



6

SCENARI DI RISCHIO ED EVENTI NATURALI

A cura di **Lidia Giacomelli**
e **Marco Cordola**
Regione Piemonte, Direzione Servizi
Tecnici di Prevenzione

I processi di instabilità quali frane, valanghe e alluvioni sono, in generale, eventi naturali. Se però viene coinvolto un territorio antropizzato questi processi possono avere conseguenze anche gravi. Per questo motivo, ai fini di un uso corretto del territorio, sono estremamente importanti le informazioni sui processi di instabilità naturale, sugli effetti morfologici e sui danni indotti, sia per individuare le aree ancora soggette a modellazione e, quindi da dichiarare non idonee a determinati utilizzi, attraverso vincoli, limitazioni d'uso, sia per salvaguardare l'esistente con opere strutturali efficaci ed efficienti, (opere difesa, regimazione, ecc), perchè realizzate partendo da un solido quadro conoscitivo. Alcune di queste base basi

dati, e, in particolare, quelle utilizzate per le elaborazioni dei capitoli seguenti, sono gestite dal Sistema Informativo Prevenzione Rischi (Settore Studi e Ricerche Geologiche – Sistema Informativo Prevenzione Rischi), in cui confluiscono le informazioni raccolte dalla Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione nell'espletamento delle attività di propria competenza.

6.1 GLI INDICATORI

6.1.1 FRANE E ALLUVIONI

(a cura di Gianfranca Bellardone - Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi)

6.1.1.1 Alcuni indicatori del dissesto

Il territorio regionale piemontese è stato ripetutamente interessato da eventi alluvionali e con pesanti conseguenze proprio nel passato più recente (l'anno 2000 rappresenterà in futuro una data di riferimento per l'intensità dei fenomeni e per l'estensione delle aree colpite, ma non si può dimenticare quanto accaduto, seppure su settori più limitati, nel maggio e nel giugno 2002).

I dati riportati nelle seguenti tabelle ed istogrammi rappresentano alcuni "indicatori" significativi relativi ai processi di instabilità naturale (frane e alluvioni) in Piemonte: tali dati sono raccolti ed orga-



nizzati nell'Archivio Processi-Effetti del Sistema Informativo Prevenzione Rischi (gestito dal Settore Studi e Ricerche Geologiche), in cui confluiscono

tutte le informazioni raccolte dalla Direzione regionale Servizi Tecnici di Prevenzione nell'espletamento delle attività di propria competenza.

Indicatori / Indici	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Anni di riferimento	Disponibilità dei dati	Andamento numerico	Stato Ambientale
Segnalazioni di dissesto (frane e alluvioni)	S/P	Numero	Comuni, province, regione, altri enti	2000	☺	↗	☹
Segnalazioni di dissesto che hanno provocato danni a edifici	S/P	Numero	Comuni, province, regione, altri enti	2000	☺	↗	☹
Vittime per frane e alluvioni	P	Numero	Comuni, province, regione, altri enti	2000	☹	↘	

Attraverso l'utilizzo sempre più ampio dei Sistemi Informativi Geografici il numero di questi "indicatori/indici" è destinato ad aumentare, come pure la loro tipologia: ad esempio il dato sulle aree inondate o sulle aree in frana potrebbe essere messo a confronto con il dato relativo alla superficie urbanizzata.

Un eventuale incremento del loro rapporto (area inondata/superficie urbanizzata) a fronte di un dato assoluto della superficie inondata pressoché costante in un intervallo di tempo piuttosto ampio evidenzerebbe la pericolosa tendenza ad occupare porzioni del territorio di pertinenza fluviale (con il conseguente ed inevitabile aumento dell'entità dei danni associati ai processi di piena fluviale), anche se non si ravvisa un analogo aumento nell'intensità del processo stesso in termini di portate e superfici interessate.

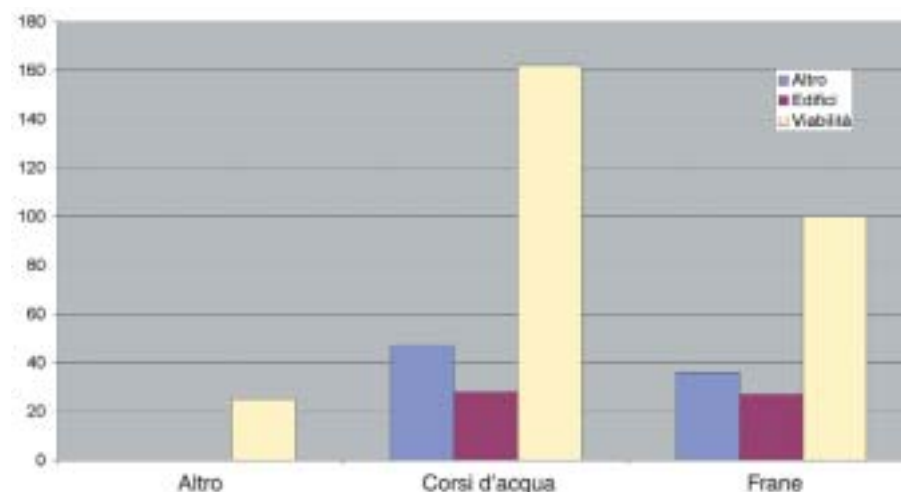
Mentre il dato relativo alle segnalazioni di dissesto è destinato ad aumentare nel tempo, in quanto oltre ad un potenziamento del sistema di raccolta e diffusione delle informazioni il sempre più rapido sviluppo delle attività antropiche inevitabilmente porterà ad una "interferenza" sempre più pesante con l'ambiente e con i processi morfodinamici che in esso si esplicano, il dato relativo alle vittime, pur essendo, come detto, sicuramente sottostimato, è ragionevolmente destinato a diminuire, almeno per eventi alluvionali di intensità ed estensione comparabile.

Basti pensare alle ultime due alluvioni che hanno colpito la regione Piemonte: a fronte di oltre 60 morti nell'alluvione del novembre 1994, nell'ottobre 2000 non si è raggiunta la decina, a testimonianza del miglioramento degli strumenti di previsione ed allertamento, ma anche dell'efficacia di una politica di pianificazione e gestione del territorio, in un'ottica di "prevenzione".

Le elaborazioni di seguito riportate si riferiscono all'anno 2000, perché proprio a partire dagli eventi di giugno ed ottobre è stata avviata, nell'ambito delle attività di sviluppo ed implementazione del nuovo Sistema Informativo Geologico, una nuova modalità di raccolta ed organizzazione delle informazioni sui dissesti.

Si è infatti proceduto ad una capillare raccolta e informatizzazione, attraverso uno specifico data-

Figura 6. 1 - Evento 10-14 giugno 2000.
Numero di segnalazioni di dissesto per tipologia di processo (frane e corsi d'acqua) e danno (edifici, viabilità, altro - infrastrutture, terreni, ecc.)



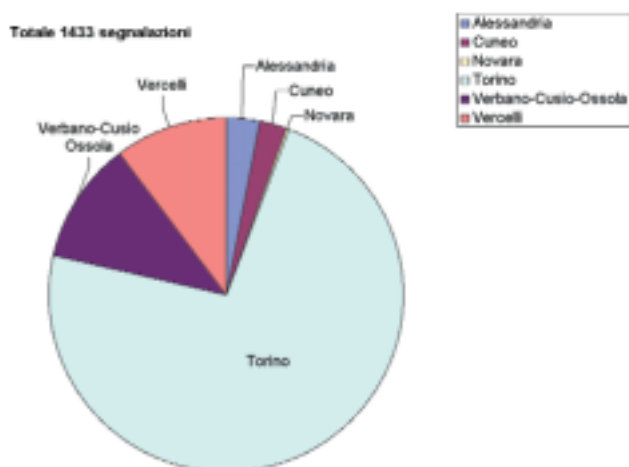
Fonte: Regione Piemonte



base, delle singole segnalazioni di dissesto conseguenti all'evento alluvionale (in corso di evento e nelle successive fasi di emergenza e post-emergenza), descrivendo e caratterizzando il singolo dissesto per tipologia di processo, effetti indotti, danni ed effettuando la georeferenziazione di quanto rilevato, realizzando, tramite applicativi GIS, coperture relative alle aree inondate, alle superfici in frana, ai danni.

