrivando nei casi più violenti ad interessare la strada statale. I danni legati all'asta principale si sono verificati presso le località Balme e Grusiner, poste lungo la SS 460 a valle dell'abitato di Noasca.

2 - Frazione di Rosone (Comune di Locana): come parzialmente anticipato nel paragrafo 2, i danni maggiori sono imputabili ad una "frana di scivolamento molto complessa" (Luino et al., 1993) parte di un esteso settore in DGPV, che riattivandosi a seguito di precipitazioni intense, provoca la caduta di massi e terriccio i quali spesso raggiungono la strada statale danneggiandola in diversi punti. Inoltre il Torrente Piantonetto, in occasione di eventi pluviometrici considerevoli a cui si associano fenomeni di trasporto torrentizio in massa, deposita ingenti quantità di materiale sul conoide su cui sorge Rosone, alluvionando una larga parte dell'abitato e danneggiando a volte la Centrale AEM. In base a questa considerazione, l'evento alluvionale del 2000 è stato caratterizzato da una particolare intensità e da numerosi danni alle infrastrutture antropiche, nonché dal deposito di notevoli quantità di materiale nell'abitato stesso (Tropeano et al., 2001).

3 - Locana e Frazione Nusiglie: i danni più gravi e frequenti sono stati quelli che hanno interessato le difese spondali in sinistra e gli argini del T. Orco. Le informazioni riportano danni anche al ponte che collega Locana alla Frazione Nusiglie, in particolare durante gli eventi del settembre 1947 e giugno 1957. L'evento del settembre 1993 ha causato maggiori danni rispetto a quello dell'ottobre 2000, soprattutto alle strade ed agli edifici, con diffuse frane e colate detritico-torrentizie.

4 - Ronco Canavese e versante idrografico destro: le intense erosioni spondali in destra idrografica provocate dal T. Soana, hanno ripetutamente danneggiato la SP 47 in più punti e le relative opere di difesa, nonché alcune passerelle e ponti. Danni gravi hanno avuto anche alcuni fabbricati e alcuni esercizi pubblici. In qualche caso, soprattutto all'inizio del secolo scorso, i Torrenti Alpetta e Nivolastro sono stati caratterizzati da fenomeni di trasporto torrentizio, determinando gravi danni alle opere pubbliche, alle strade ed a civili abitazioni (eventi del 1900 e del 1907).

5 - Frazione Villanuova (Comune di Ronco C.se): ripetute erosioni spondali in destra idrografica da parte del T. Soana hanno danneggiato e in alcuni casi asportato tratti della SP 47, porzioni di scogliera e civili abitazioni. Fenomeni parossistici di trasporto torrentizio del Rio Guaria, affluente di destra del T. Soana, hanno ripetutamente danneggiato la sede stradale e le abitazioni poste nelle vicinanze (1654, ottobre 1755, 1805, 1845, 1908, settembre 1981, settembre 1993 e ottobre 2000).

In Figura 3a sono visibili per questo settore, le aree maggiormente e ripetutamente interessate dai fenomeni sopra descritti.

5.3 Settore di pianura: da Cuorgnè alla confluenza Orco-Po

Il settore di pianura del Torrente Orco è caratterizzato in sinistra idrografica da una quota media inferiore rispetto a quella della sponda destra, pertanto verso tale direzione preferenziale si dirigono le acque in caso di esondazione, arrivando ad interessare aree anche piuttosto ampie. Questo è emerso anche durante lo svolgimento del presente lavoro, poiché i punti evento-fenomeno-danno per il tratto in questione, sono risultati ubicati sulla sponda sinistra nell'85% dei casi.

Inoltre, nel corso degli ultimi due secoli, il Torrente Orco ha manifestato in questo settore una variazione morfologica del proprio andamento, passando da un alveo tipo pluricursale ad uno caratterizzato da un unico canale di deflusso. Per contro va detto che, in occasione di alcuni fenomeni alluvionali, il corso d'acqua nel tratto in questione tende a rioccupare i vecchi canali abbandonati, riprendendo l'andamento a più canali di deflusso. I fenomeni di dinamica fluviale più ricorrenti che si evidenziano in occasione di eventi pluviometrici considerevoli sono: esondazioni, alluvionamenti, erosioni di sponda e di fondo.

I danni maggiori si sono avuti alle opere di attraversamento ed alla viabilità, alle opere di difesa ed alle abitazioni. In particolare, la zona più a nord del settore, tra Cuorgnè e Rivarolo Canavese, è quella che presenta la maggior densità di punti coinvolti. I terreni agricoli, che coprono vaste superfici della pianura alluvionale, sono stati quelli maggiormente e ripetutamente danneggiati da erosione o alluvionamento, ma sono stati anche quelli che – grazie alla vegetazione

arbustiva ed arborea presente - hanno svolto un ruolo determinante nel contenere e laminare le acque di esondazione. Le aree maggiormente colpite sono state:

1 - Area in sinistra idrografica, ad est di Salassa: si sono registrati danni ripetuti anche di notevole entità agli argini e, in alcuni casi, si è avuta la riattivazione di rami secondari. Durante l'evento dell'Ottobre 2000 il ponte della SS 565 crollò, causando una vittima.

2 - Area ad est di Feletto: danni ripetuti alle difese spondali di sinistra, al rilevato di accesso in sinistra (danneggiato nel ottobre-novembre del 1945, nel novembre 1951 e nel maggio 1960) e al ponte della SP 41 che crollò in due occasioni (1852 e 2000). In destra idrografica, allagamenti diffusi hanno provocato danni a civili abitazioni, che alcune volte è risultato necessario abbandonare (Cascina Bianco), mentre in sinistra, hanno subito danni soprattutto le coltivazioni arboree (pioppeti).

3 - Area in sinistra idrografica, presso Frazione Cortereggio (Comune di S. Giorgio C.se): la frazione e la zona poco più a nord, presso la Cascina Pianura, sono interessate da approfondite erosioni in sponda sinistra e da alluvionamento, che in alcuni casi, hanno causato la distruzione di alcuni edifici (1920). Molte delle informazioni raccolte riguardano il progetto e l'edificazione di opere realizzate a difesa dell'abitato che spesso, nel corso di eventi successivi, sono state danneggiate.

4 - Area in sinistra idrografica, a ovest di Frazione Pratoregio (Comune di Chivasso): si sono registrati allagamenti diffusi su aree di pertinenza fluviale adibite ad uso agricolo che hanno interessato anche cascine, strade interpoderali e alcune abitazioni (1835, settembre 1993 e novembre 1994).

In Figura 3b sono visibili per questo settore, le aree maggiormente e ripetutamente interessate dai fenomeni sopra descritti.

In funzione delle informazioni disponibili, è stato inoltre eseguito un censimento dei danni alle principali opere di attraversamento, veri punti nevralgici della rete viaria. Gli eventi che hanno arrecato i danni maggiori ai ponti sono quelli del settembre 1993 e dell'ottobre 2000 (in alcuni casi le infrastrutture sono state danneggiate in entrambi gli eventi), soprattutto per quel che riguarda i crolli, sia parziali sia totali. Principalmente si sono avuti scalzamenti al piede e ribaltamenti delle pile di sostegno, scalzamenti ed erosioni delle spalle e dei rilevati stradali di accesso. Sulla base dei risultati ottenuti, sarebbe auspicabile effettuare un'analisi su tali opere, al fine di ottenere un quadro complessivo più approfondito sulle tipologie di ponti presenti, sugli interventi eseguiti e sui danni da questi subiti, al fine di poter progettare e realizzare adeguate opere di difesa.

5.4 Valori ed indicazioni idro-pluviometriche di riferimento

L'intervallo delle altezze di pioggia giornaliera che può prendersi come riferimento per l'attivazione di procedure di attenzione, è quello compreso fra i 100 mm ed i 130 mm/giorno. Per quanto riguarda invece le portate, i valori di attenzione dovrebbero essere attorno ai 600 m³/s per il Torrente Orco, nel suo tratto immediatamente a valle della confluenza con il Torrente Soana. L'utilizzo di tali dati, deve inoltre tener conto del fatto che il bacino presenta brevi tempi di concentrazione. L'analisi delle precipitazioni massime con durata 1÷5 giorni consecutivi e la caratterizzazione degli eventi pluviometrici effettuate nell'ambito di altri lavori, hanno consentito di tracciare le curve di possibilità climatica di ogni stazione, mettendo in evidenza tipologie di eventi predominanti, provocate da situazioni bariche ben definite (Nigrelli, 2005b). In base ai dati disponibili, per uno e due giorni consecutivi di pioggia, si hanno valori massimi a Piamprato (340,0 e 578,6 mm), mentre per i giorni da tre a cinque, questi valori si registrano a Rosone (rispettivamente 697,0; 716,8 e 736,0 mm). Le piogge da tre a cinque giorni consecutivi presentano valori comunque elevati anche a Ceresole Reale e a Piamprato. Lago Serrù è la stazione dove si registrano i valori più bassi di un giorno, mentre a Pont Canavese si hanno quelli relativi a due, tre, quattro e cinque giorni consecutivi. Va ricordato che i dati della stazione di Pont Canavese si fermano al 9 ottobre 2000, mentre per la stazione di Sparone non vi sono dati dal 26 settembre al 18 ottobre dello stesso anno, quindi l'evento pluviometrico del 13-16 ottobre 2000, estremamente importante ai fini di questo lavoro, non è stato registrato da queste due stazioni. Alla luce di quanto scritto al Paragrafo 3, è a nostro avviso utile riportare anche i dati rilevati da altri Autori che, per le piogge con durata 1÷5 giorni consecutivi, hanno identificato in Rosone il luogo in cui si sono osservati i valori più elevati (rispettivamente 413; 649; 816; 836; 856 mm; fonte Società Meteorologica Italiana).

La tipologia d'evento predominante evidenzia piogge di picco che si manifestano più frequentemente fra il secondo ed il terzo giorno, come già detto nel Paragrafo 3. Per gli eventi che hanno dato origine a fenomeni alluvionali, il giorno di picco è a volte traslato più avanti nel tempo (Tabella 3). Questa situazione, non risulta essere una delle peggiori da un punto di vista dinamico-evolutivo, poiché offre la possibilità di prendere provvedimenti, anche ad evento in corso, per far fronte al pericolo probabile.