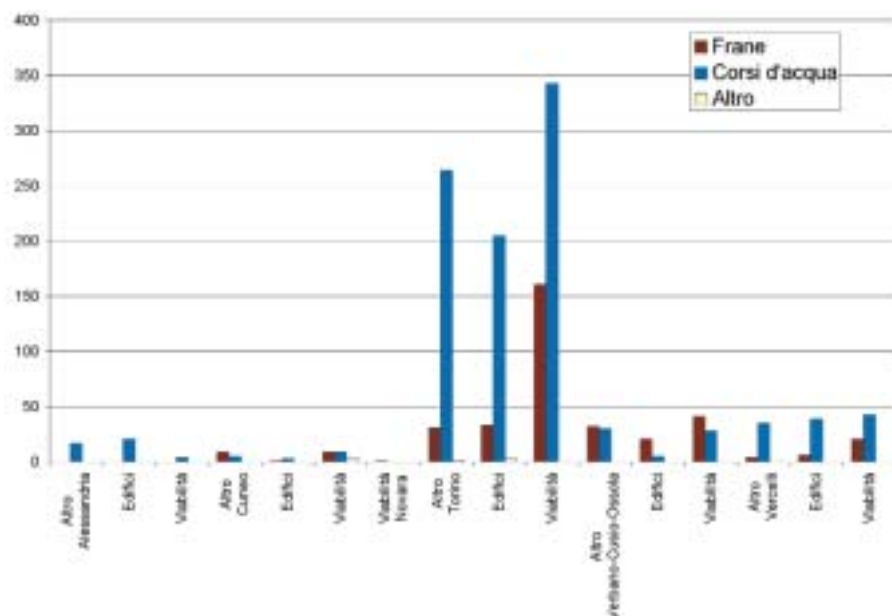
Per quanto riguarda invece l'evento del 13-16 ottobre 2000, ben più grave per intensità dei fenomeni ed estensione delle aree colpite, su un totale di oltre 1400 segnalazioni di dissesto si può osservare come la più colpita sia stata la Provincia di Torino, sempre con un'incidenza nettamente maggiore dei processi associati ai corsi d'acqua rispetto ai movimenti di versante (figure 6.2 –6.3)

Figura 6. 2 – Evento 13-16 ottobre 2000.
Segnalazioni di dissesto con suddivisione provinciale



Fonte: Regione Piemonte

Figura 6. 3 - Evento 13-16 ottobre 2000.
Numero di segnalazioni di dissesto per tipologia di processo (frane e corsi d'acqua) e danno (edifici, viabilità, altro – infrastrutture, terreni, ecc.)



Fonte: Regione Piemonte

men ed estensione delle aree colpite, su un totale di oltre 1400 segnalazioni di dissesto si può osservare come la più colpita sia stata la Provincia di Torino, sempre con un'incidenza nettamente maggiore dei processi associati ai corsi d'acqua rispetto ai movimenti di versante (figure 6.2 –6.3)

6.1.1.2 Analisi dei dati su eventi alluvionali che hanno colpito il territorio regionale: esempio di elaborazione in funzione delle zone di allertamento

L'obiettivo dell'analisi è quello di verificare, a livello regionale, in quale stagione i processi di instabilità, classificati in due macrocategorie (processi lungo i versanti e legati ai corsi d'acqua), siano stati più frequenti.

Le informazioni sono state analizzate in funzione delle 10 zone di allertamento in cui è divisa la regione Piemonte (Figura 6.4), e cioè "gli ambiti territoriali caratterizzati da una risposta meteorologica e/o idrologica omogenea in occasione dell'insorgenza del rischio" (Regione Piemonte, Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio)

Sono stati utilizzati i dati residenti nel Sistema Informativo Geologico riferiti ai processi di instabilità naturale verificatisi sul territorio regionale nel XX secolo, per i quali fossero noti la tipologia di processo, l'anno e il mese di accadimento (circa 10.000 informazioni, su un campione di 15.000 riferito agli ultimi tre secoli).

Poiché a partire dal 2000 il criterio di raccolta e di organizzazione delle informazioni è cambiato, a seguito delle attività di revisione del Sistema Informativo Geologico, la base dati utilizzata non tiene conto degli ultimi eventi alluvionali (in particolare giugno e ottobre 2000). Infatti per questi due eventi i dati provengono essenzialmente da rilievi diretti e le segnalazioni sono organizzate non tanto per località colpita, ma per singolo danno/processo. Una sintesi di quanto accaduto con indicazione della distribuzione geografica delle aree colpite è già stata proposta nel precedente volume.

Figura 6.4 - Zone di allertamento

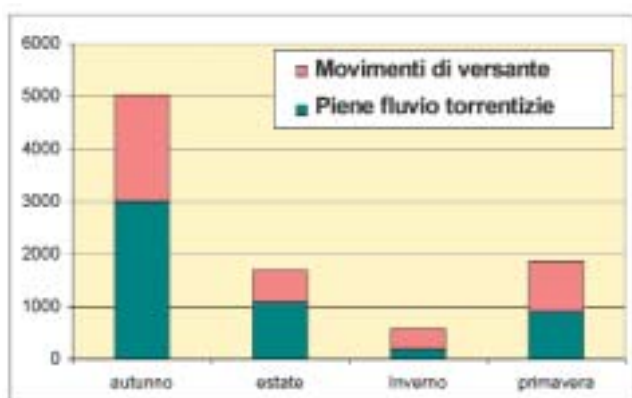


Fonte: Regione Piemonte

L'analisi condotta a scala regionale coglie solo alcuni aspetti per una classificazione del territorio in funzione dei processi di instabilità: non ha quindi la pretesa di essere esaustiva, ma può fornire alcuni interessanti spunti di riflessione.

A scala regionale emerge (figura 6.5) che, su base stagionale, il 55% delle segnalazioni di dissesti ricade nel periodo autunnale, seguito dal periodo primaverile (21%), estivo (18%) ed invernale (6%). Per quanto riguarda l'incidenza dei processi, in

Figura 6.5 - Numero di segnalazioni per stagione (periodo 1900,1990)



Fonte: Regione Piemonte

autunno ed estate sono prevalenti le segnalazioni relative ai fenomeni di piena (rispettivamente 60% e 64%), mentre in primavera ed in inverno sono maggiormente rappresentati i movimenti di versante (52%, 67%).

Se si analizzano le informazioni tenendo conto anche dell'ambiente (pianura, ambiente alpino, colline terziarie) in cui tali fenomeni si manifestano, si osserva come, in ambiente alpino, i dati rispecchiano la distribuzione regionale dei processi (cioè prevalenza in autunno di processi fluvio-torrentizi, in inverno di movimenti di versante), mentre sui rilievi costituiti dai litotipi terziari (Collina di Torino, Langhe, Roero, Monferrato, ecc.) prevalgono nettamente i processi lungo i versanti.

La pericolosità dei processi di instabilità naturale è direttamente proporzionale alla loro rapidità di evoluzione. In generale i fenomeni di piena hanno tempi di propagazione che possono andare da minuti/ore a giorni. Analogamente le frane possono avere movimenti con evoluzione estremamente lenta (per esempio le colate in roccia) o rapidissima (crolli, colate rapide in materiali sciolti). Pertanto all'interno sia dei processi fluvio-torrentizi, sia dei processi di versante, si possono trovare fenomeni che evolvono a velocità estremamente differenti, in funzione, per i primi, soprattutto della pendenza e dell'area del bacino, e per i secondi, dell'assetto geostrutturale e dei litotipi coinvolti.

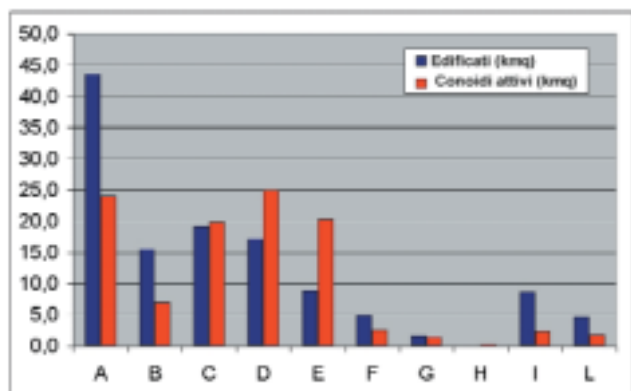
Come indicatore della velocità di evoluzione dei processi si è utilizzata indirettamente la pendenza, suddividendo il territorio piemontese in due grandi classi: la prima, rappresentata dalla pianura e dai fondovalle, è interessata generalmente da fenomeni di piena, che si propagano con tempi che possono essere quantificati in ore/giorni; la seconda classe, che raggruppa i versanti, le incisioni lungo i versanti e gli apparati conoidali, è interessata sia da processi torrentizi con tempi di evoluzione anche rapidissimi (dai minuti alle ore), sia da fenomeni franosi che, per certe tipologie di movimento, possono innescarsi ed esaurirsi anch'essi in pochi minuti o addirittura secondi.

Analizzando i dati in quest'ottica emerge che il 59% delle segnalazioni ricade nella seconda classe e cioè in quella che comprende i fenomeni fluvio-torrentizi a rapida evoluzione e i movimenti di versante.

Se si analizzano i processi legati alla classe che raggruppa i versanti, le incisioni a forte pendenza, o i conoidi, distinguendo quelli in zona alpina da quelli lungo le colline del Bacino Terziario Piemontese, si rileva come in entrambi i casi prevalgano



Figura 6. 6 - Aree (km²) occupate da settori di conoide attivi (rosso) per zona di allertamento e da aree edificate (blu) che si sviluppano in tutto o in parte di settori di conoidi attivi o in prossimità di essi (da elaborazione coperture numeriche, Regione Piemonte, 1996, 1990)

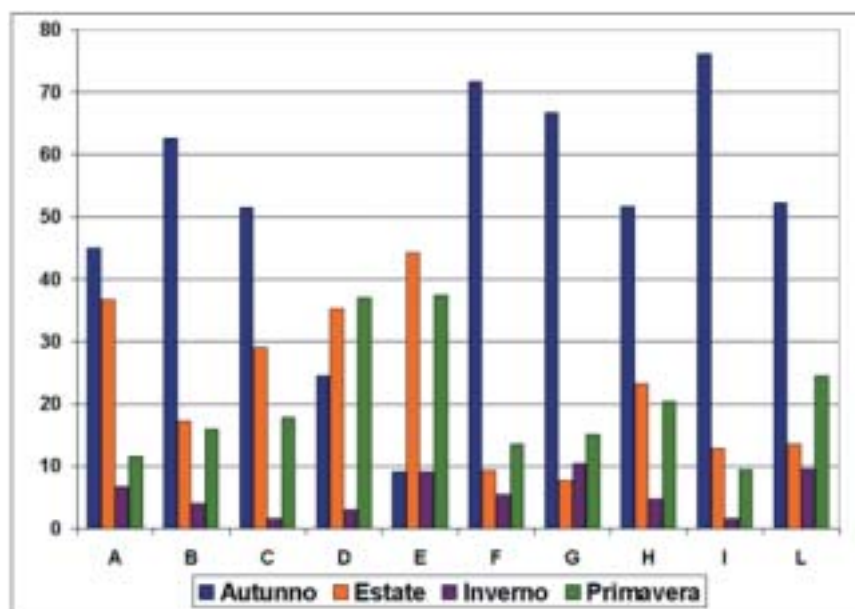


Fonte: Regione Piemonte

le segnalazioni riferite ai fenomeni franosi, però con percentuali nettamente differenti: lungo i rilievi terziari le segnalazioni per processi di versante sono il 92%, mentre sui rilievi alpini il valore è del 63%, cui si associano con incidenza significativa i processi legati ai corsi d'acqua a forte pendenza e che sviluppano apparati conoidali.