Per questo e per altri bacini del Piemonte, sono tuttora in corso di svolgimento studi mirati all'identificazione delle soglie pluviometriche, con particolare riferimento nell'ambito di queste indagini, all'individuazione del parametro "tempo di ritorno", mediante l'analisi degli eventi storici e delle precipitazioni caratteristiche (ARPA Piemonte, 2005).

6. CONCLUSIONI

L'analisi integrata evento-fenomeno-danno ha messo in evidenza le zone ed i punti più critici dell'intero bacino, quando questo viene interessato da piogge che danno origine ad eventi alluvionali.

Un importante aspetto che è emerso in fase di analisi è quello inerente la ripetitività con la quale le aree vengono coinvolte, soprattutto nel tratto montano dell'area di studio. La Valle Orco e la Val Soana sono caratterizzate da specifici settori in cui il verificarsi di danni a seguito di alluvionamenti è pressoché costante (Figure 3a e 3b). Ciò significa che le zone critiche del settore montano del bacino sono ben individuate, di conseguenza le azioni da intraprendersi per la messa in sicurezza delle infrastrutture e la mitigazione del rischio idraulico e geologico dovrebbero essere intensificate e soprattutto ben dimensionate su queste porzioni di territorio.

Diversa sembra essere la situazione nel settore di pianura, dove i terreni agricoli assorbono gran parte dell'azione esercitata dalle acque in fase di esondazione. Non dimenticando i danni che su queste zone spesso avvengono, l'attenzione dovrebbe essere maggiormente indirizzata verso punti (o meglio aree ristrette) e non più verso zone nevralgiche, come detto per il settore montano del bacino. Praticamente le opere di attraversamento e le infrastrutture viarie, che sono ubicate nelle zone cosiddette di pertinenza fluviale, sono quelle che subiscono i danni più elevati e di conseguenza sono quelle che necessitano di attenzioni maggiori. A tale proposito, in base ai dati disponibili, le zone più vulnerabili risultano essere il ponte di Feletto sulla SP 41, per il quale la tipologia di danno più frequente è l'asportazione del rilevato in sinistra idrografica a causa di un alveo abbandonato del corso d'acqua; il ponte di Foglizzo sulla SP 40 per fenomeni riconducibili o ad erosioni spondali o ad esondazioni ed il ponte dell'Autostrada Torino-Aosta per erosione di fondo delle pile centrali.

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 ad una non correlazione fra massimi eventi pluviometrici ed eventi alluvionali (Nigrelli, 2005b). Questo è dovuto in principal modo alla diversa interazione di numerosi fattori (configurazione meteorologica, dinamica dell'evento, stagionalità, conformazione morfologica del territorio, diversa distribuzione delle piogge in funzione della quota e sul bacino, permeabilità del terreno, limite altimetrico pioggia-neve). 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. Questo conferma la difficoltà nel 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 da un elevato numero di variabili, che di volta in volta possono avere influenza diversa.

L'analisi integrata ad evento in corso delle informazioni provenienti da questi studi con quelle idro-pluviometriche e con quelle relative alle altre componenti territoriali del momento, è a nostro avviso una delle strade da seguire per poter ottenere scenari di pericolosità e di rischio da utilizzare durante le fasi di emergenza e per scopi di protezione civile.

Notazione

Si ringrazia la Regione Piemonte, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio e l'ARPA Piemonte, Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, per la disponibilità e per i dati forniti; la Società Meteorologica Italiana per le informazioni e i dati forniti. Un particolare ringraziamento al Dott. Mario Govi e alla Dott.ssa Paola Allegra, per gli utili suggerimenti forniti durante la revisione del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (2002) - Risorse Idriche Superficiali dei Principali Bacini della Provincia di Torino. Provincia di Torino, Settore Risorse Idriche, pp. 97 (dalla rete internet).
- Allegra P., Cristaldi F., Lollino G., Nigrelli G. (2002) - Rischio idrogeologico: applicazione di ArcView GIS per la pianificazione territoriale. Atti 6° Conferenza Nazionale ASITA "Geomatichia per l'ambiente, il territorio e il patrimonio culturale", pp. 119-124, Perugia, 5-8 novembre.
- Allegra P., Fadda M., Lollino G., Nigrelli G., Porpiglia M. (2003) - Web GIS application to an informatic territorial database for natural risk mitigation. 4° Congresso Europeo "Cartografia Geoscientifica Regionale e Sistemi Informativi, dati geoscientifici per la pianificazione territoriale", pp. 376-378, Bologna, 17-20 giugno.
- Allegra P., Audisio C., Lollino G., Nigrelli G. (2004) - Land-use planning and risk management: a multi-temporal GIS analysis applied to hydrogeological instability phenomena. Poster presentation, 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, 20-28 August.
- Audisio C. (2002) - Analisi geomorfologica dei conoidi di deiezione della Val Soana. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Torino, pp. 240.
- A.R.P.A Piemonte (2003) - Eventi alluvionali in Piemonte. Evento alluvionale regionale del 13-16 ottobre 2000. Settore Studi e Ricerche Geologiche, Sistema Informativo Prevenzione Rischi. AGES, Arti Grafiche Torino, pp. 327.
- A.R.P.A Piemonte (2005) - Dalla valutazione alla previsione dei rischi naturali. AGES, Arti Grafiche Torino, pp. 250.