Dato che in ambiente alpino gli apparati conoidali sono spesso sede zone edificate, tali aree devono essere particolarmente monitorate, soprattutto tenendo conto dell'estrema pericolosità dei processi che ivi si manifestano (Figura 6.6).

Figura 6. 7 - Distribuzione stagionale delle segnalazioni per il periodo 1900-1999, (percentuale rispetto al totale delle segnalazioni per area)



Fonte: Regione Piemonte

Per quanto riguarda l'analisi dell'incidenza delle singole tipologie di movimento gravitativo, sia territorialmente sia stagionalmente, questa comporterebbe uno studio complesso, che richiederebbe informazioni che non sono ricavabili dalla base dati utilizzata: per questo motivo ed a solo titolo di esempio è stata analizzata la distribuzione stagionale delle frane per crollo, e cioè per una tipologia di movimento estremamente rapida.

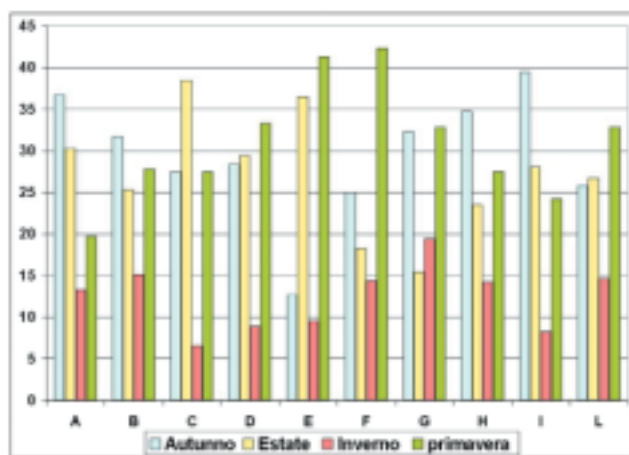
Le segnalazioni di frane per crollo rappresentano, per il periodo considerato, circa il 15% del totale delle segnalazioni per movimenti di versante. In ambiente alpino la percentuale sul totale delle segnalazioni per movimenti di versante sale al 29%, mentre sulle colline terziarie la percentuale si attesta intorno al 6%. Analizzando la distribuzione stagionale dei crolli si osserva una ripartizione abbastanza omogenea, nelle quattro stagioni.

In conclusione, partendo dalle informazioni sulle singole località danneggiate, emerge che per 8 zone di allertamento su 10, l'autunno rappresenta, considerando il periodo tra il 1900 e il 1999, la stagione con la percentuale più elevata di segnalazioni. Solo per la Zona D e la Zona E si registra uno scostamento, con percentuali massime, per la zona D, nel periodo primaverile (anche se solo di pochi punti superiore alla percentuale nel periodo estivo) e, per la Zona E, nel periodo estivo (Figura 6.7).

Se si analizzano gli eventi (le segnalazioni vengono "raggruppate" per mese e anno) senza riferimento né all'estensione dell'area colpita (rappresentata dal numero di località colpite per evento), né alla gravità dei danni e degli effetti indotti, si osserva che solo per quattro zone la percentuale massima degli eventi si colloca nel periodo autunnale, (zone A, B, H, I) (Figura 6.8). Per la Zona C il numero massimo degli eventi si rileva in estate, per le zone D, E, F, G, L il massimo invece è nel periodo primaverile. Inoltre raggruppando tutti gli eventi per stagione, si osserva che i periodi primaverili, autunnale ed estivo presentano percentuali simili sul totale degli eventi, variabili tra il 30% (autunno e primavera) e il 27% (estate), mentre la percentuale degli eventi invernali è mi-



Figura 6.8 - Distribuzione stagionale degli eventi per il periodo 1900-1999 (percentuale rispetto al totale degli eventi per area)

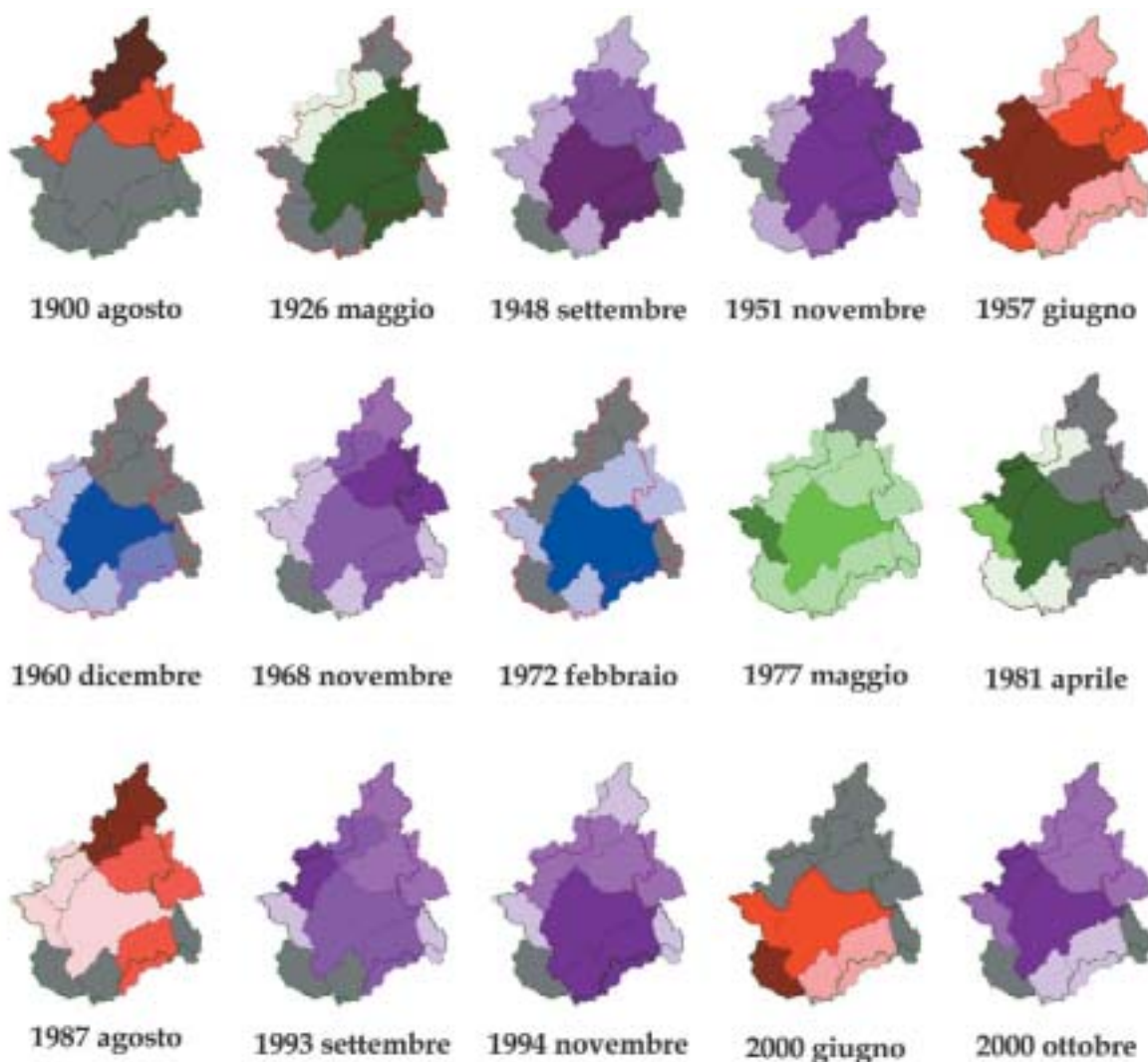


Fonte: Regione Piemonte

nore (13%), considerando invece il numero totale di segnalazioni si osserva che la percentuale riferita all'autunno supera il 50% del totale.

Ciò è dovuto al fatto gli eventi meteorici del periodo autunnale possono interessare anche aree molto vaste, provocando piene straordinarie dei principali corsi d'acqua, sia lungo i fondovalle, sia in pianura e, di conseguenza, sono registrati con un maggior numero di segnalazioni. In estate, sono frequenti gli eventi meteorici più localizzati e caratterizzati da piogge brevi e intense, che possono scatenare processi di instabilità estremamente violenti in piccoli bacini quali, ad esempio, piene torrentizie e trasporti in massa lungo i tributari minori. Generalmente questi eventi sono registrati da un numero più limitato di segnalazioni,

Figura 6.9 - Distribuzione di alcuni dei principali eventi alluvionali del XX secolo, in funzione delle zone di allertamento. La densità delle informazioni è rappresentata dalla gradazione dei colori, che diventano più scuri con il crescere del numero di segnalazioni. In grigio le zone nelle quali, per quel determinato evento, non si hanno segnalazioni



Fonte: Regione Piemonte



anche se possono essere estremamente pericolosi e causare gravi danni.

Per quanto riguarda le singole zone di allertamento, da quanto fin qui descritto, ne deriva che la loro risposta agli eventi meteorologici in termini di processi d'instabilità naturale sarà condizionata dalla loro "appartenenza ambientale" che riassume le caratteristiche geologiche e geomorfologiche delle varie zone, ovvero se si sviluppano in ambiente alpino, collinare terziario o in pianura (figura 6.9).

6.1.2 VALANGHE

(A cura di Andrea Berteà e Marco Cordola - Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio)

Indicatori / Indici	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Anni di riferimento	Disponibilità dei dati	Andamento numerico
Incidenti	S/P	Numero	Puntuale	1984-2001	☺	↗
Vittime	S/P	Numero	Puntuale	1984-2001	☺	↗

Tabella 6. 1 - Incidenti da valanga in Piemonte dal 1984 al 2001. Dati pervenuti al Settore Meteoidrografico della Regione Piemonte relativi agli incidenti da valanga con il coinvolgimento di persone, verificatisi negli ultimi 17 anni (dal 1984-85 al 2000-01)

stagione	incidenti noti	vittime	categoria delle vittime
1984-85	n.p.	3	sci alpinisti
1985-86	9	5	3 sci alpinisti - 2 escursionisti
1986-87	0	0	/
1987-88	7	4	sci alpinisti
1988-89	0	0	/
1989-90	1	1	sci alpinisti
1990-91	3	11	escursionisti
1991-92	2	1	sci alpinisti
1992-93	1	0	/
1993-94	4	5	3 alpinisti - 2 scialpinisti
1994-95	3	0	/
1995-96	4	2	sci alpinisti
1996-97	2	0	/
1997-98	1	2	alpinisti
1998-99	2	1	sci alpinisti
1999-00	4	4	alpinisti
2000-01	9	10	1 escursionista con motoslitta 5 sci alpinisti 4 sciatori fuori pista

Fonte: Regione Piemonte

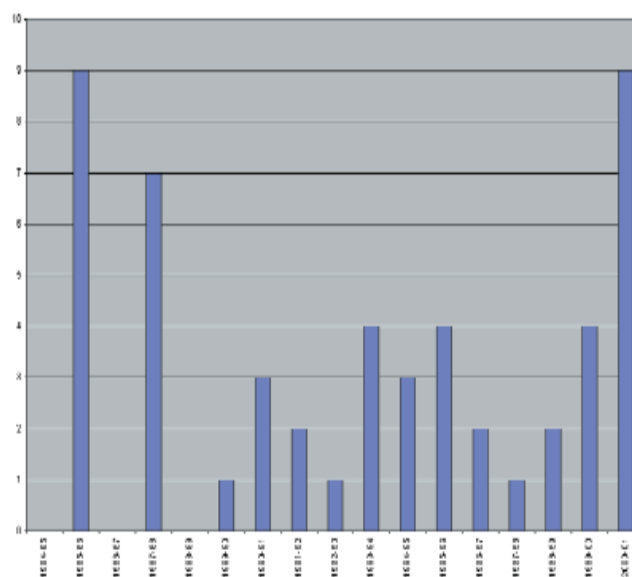
6.1.2.1 Gli incidenti da valanga

In Piemonte i dati sugli incidenti da valanga, forniti dalla principale organizzazione preposta alla prevenzione e al soccorso in montagna, il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico (C.N.S.A.S.), sono raccolti dal Settore Meteoidrografico regionale.

I dati vengono elaborati per una statistica relativa a tutto l'arco alpino italiano dall'A.I.Ne.Va. (Associazione Interregionale Neve e Valanghe), attraverso l'analisi dei dati forniti dalle Regioni e Province autonome aderenti all'Associazione. Per ogni incidente, oltre alla registrazione del numero dei travolti e delle eventuali vittime, viene effettuata una analisi della dinamica dell'evento e delle condizioni meteonivometriche predisponenti. Nella **tabella 6.1** sono indicati gli incidenti segnalati dal 1984 al 2001, con le relative vittime e la loro categoria di appartenenza.

Dall'analisi dei dati (figura 6.10) emerge il fatto che nel corso dell'ultima stagione il numero di incidenti (9) ha eguagliato quello verificatosi nella stagione 1985-86, ma il numero di vittime complessivo è risultato doppio (10 vittime rispetto a 5).

Figura 6. 10 - Numero di incidenti da valanga in Piemonte dal 1984 al 2001



Fonte: Regione Piemonte

Un elemento che può essere messo in relazione con l'elevato numero di incidenti è rappresentato dall'innevamento della stagione; infatti il totale di neve fresca caduta nel corso della stagione 2000-2001 risulta superiore all'innevamento medio sull'arco alpino piemontese del periodo a cui si riferisce l'analisi dei dati sugli incidenti. Una conseguenza, seppure indiretta, è rappresentata dal fatto che un buon innevamento favorisce una più ampia pratica di attività di sci alpinismo o di sci fuori pista, con conseguente aumento del numero di persone che si espongono al rischio di essere travolti da una valanga.

Occorre comunque precisare che la causa primaria degli incidenti va ricercata, oltre che nel comportamento spesso imprudente dei travolti, nella presenza, all'interno del manto nevoso, di caratteristiche d'instabilità latente che dipendono dalle

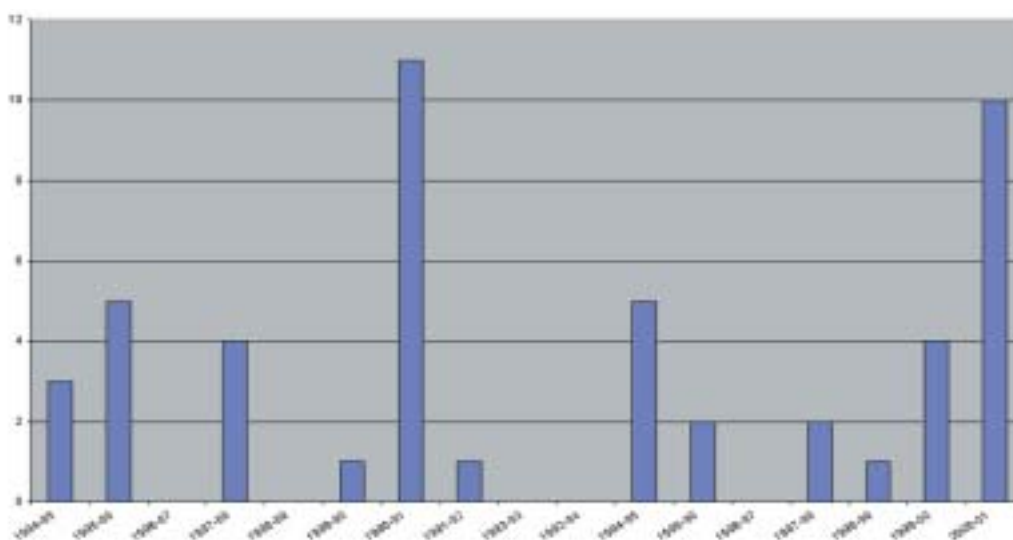
modalità di deposizione della neve al suolo, avvenuta magari in presenza di forte attività eolica, e dal metamorfismo del manto nevoso in relazione alle condizioni meteo-climatiche della stagione.

6.1.2.2 Le vittime da incidenti di valanga

In Piemonte negli ultimi 17 anni il numero complessivo di vittime per valanghe è pari a 49, con una media di circa 3 per stagione (figura 6.11, 6.12).

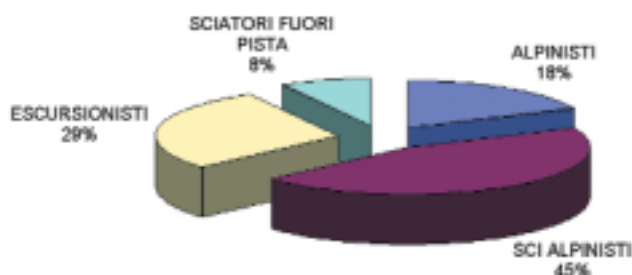
Rispetto a questa media si discostano i dati relativi alla stagione 1990-91 (11 vittime di cui 9 in un unico incidente) e quelli della stagione 2000-01 (10 vittime di cui la metà in due soli incidenti). L'ultima stagione si caratterizza quindi per un elevato numero di incidenti e di vittime imputabili da un punto vista generale a diffuse e perduranti condizioni d'instabilità latente del manto nevoso, corre-

Figura 6. 11- Numero di vittime da valanga in Piemonte dal 1984 al 2001



Fonte: Regione Piemonte

Figura 6. 12 - Vittime da valanga in Piemonte dal 1987 al 2001 suddivise per categoria di attività



Fonte: Regione Piemonte

labili con le caratteristiche d'innevamento della stagione.