- Badino G., Forneris G., Lodi E., Ostacoli G., Perosino G. C. (1995) - Il piano di gestione delle risorse idriche del Bacino dell'Orco. In "Elementi di Idrobiologia", Provincia di Torino, Edizioni EDA, pp. 367.
- Bocca P., Carraro F., Forno M. G. (1995) - Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (TO). Mem. Soc. Geol. It., 50, pp. 45-58.
- Brizzo N. (1998) - Alluvione ottobre 2000 in Valle Orco: influenza degli invasi idroelettrici AEM. NIMBUS, Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS, Anno VI, 3-4, pp. 49-52 (pubblicato nell'ottobre 2001).
- Castellano C., Mercalli L. (2004) - Caratterizzazione meteorologica degli eventi di piena e alluvionali in Provincia di Torino. Società Meteorologica Subalpina, Torino, 20 pp. (dalla rete internet).
- Compagnoni R., Elter G., Lombardo G. (1974) - Eterogeneità stratigrafica del complesso degli "gneiss minuti" nel Massiccio cristallino del Gran Paradiso. Suppl. Mem. Soc. Geol. It., 13-1, pp. 227-239.
- Comunità Montana Valli Orco e Soana – C.N.R. I.R.P.I. di Torino (2003) - Studio dei bacini dei Torrenti Orco, Soana e Bordone. Caratterizzazione idrologica e idraulica. Relazione finale, pp. 72 + CD.
- Fioraso G., Chiarle M. (1995) - Calcolo dei parametri morfometrici di bacini soggetti a colate detritiche torrentizie: problematiche incontrate e soluzioni adottate. C.N.R. I.R.P.I. di Torino, Memoria interna 95/5, pp. 19.
- Govi M., Turitto O. (1994) - Elementi per la valutazione della pericolosità idrogeologica nei bacini tributari del Fiume Po. In: Autorità di Bacino del Fiume Po "Atlante dei rischi idrogeologici per il bacino del Fiume Po". C.N.R. – I.R.P.I., R.T. 94/12.
- Leporati P., Mortara G., Giardino M. (2002) - L'assetto idrogeologico. In: "Studi propedeutici per il Parco Nazionale del Gran Paradiso", pp. 78-93.
- Luino F., Ramasco M., Susella G. (1993) - Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi. Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico – C.N.R. I.R.P.I. di Torino, G.N.D.C.I., Pubblicazione n 964, pp. 245.
- Mercalli L., Cat Berro D. (1998) - L'evento alluvionale del 13-17 ottobre 2000 nel bacino del Po: analisi pluviometrica. NIMBUS, Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS, Anno VI, 3-4, pp. 33-40 (pubblicato nell'ottobre 2001).
- Mercalli L., Cat Berro D. (2005) - Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. Società Meteorologica Subalpina, Torino, in stampa.
- Nigrelli G. (2005a) - Bacino idrografico del Torrente Orco: principali caratteristiche idrologiche e analisi integrata eventi-fenomeni-danni. I.R.P.I. Torino, Relazione interna, pp. 43.
- Nigrelli G. (2005b) - Analisi e proprietà degli eventi pluviometrici in Valle Orco. L'Acqua, 4, 45-54.
- Nigrelli G. (2005c) - Analysis and characteristics of pluviometric events in the Germanasca Valley (Italian Western Alps). Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, Vol. 28, in corso di stampa.
- Regione Piemonte (1991) - Carta Tecnica Regionale, scala 1:10000. Settore Cartografico, CD.
- Regione Piemonte (1993) - Prime note sull'evento alluvionale in Piemonte del 22/25 settembre 1993. A cura del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico.
- Regione Piemonte (1996) - Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte. A cura dell'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. Con la collaborazione del C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia, dell'Istituto di Idraulica Agraria dell'Università degli Studi di Torino e delle Risorse Idriche s.p.a. Torino, pp. 112.
- Regione Piemonte (1998a) - Distribuzione regionale di piogge e temperature. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 1, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, pp. 80.
- Regione Piemonte (1998b) - *Eventi alluvionali in Piemonte*. A cura dell'Assessorato Ambiente, Energia, Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo, Protezione Civile. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino, pp. 415.
- Regione Piemonte, Sistema Informativo Meteoidrografico ANTARES (1999a) - Banca Dati Meteoidrografica. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - CSI Piemonte, Manuale d'uso, pp. 12.
- Regione Piemonte (1999b) - Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n 7/LAP. Regione Piemonte-Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte, pp. 122.
- Regione Piemonte (2001a) - Sistema di Allertamento per Situazioni di Rischio Idrogeologico derivanti da Condizioni Meteorologiche Critiche. Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, User manual, pp. 73.
- Regione Piemonte (2001b) - Processo di Valutazione delle Condizioni Meteorologiche, Manuale d'uso per la consultazione del Bollettino Meteorologico per la Regione Piemonte. Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Manuale d'uso, pp. 13.
- Susella G., Zanolini F. (1996) - Rischi generati da grandi movimenti franosi – *Studio comparato di 4 siti nelle Alpi franco-italiane*. Programma INTERREG Italia – Francia, pp. 143-177.
- Tonini D. (1966) - Elementi di idrografia e di idrologia. Voll. I e II, Libreria Universitaria di Venezia, pp. 603+606.