La statistica evidenzia infine come gli incidenti con vittime si verificano negli ambienti non controllati, mentre in quelli controllati (piste da sci, strade e centri abitati) non si contano casi nel periodo considerato; occorre segnalare a questo proposito come le vittime da valanga piemontesi della stagione 2000-2001 annoverino al loro interno la categoria degli sciatori fuori pista, che finora non era comparsa nelle statistiche.

6.2 SISTEMI DI CONTROLLO

6.2.1 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI RISCHI NATURALI NELLA REGIONE PIEMONTE

(A cura della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio)

6.2.1.1 La sala situazione rischi naturali

La Sala Situazione Rischi Naturali è la struttura operativa istituita (in base alla L.225/92 e L.R.44/00) per la previsione e prevenzione degli eventi naturali in Piemonte, mediante il monitoraggio costante 365 giorni all'anno dei fenomeni nivologici, meteorologici e idrologici regionali.

Per la sua attività dispone di specifici strumenti operativi:

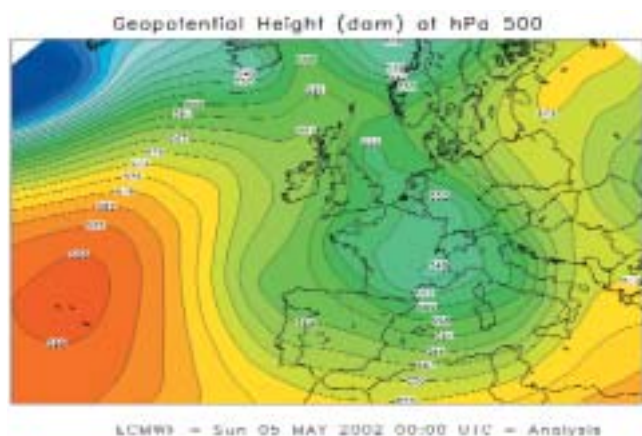
- i modelli numerici
- i radar meteorologici
- l'autosonda
- la rete meteoidrografica automatica
- la rete nivometrica

I modelli numerici

I modelli numerici, per le previsioni meteorologiche a breve ed a medio termine (**figura 6.13**), a partire dalle osservazioni in quota ed al suolo disponibili ad un dato istante (ora di inizializzazione), integrano numericamente le equazioni che governano l'atmosfera terrestre, calcolando in tal modo l'evoluzione futura dei parametri atmosferici.

L'integrazione numerica viene effettuata su tutta l'atmosfera terrestre (modelli GCM, a circolazione globale) o su una porzione di essa (modelli LAM, ad area limitata).

Figura 6. 13 - Quadro sinottico



Fonte: Regione Piemonte

I modelli GCM consentono di valutare l'evoluzione della situazione meteorologica a grande scala mentre i modelli ad area limitata, aventi una risoluzione orizzontale più fine dei precedenti, permettono di prevedere in maniera più dettagliata i fenomeni aventi una variabilità a scala spaziale e temporale ridotta (quali per esempio i parametri superficiali).

Il servizio di previsione meteorologica della Regione Piemonte acquisisce quotidianamente i prodotti dei seguenti modelli:

- 1) Modelli GCM, entrambi sviluppati dall'ECMWF di Reading (GB):
 - a) Modello ECMWF deterministico;
 - b) Modello EPS (Ensemble Prediction System), i cui campi prodotti permettono di stimare la distribuzione di probabilità dei parametri per le scadenze temporali più lunghe
- 2) Modelli ad area limitata:
 - a) LAMBO (idrostatico), prodotto da SMR-Emilia Romagna;
 - b) Lokal Modell (non idrostatico) elaborato dal "Deutscher Wetterdienst" di Offenbach (Germania);
 - c) LAMI (non idrostatico); la Regione Piemonte partecipa allo sviluppo di tale modello ad area limitata di nuova generazione e ad alta risoluzione, in collaborazione con l'Aeronautica Militare Ufficio Generale per la Meteorologia, l'ARPA SMR della Regione Emilia Romagna, i Servizi Meteorologici di Germania, Svizzera e Grecia.

La presenza di incertezza nelle previsioni numeriche, di errori nella condizione iniziale che vengono propagati nel tempo, a volte la mancanza di una definizione sufficiente, impongono un lavoro di interpretazione e validazione, ai fini del quale risulta molto utile confrontare le elaborazioni di diversi modelli. Negli ultimi anni il servizio di previsione meteorologica si è specializzato per fornire, oltre alle previsioni quantitative di precipitazioni sul territorio regionale, al fine di determinare condizioni di rischio idrogeologico, previsioni specifiche a supporto delle attività agricole, della valutazione della qualità dell'aria, di eventi sportivi di rilievo.

I radar meteorologici

I radar meteorologici, per il monitoraggio e le previsioni a brevissima scadenza sia in ambito meteorologico che in quello idrologico, situati sulla collina di Torino (Bric della Croce) e nell'Appennino Ligure-Piemontese sul Monte Settepani in comune di Calice Ligure (SV) (**figura 6.14**)

Figura 6. 14 - Il radar meteorologico della Regione Piemonte presso il Bric della Croce, in comune di Pecetto (TO)



Fonte: Regione Piemonte

Figura 6. 15 - Stazione idrometrica



Fonte: Regione Piemonte

L'autosonda

L'autosonda, per i sondaggi termodinamici dell'atmosfera (misure della pressione, temperatura, umidità e vento), presso l'Aeroporto di Cuneo Levaldigi.

La rete meteoidrografica automatica

La rete meteoidrografica automatica, per le telemissioni operative sul territorio. Consta di 341 stazioni raggruppabili in 4 tipologie fondamentali: stazioni pluviometriche, meteorologiche, nivometriche, idrometriche (**figura 6.15, tabella 6.2**)

La rete nivometrica

La rete nivometrica, per il monitoraggio e la previsione meteonivometrica e del pericolo di caduta valanghe. Oltre alle 28 stazioni della rete automatica, che rilevano e trasmettono quotidianamente alla Sala Situazione Rischi Naturali informazioni concernenti le condizioni meteo-climatiche locali e le caratteristiche del manto nevoso, sono presenti

una cinquantina di stazioni di osservazione manuale.

Inoltre specifici dati sulla struttura interna del manto nevoso vengono rilevati settimanalmente, da personale del Parco Naturale regionale delle Alpi Marittime, di quello della Val Troncea, dell'Alpe Veglia e Devero e del Parco Nazionale Gran Paradiso, nonché da parte di personale del Consorzio Forestale Alta Valle Susa di Oulx, per fornire ai previsori utili indicazioni sulla stabilità del manto. Grazie ad un'apposita convenzione stipulata tra la Regione ed il Collegio regionale Guide alpine Piemontesi, da alcuni anni analoghi rilievi vengono realizzati da guide alpine qualificate su siti di alta quota.

Quotidianamente viene operato uno scambio di informazioni con l'analogo servizio francese svolto da MétéoFrance, sia per quanto riguarda i bollettini previsionali che per i dati nivometrici rilevati sui rispettivi territori di competenza.

Tabella 6. 2 - Configurazione attuale della rete integrata sull'intero bacino idrologico piemontese del fiume Po

BACINO PIEMONTESE DEL PO					
stazioni	regione Piemonte	regione Valle d'Aosta	regione Liguria	dipartimento servizi tecnici nazionali (Piemonte, Liguria, Valle d'Aosta)	totale
TERMOPLUVIOMETRICHE	130	10	5	15	160
METEOROLOGICHE	57				57
NIVOMETRICHE	22	6			28
IDROMETRICHE	45	3	4	44	96
TOTALE	235	19	9	59	341

Fonte: Regione Piemonte



6.2.1.2 Il sistema di allertamento per situazioni di rischio idrogeologico

A partire dal 2002 la Regione Piemonte, tramite la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, fornisce al Dipartimento per la Protezione civile nazionale il modello di gestione delle situazioni di rischio meteo-idrogeologico sull'intero territorio italiano.

Le procedure di previsioni meteorologiche e di allertamento della popolazione e degli enti locali preposte in caso di emergenza, che la Regione Piemonte ha messo a punto negli ultimi anni con efficacia, come dimostrato ad esempio in occasione dell'alluvione dell'autunno 2000, diventeranno il modello che il Dipartimento seguirà per la predisposizione del sistema di allertamento nazionale. Ricorrendo all'utilizzo integrato dei sistemi di prevenzione e modellistica meteorologica, delle reti di monitoraggio convenzionali e dei radar meteo, potrà così definire l'evoluzione delle perturbazioni secondo aree omogenee, stabilire le soglie di attenzione e di allerta, individuare gli scenari di rischio associati.

6.2.1.3 Sistemi di controllo dei movimenti franosi in Piemonte

(A cura di Carlo Troisi, Nicoletta Negro - Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico)

La Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione gestisce, tramite il Settore Progettazione Interventi Geologico Tecnici e Sismico, una rete di controllo strumentale su numerosi fenomeni franosi in Piemonte. Nella grande maggioranza dei casi i controlli riguardano fenomeni la cui evoluzione potrebbe interessare nuclei abitati.

Le strumentazioni permettono di verificare lo spostamento del terreno in superficie e in profondità, nonché l'evoluzione della falda superficiale. Questi dati sono di primaria importanza per poter proporre interventi di consolidamento, per verificarne l'efficacia, per poter assumere provvedimenti amministrativi o consigliare altre amministrazioni pubbliche a riguardo.

Nell'ambito della gestione della rete di controllo strumentale, il Settore si è occupato di proporre l'installazione nella maggior parte dei si-

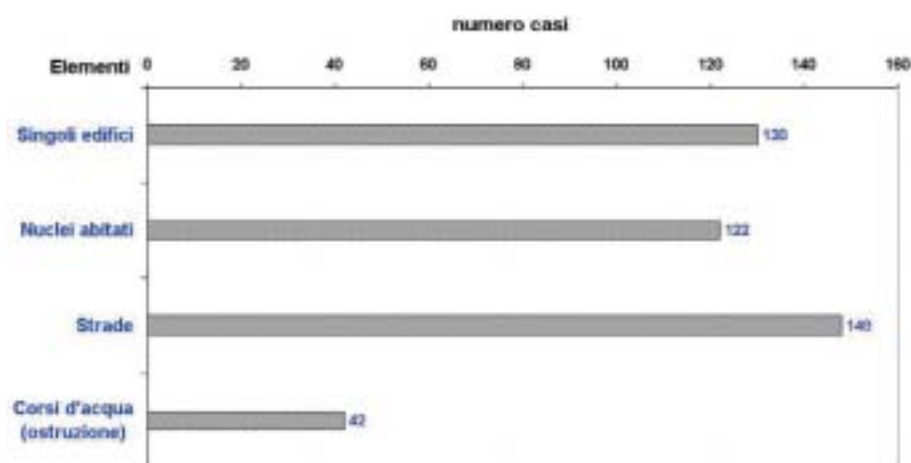
Figura 6. 16 - Ubicazione e distribuzione dei siti monitorati in Piemonte



Fonte: Regione Piemonte

ti posti sotto controllo, del parziale controllo delle installazioni, dell'affidamento ad una ditta specializzata il compito di effettuare le letture inclinometriche e piezometriche, dell'osservazione critica dei dati, dell'informazione alle pubbliche amministrazioni coinvolte. Le strumentazioni messe in opera permettono inoltre di effettuare direttamente le misure in casi di emergenza.

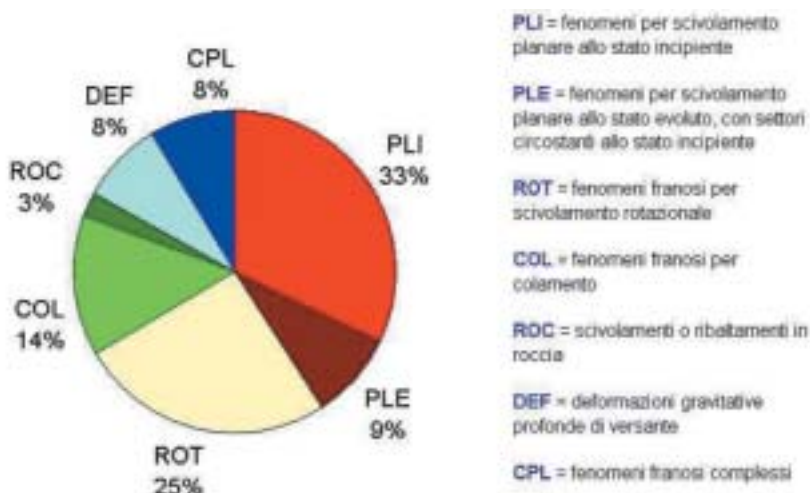
Figura 6. 17 - Entità a rischio presso le quali sono stati installati strumenti di controllo



Fonte: Regione Piemonte



Figura 6. 18 - Tipologia dei fenomeni franosi sotto controllo



Fonte: Regione Piemonte

Prima dell'evento alluvionale del 5-6 novembre 1994 i fenomeni sotto controllo erano circa 30. Il programma di interventi successivo all'evento alluvionale del 1994 ha permesso di elevare tale numero ad oltre 260. (figura 6.16).

Sono strumentati soltanto i siti in frana su cui insistono interi centri abitati o singoli edifici e strade di pubblica utilità. (figura 6.17).

La maggior parte dei siti sono strumentati attraverso

dispositivi tradizionali, ovvero inclinometri e piezometri. Altri sistemi di controllo sono sistemi topografici con teodolite o GPS, estensimetri a filo, misuratori di giunti, misuratori di portata per trincee drenanti, T.D.R. (Time Domain Reflectometry).

Le principali tipologie di fenomeni franosi posti sotto controllo sono indicate in figura 6.18.

6.2.1.4 La rete sismica

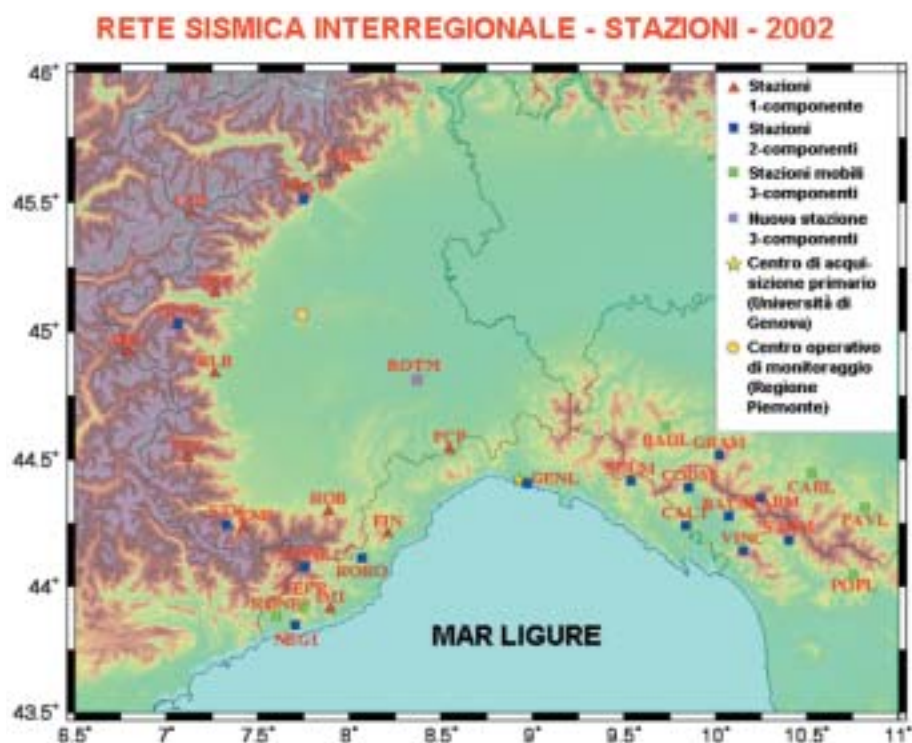
(A cura Di Andrea Berteà, Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoridrografico e Reti di Monitoraggio)

La Regione Piemonte comprende 41 comuni dichiarati sismici, che complessivamente rappresentano il 3% della popolazione regionale ed interessano circa il 5% della superficie del territorio regionale (figura 6.19). All'interno di tale area, l'impianto normativo nazionale (L.64/74; D.M. 16/01/96, D.M. 11/3/88) e le disposizioni attuative emanate successivamente dalla Regione Piemonte (L.R.19/85) realizzano un sistema di controllo finalizzato alla prevenzione del rischio sismico. Tale controllo, svolto dagli Uffici Tecnici regionali, riguarda sia gli strumenti di pianificazione territoriale sia le costruzioni.

In particolare sono stati realizzati studi sul rischio sismico di edifici pubblici e sulla vulnerabilità degli edifici riferiti ad aree-campione, e si sono approfondite le conoscenze di carattere geologico e geotecnico dell'area, implementando le banche dati tematiche.

La rete regionale si è arricchita di una nuova installazione di rilevamento sismico, localizzata nel comune di Rocchetta Tanaro (AT), che completa e migliora la configurazione della stessa al fine di monitorare l'area del Monferrato, interessata dai recenti sismi dell'agosto 2000 e di luglio 2001. Attualmente la rete regionale è composta da un

Figura 6. 19 - La rete sismica interregionale



Fonte: Regione Piemonte



totale di 13 stazioni, di cui quelle in funzione da più lungo tempo sono di tipo tradizionale, "mono" componente, mentre le stazioni recentemente attivate sono di tipo a 3 componenti "broad-band".

6.2.2 SISTEMI INFORMATIVI PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO

6.2.2.1 La nuova strutturazione del sistema informativo geologico

(a cura di Gianfranca Bellardone - Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi)

La Regione Piemonte, attraverso il Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi della Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, da più di un decennio sta gestendo informazioni a valenza geologica e geologico-tecnica in un'ottica di Sistema Informativo Territoriale. Negli ultimi anni è iniziata una radicale revisione sia della base dati sia degli applicativi gestionali riferiti ai vari sottosistemi (Geotecnica, Processi-Effetti, Documentazione), che porterà in tempi brevi a una nuova struttura della base dati stessa ed

alla creazione di nuovi strumenti gestionali, in parte già realizzati (sottosistema geotecnica), in parte in fase di test e collaudo (Sottosistema Documentazione, Sottosistema Processi-Effetti).

In particolare la revisione degli strumenti informatici dedicati alla gestione delle informazioni relative ai processi, agli effetti e ai danni indotti da eventi di instabilità naturali (processi associati alla dinamica fluvio-torrentizia, lacuale, ai movimenti di versante e, subordinatamente, ai fenomeni carsici - Sottosistema Processi-Effetti) è stata accompagnata anche da un'analisi critica delle procedure fin qui seguite per l'acquisizione delle informazioni.