- Tropeano D., Arattano M., Deganutti A.M., Luino F., Ciarmatori L., Dutto F. (1995) – L'evento alluvionale del 23-25 settembre 1993 in Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta: aspetti idrologici e geomorfologici. GEAM. Geoingegneria Ambientale e Mineraria, Anno 32, n 2-3, giugno-settembre, pp. 43.
- Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turitto O., Sorzana P., Negrini G., Arattano M. (1999) - Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale, Periodo 1975-1981. C.N.R.-G.N.D.C.I., Pubblicazione n 1927, pp. 279.
- Tropeano D., Turconi L. (1998) - Alluvione del 14-16 ottobre 2000 nell'Italia nord-ovest: cronaca di sintesi e commenti. NIMBUS, Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS, Anno VI, 3-4, pp. 53-85 (pubblicato nell'ottobre 2001).
- Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma, Annali idrologici, *parti prima e seconda, Studi e ricerche*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato.
- Varnes D.J., I.A.E.G. Commission on Landslides (1994) - Landslide hazard zonation – a review of principles and practice. UNESCO, Paris.
- Venturini G., (1995) - Geology, geochemistry and geochronology of the inner central Sesia zone (Western Alps - Italy). Mémoire du Géologie, Lausanne, n 25, pp. 148.

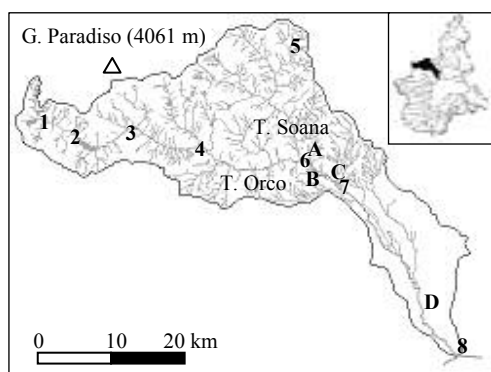


Figura 1 – Bacino idrografico del Torrente Orco. In evidenza il reticolo idrografico, le stazioni pluviometriche (numeri) ed idrometriche (lettere). Per le sigle vedere Tabella 2.

Figure 1 – Sketchmap of the Orco basin showing main streams, water-gauges (letters) and rain-gauges (numbers, see Table 2).

Tabella 1 - Principali parametri morfometrici del bacino e dell'asta fluviale (i calcoli sono stati effettuati mediante GIS, utilizzando come base cartografica la CTR della Regione Piemonte e facendo riferimento a Fioraso et al., 1995).

Table 1 - Main morphometric parameters of the Orco basin and the main stream, calculated by GIS techniques and Regione Piemonte Official Cartography (for the parameters definition, see Fioraso et al., 1995)

Bacino:		
Area	km ²	890
Perimetro	km	210
Lunghezza media	km	9,3
Fattore di forma		10,29
Quota massima (Punta il Roc)	m s.l.m.	4025
Quota minima (confluenza Orco-Po)	m s.l.m.	177
Pendenza media	gradi	27,1
Esposizione		E - NE
Asta fluviale:		
Lunghezza	km	85,7
Quota massima (Lago Agnel)	m s.l.m.	2303
Quota minima (confluenza Orco-Po)	m s.l.m.	177
Pendenza media	gradi	1,4

Tabella 2 - Principali caratteristiche delle stazioni pluviometriche e idrometriche (T: temperatura; P: precipitazioni).
 Table 2 - Main characteristics of the Orco basin water-gauges and rain-gauges (T: temperature; P: rainfall).

Stazioni	Coord. UTM-WGS84		Quota (m s.l.m.)	Periodo	Anni	Fonti dati
	Lat. N	Long. E				
pluviometriche:						
1 - Lago Serrù	5035777	354158	2275	1955÷2004 (T) 1955÷2004 (P)	43 43	ANTARES - SMS ANTARES - SMS
2 - Ceresole Reale	5031951	362831	1579	1934÷2004 (T) 1876÷2004 (P)	71 97	ANTARES - SMS ANTARES - SMS
3 - Noasca	5034846	368161	1062	1951÷1986 (T) 1913÷2004 (P)	35 91	RP ANTARES - SMS
4 - Rosone	5032581	376362	714	1951÷1986 (T) 1938÷2004 (P)	35 67	RP ANTARES - SMS
5 - Piamprato	5045799	388623	1550	1951÷1986 (T) 1913÷2004 (P)	35 80	RP ANTARES - SMS
6 - Pont Canavese	5030274	390081	461	1951÷1986 (T) 1928÷2000 (P)	35 66	RP ANTARES - SMS
7 - Cuorgnè	5027427	394136	413	1914÷1986 (T) 1901÷1986 (P)	68 74	RP - SMS SMS
8 - Chivasso	5002909	411963	183	1951÷1986 (T) 1878÷1991 (P)	35 77	RP SMS
idrometriche:						
A - T. Soana a Pont C.	5030737	390578	453	2000÷2004	5	ANTARES
B - T. Orco a Pont C.	5030048	391346	430	1928÷1976	45	UIPO
C - T. Orco a Cuorgnè	5027707	394653	414	1995÷2004	10	ANTARES
D - T. Orco a S. Benigno	5011075	406330	219	2000÷2004	5	ANTARES