Infatti il nuovo applicativo gestionale ha un duplice obiettivo: fornire uno strumento sia per l'organizzare i dati, raccolti tramite attività di rilevamento o fotointerpretazione o provenienti da ricerche storico-archivistiche, sia per l'elaborazione dei medesimi, al fine di fornire dei prodotti (output) tecnici (per esempio cartografie tematiche) da utilizzarsi dagli esperti di dominio in fase di studio, sia documentazione tecnico-amministrativa (per esempio rapporti testuali, tabelle, ecc.) che possa essere utilizzata non solo per attività di ricerca, ma anche in attività di indirizzo e programmazione, proprie degli organi politico-istituzionali.

Figura 6. 20 - Videata del Sottosistema Processi Effetti con le varie componenti che lo costituiscono



Fonte: Regione Piemonte



L'applicativo è composto da varie sezioni: per esempio nella sezione dedicata alla classificazione del processo sono organizzate le informazioni che caratterizzano il processo stesso e cioè la tipologia, l'ambiente, la data dell'evento, ecc; nella sezione dedicata agli elementi morfologici troveranno collocazione tutte le informazioni sugli elementi morfologici modellati dal processo, come pure sull'area in cui tali processi si esplicano, a sua volta classificata da opportuni attributi; nella sezione Danni verranno organizzate le informazioni sui danni indotti dai processi, ecc. (figura 6.20) Il sottosistema inoltre presenta una gestione delle informazioni nell'ottica G.I.S., che porta di volta in volta ad utilizzare o la componente alfanumerica, o la componente spaziale, in funzione della migliore performance. Ad esempio, per alcune informazioni per le quali è essenziale la rappresentazione cartografica associata a pochi attributi che la classificano, l'organizzazione avviene utilizzando solamente la sezione geografica dell'applicativo (Elementi morfologici di base legati all'attività lungo i versanti, Elementi morfologici di base legati all'attività fluvio-torrentizia, Infrastrutture, ecc.). Sempre attraverso l'intersezione delle componenti geografiche avviene infine il collegamento tra gli altri Sottosistemi e Sistemi informativi (monitorag-

gio fenomeni franosi, valanghe, ecc.)La sezione dedicata alle ricerche avanzate (figura 6.21) offre una serie di strumenti per realizzare selezioni (query) anche complesse, che possono essere successivamente registrate in un catalogo (1). Le funzionalità del generatore di query sono molto ricche (2). Esiste inoltre la possibilità di integrare le interrogazioni alfanumeriche attraverso la sezione geografica (3). I risultati delle ricerche possono essere poi esportati sottoforma di tabelle, oppure essere visualizzati nella sezione geografica (5). Dalla sezione geografica sarà infine possibile richiamare le varie schede. Le ricerche devono partire da una delle sezioni dell'applicativo (6).

6.2.2.2 Il sistema informativo valanghe

(A cura di Marco Cordola, Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, e Mariacristina Prola, CSI Piemonte).

Sin dal 1999 la collaborazione tra il Settore Meteoidrografico della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ed il Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Torino ha permesso di raccogliere e gestire in un Sistema GIS informazioni di tipo cartografico e documentale, riguar-

danti i fenomeni valanghivi della Provincia di Torino, consultabili su Internet.

La creazione di questo Sistema Informativo nasce dalle esigenze istituzionali degli organi tecnici dell'Amministrazione regionale e di quella provinciale di disporre di informazioni di base sulle valanghe, da utilizzarsi in una prospettiva di pianificazione e di gestione del territorio montano.

La struttura del sistema si basa sull'acquisizione e la gestione georeferenziata di dati cartografici derivanti da fotointerpretazione, da indagini di terreno e da documentazione d'archivio.

La disponibilità di una raccolta organica di dati d'archivio sulle valanghe dell'arco alpino centro-meridionale del Piemonte è stata fino all'inizio

Figura 6. 21 - Alcune delle funzionalità del nuovo applicativo per la gestione delle informazioni legate ai processi di instabilità



Fonte: Regione Piemonte



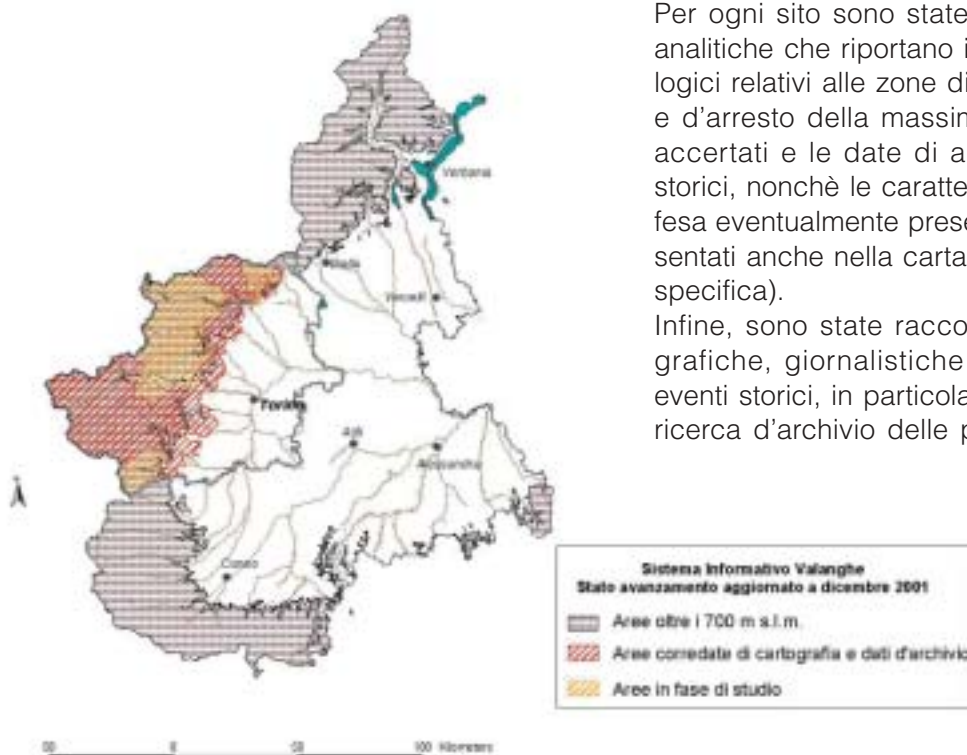
degli anni '80 rappresentata dall' "Archivio storico-topografico delle valanghe in Italia", pubblicato dal Prof. C. Capello nel 1977 per le valanghe della Provincia di Cuneo e nel 1980 per quelle della Provincia di Torino.

Contestualmente alla nascita del Servizio nivometrico regionale nel 1983 fu avviata un'indagine permanente sui fenomeni valanghivi verificatisi in Piemonte in occasione dei principali eventi di precipitazione; da allora apposite schede, uniformate a livello di arco alpino nell'ambito delle attività di coordinamento interregionale operate dall'A.I.NE.VA. (Modello 7), vengono rilevate da collaboratori della rete nivometrica regionale.

Ulteriori informazioni sono reperibili presso alcune stazioni del Corpo Forestale dello Stato, in particolare per quanto riguarda i danni da valanghe al patrimonio boschivo.

Dal 1993 ad oggi il Settore Meteoidrografico ha realizzato le seguenti Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (C.L.P.V), rilevate in scala 1:25.000 secondo la metodologia ideata dall'Istituto Geografico Nazionale francese e adottata da tutte le Regioni e Province Autonome dell'arco alpino italiano aderenti all'A.I.NE.VA:

Figura 6. 22 - Il Sistema Informativo Valanghe condiviso Regione Piemonte – Provincia di Torino.
Aree montane oggetto d'indagine



Fonte: Regione Piemonte

Provincia di Torino:

- Bardonecchia (collaborazione del CFAVS di Oulx)
- Claviere e Cesana (collaborazione del CFAVS di Oulx)
- Sestriere e Sauze di Cesana (collaborazione del CFAVS - Oulx)
- Oulx e Sauze d'Oulx (collaborazione del CFAVS di Oulx)
- Pragelato e Usseaux (collaborazione del Parco V. Troncea)
- Fenestrelle e Roreto (collaborazione del Parco V. Troncea)

Provincia di Cuneo:

- Valdieri (collaborazione Provincia di Cuneo e Parco A.Marittime)
- Argentera (collaborazione Provincia di Cuneo)
- Pietraporzio e Sambuco (collaborazione Provincia di Cuneo)
- Vinadio (collaborazione Provincia di Cuneo)

Nel corso del 1997 e del 1998 è stato realizzato un nuovo progetto, con lo scopo di completare la copertura territoriale delle CLPV preesistenti attraverso la realizzazione di una cartografia tematica in scala 1:25.000 dei siti valanghivi del territorio alpino della Provincia di Torino, utilizzando come base la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

Per ogni sito sono state compilate delle schede analitiche che riportano i dati topografici e morfologici relativi alle zone di distacco, di scorrimento e d'arresto della massima valanga nota, i danni accertati e le date di accadimento degli eventi storici, nonché le caratteristiche delle opere di difesa eventualmente presenti o in progetto (rappresentati anche nella carta tematica con simbologia specifica).