Fonti dati: ANTARES Regione Piemonte, Sistema Informativo Meteoidrografico ANTARES, Banca Dati Meteoidrografica. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio.

RP Regione Piemonte, Distribuzione regionale di piogge e temperature. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 1, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra.

SMS Mercalli L., Cat Berro D. (2005) - Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. Società Meteorologica Subalpina, Torino, in stampa (dati dal sito www.nimbus.it/clima/Canavese/CartaStaz.asp).

UIPO Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma, Annali idrologici, parti prima e seconda, Studi e ricerche, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato.

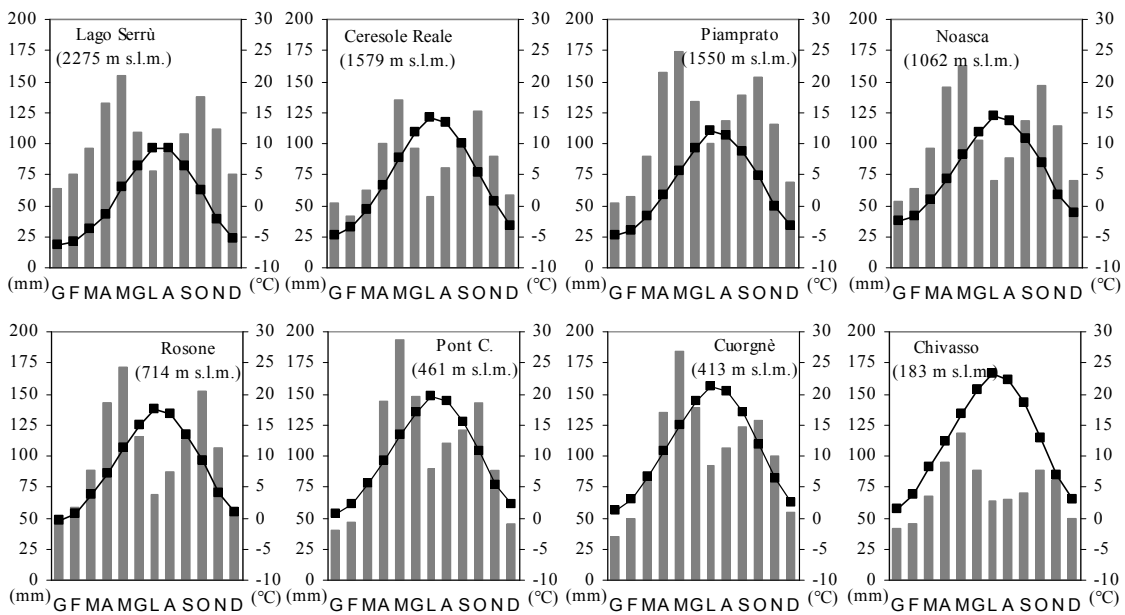


Figura 2 – Altezze di pioggia (istogrammi, mm) e temperature medie mensili (linee, °C).

Figure 2 - Monthly distribution of rainfalls (histograms, mm) and temperatures (lines, °C).

Tabella 3 – Principali parametri pluviometrici ed idrometrici relativi agli eventi alluvionali più importanti avvenuti nel bacino idrografico del Torrente Orco. Le altezze idrometriche contrassegnate con asterisco, sono state calcolate mediante equazione matematica ($y = 0,4215x^{0,3587}$) usando i valori di portata presenti in tabella, relativi allo stesso strumento (nd: dato non disponibile; gg: giorni totali di pioggia; gp: giorno di picco).

Table 3 – Main hydro-pluviometric parameters related to severe alluvial events in the Orco basin. The water level marked with star has been calculated with mathematical expression ($y = 0,4215x^{0,3587}$) using correlated discharge value (nd: no data; gg: total rainfall days; gp: peak day).

Evento	Dati pluviometrici:				Dati idrometrici al colmo di piena:				
	Stazione	P totale		P picco		Stazione	Data	Alt. idr.	Portata
		(mm)	(gg)	(mm)	(gp)			(m)	(m ³ /s)
13 ott. 2000	Rosone	748,8 ^a	8	320,2 ^b	6°	Cuorgnè	14 ott. 2000	4,29	1650
22 sett. 1993	Piamprato	583,4	5	187,8	3°	Pont C.se	24 set. 1993	5,80*	1500
5 nov. 1962	Piamprato	577,6	9	312,2	4°	Pont C.se	8 nov. 1962	5,44	1260
19 Ago. 1958	Piamprato	196,8	8	143,8	4°	Pont C.se	19 ago. 1958	3,88	474
12 giu. 1957	Ceresole Reale	457,2	11	90,4	9°	Pont C.se	14 giu. 1957	4,20	620
4 sett. 1948	Pont Canavese	262,8	3	118,0	1°	Pont C.se	4 set. 1948	5,14*	1070
25 sett. 1947	Rosone	286,6	4	219,0	3°	Pont C.se	26 set. 1947	5,74	1410
29 ott. 1945	Rosone	450,0	6	150,0	2°	Pont C.se	nd	5,26*	1140
8 sett. 1938	Sparone	267,8	4	227,0	3°	Pont C.se	10 set. 1938	4,90	970
24 sett. 1920	Sparone	365,8	6	170,0	3°	Foglizzo	24 set. 1920	3,00	1350

^a 748,8 mm fonte A.R.P.A. Piemonte; 870,0 mm fonte Società Meteorologica Italiana.

^b 320,2 mm fonte A.R.P.A. Piemonte; 413,8 mm fonte Società Meteorologica Italiana.

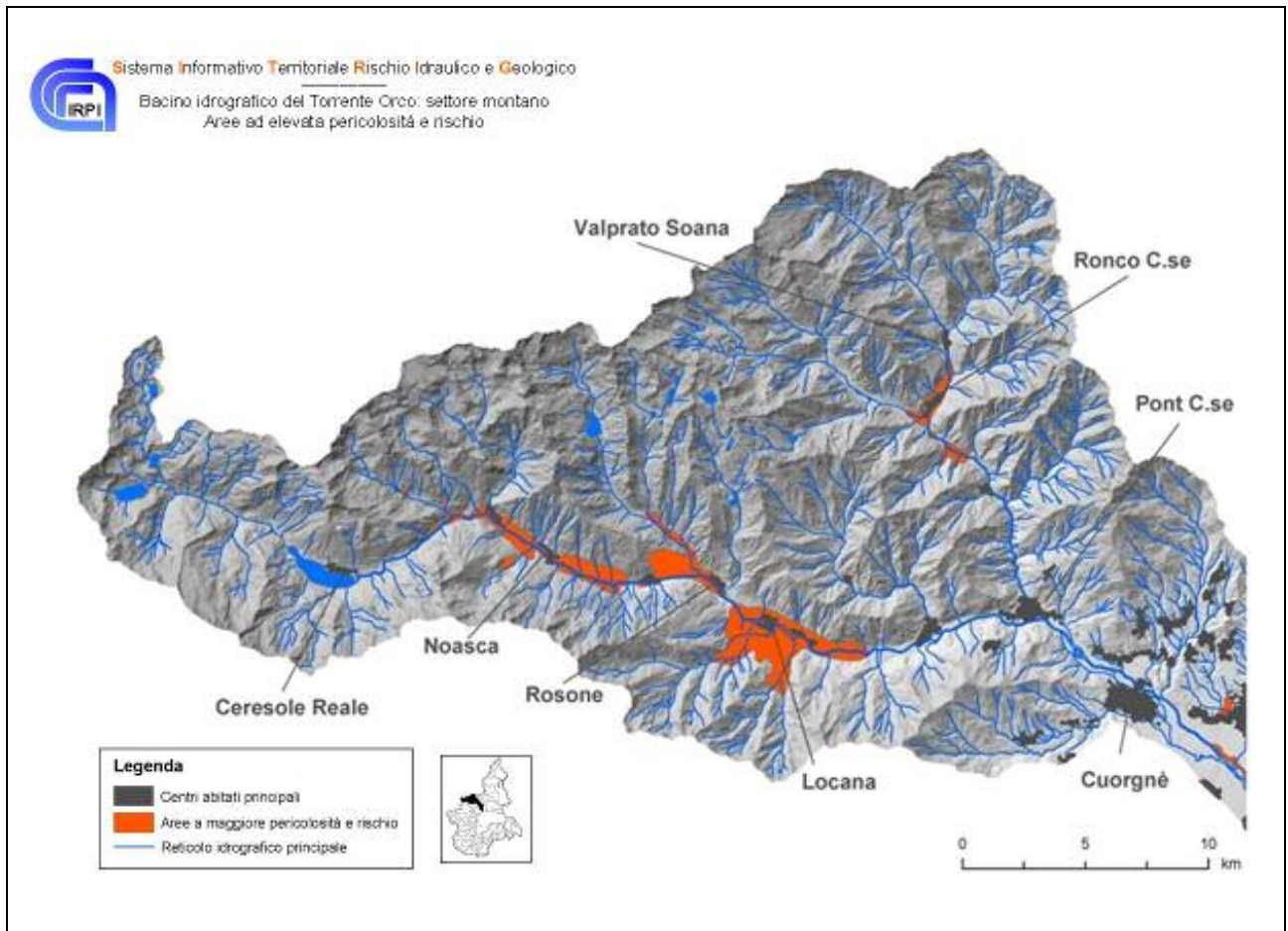


Figura 3a – Bacino idrografico del Torrente Orco, settore montano: individuazione delle principali aree ad elevata pericolosità e rischio. La base cartografica è un'immagine ombreggiata del modello digitale del terreno, azimut artificiale della fonte luminosa nord-ovest. Elaborazione eseguita con ESRI ArcGIS 8.2 su DTM Regione Piemonte, griglia a maglia regolare 50*50 m.

Figure 3a – Orco basin mountain sector: main high hazard and risk areas. In the background, Regione Piemonte DTM image, with NW artificial azimuth direction (ESRI ArcGIS 8.2 processing, grid 50*50 m).

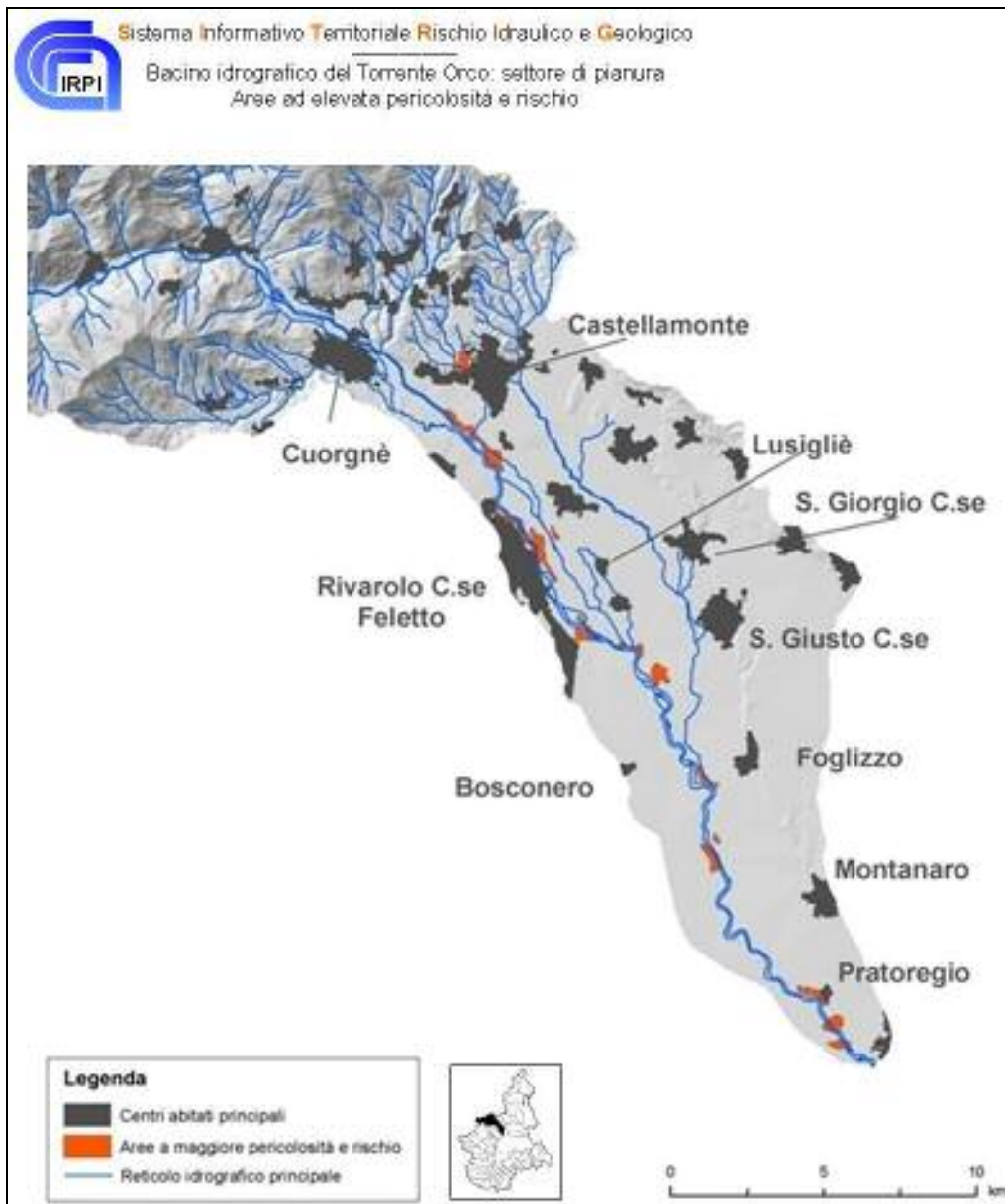


Figura 3b – Bacino idrografico del Torrente Orco, settore di pianura: individuazione delle principali aree ad elevata pericolosità e rischio. La base cartografica è un'immagine ombreggiata del modello digitale del terreno, azimut artificiale della fonte luminosa nord-ovest. Elaborazione eseguita con ESRI ArcGIS 8.2 su DTM Regione Piemonte, griglia a maglia regolare 50*50m.

Figure 3b - Orco basin plane sector: main high hazard and risk areas. In the background, Regione Piemonte DTM image, with NW artificial azimuth direction (ESRI ArcGIS 8.2 processing, grid 50*50 m).