Infine, sono state raccolte documentazioni fotografiche, giornalistiche o tecniche relative agli eventi storici, in particolare attraverso un'apposita ricerca d'archivio delle principali testate giornali-



stiche locali della Provincia di Torino per il periodo 1885-1951 (Tomasuolo E., 2000)

Diffusione delle informazioni sui siti Internet della Regione e della Provincia

La diffusione delle informazioni geografiche gestite del Sistema Informativo Valanghe condiviso tra Regione e Provincia di Torino è stata realizzata attraverso l'impiego di tecnologie Web GIS in rete Internet, con il supporto informatico del CSI Piemonte .

Scopo del servizio è fornire un accesso diretto e guidato alla consultazione delle informazioni raccolte ed informatizzate nell'ambito della provincia di Torino (cartografia, data base alfanumerici associati, fotografie e documenti) attraverso uno strumento di analisi e consultazione disponibile direttamente in rete, alimentato ed aggiornato dal Sistema Informativo Valanghe condiviso tra Regione e Provincia di Torino (figura 6.22).

La creazione del Sistema è prevista per fasi, con un progressivo completamento della copertura territoriale provinciale con l'avanzare del progetto; il servizio, attivabile dalle pagine delle relative se-

zioni tematiche dei siti internet della Regione (www.regione.piemonte.it) e della Provincia di Torino (www.provincia.torino.it) o all'indirizzo <http://gis.csi.it/meteo/valanghe/index.html> (figura 6.23).

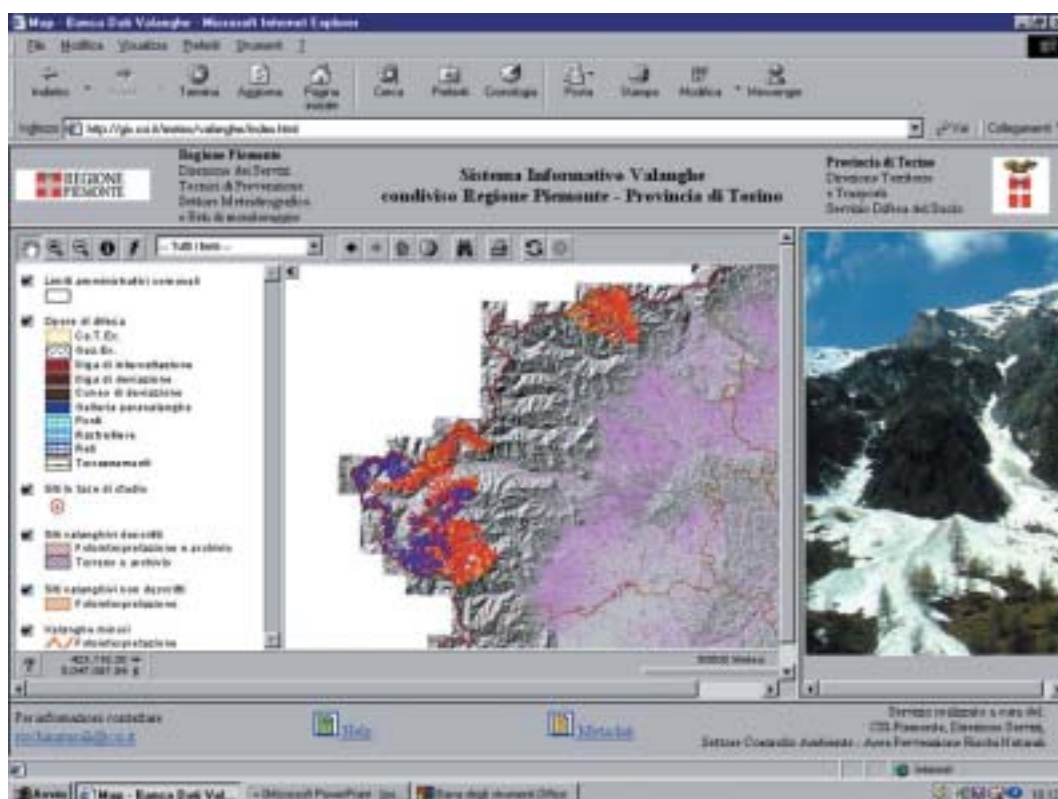
L'area attualmente coperta dal Sistema Informativo Valanghe per la Provincia di Torino è pari a circa 1460 kmq, relativa al territorio di 33 comuni montani (con estensione oltre i 700 m di quota), mentre è in fase di completamento la cartografia tematica su una superficie analoga, relativa ad ulteriori 42 comuni montani.

6.3 ANALISI CLIMATICA ED EVENTI NATURALI

6.3.1 CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'inizio dell'industrializzazione è coinciso con la conclusione di un periodo freddo. In effetti negli ultimi 100 anni i gas serra sono aumentati notevolmente e nello stesso tempo a livello globale le

**Figura 6. 23 - Il Sistema Informativo Valanghe condiviso Regione Piemonte – Provincia di Torino.
Il servizio è disponibile su Internet**



Fonte: Regione Piemonte



temperature sono aumentate mediamente di 0,3-0,6°C. Una lettura più attenta mostra che il maggior incremento si è verificato negli ultimi decenni, durante i quali la temperatura media globale è aumentata di circa 0,2°C per decennio. Gli anni Novanta sono stati globalmente il decennio più caldo da quando sono disponibili strumenti di misurazione affidabili, attorno al 1860.

Poiché il clima varia naturalmente nel corso dei decenni e dei secoli, la diretta attribuzione di questi cambiamenti di temperatura all'attività umana è complicata. In effetti l'attività antropica, alterando la composizione dell'atmosfera globale, induce un processo di riscaldamento climatico che si aggiunge alla normale variabilità climatica naturale. Sulla base di differenti modellizzazioni si stima che entro il 2100 il cambiamento climatico potrebbe subire un'ulteriore accelerazione e la temperatura media globale potrebbe salire ancora di 1,5°C fino a 5°C, mentre il livello del mare potrebbe crescere di circa 50 cm. Un aumento della temperatura globale media potrebbe portare a un rafforzamento del ciclo idrologico, con conseguente aumento parziale dei periodi di siccità, alternati a periodi di maggiore evaporazione e precipitazioni. Tuttavia è difficile prevedere e misurare i cambiamenti precisi nel ciclo idro-geologico.

Negli ultimi decenni è stato possibile rilevare cambiamenti globali nella quantità e nella distribuzione dei modelli delle precipitazioni. In generale è stato osservato un aumento medio delle precipitazioni nelle zone comprese tra i 30° e 70° latitudine Nord e 0° e 70° latitudine Sud (nell'area compresa tra 0° e 30° latitudine Nord si è verificata invece una generale diminuzione delle precipitazioni medie). Diverse analisi sull'osservazione delle precipitazioni indicano negli ultimi decenni un aumento nell'intensità dei temporali. Risultano modificati i valori delle precipitazioni totali medie, e nelle aree in cui le precipitazioni sono aumentate è maggiore il numero di precipitazioni a carattere violento. Nonostante ciò, non è possibile collegare un qualsiasi evento meteorologico estremo specifico direttamente ai cambiamenti climatici.

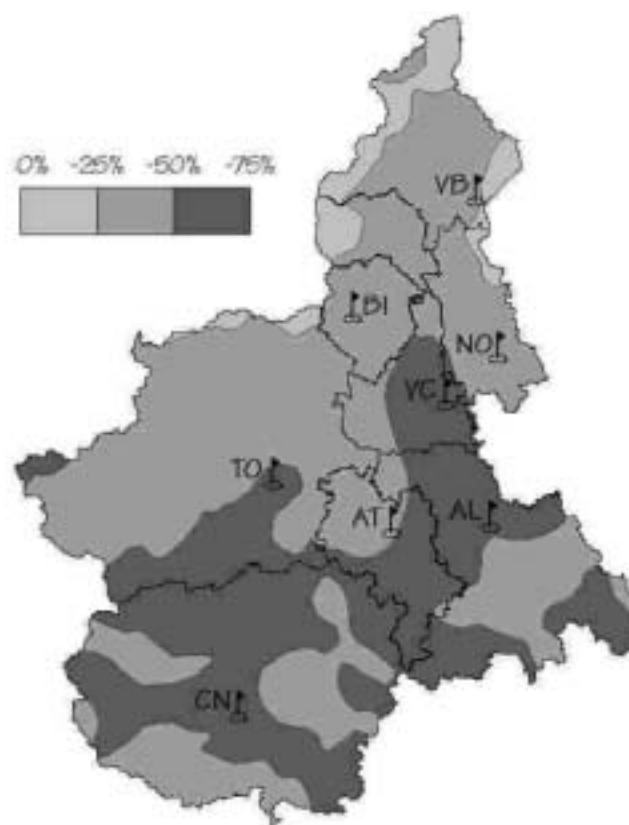
6.3.2 LA SICCIÀ DELL'INVERNO 2001-2002

(A cura della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio)

Le condizioni meteorologiche registrate nel mese di dicembre 2001 hanno da un lato evidenziato caratteristiche particolari del periodo, legate alla persistenza di basse temperature, dall'altra hanno fatto emergere la gravità di una situazione di siccità che trae le sue origini nell'andamento climatico delle stagioni estiva ed autunnale 2001.

Il totale di precipitazione degli ultimi sette mesi dell'anno 2001 (le ultime piogge consistenti si sono verificate a maggio 2001) è risultato inferiore ri-

Figura 6. 24 - Differenze percentuali di precipitazione cumulata del periodo giugno - dicembre 2001 rispetto alle medie del periodo 1913-2000



Fonte: Regione Piemonte

Tabella 6. 3 - Stazione di Torino. Precipitazioni medie del 2001 a confronto con quelle del periodo 1913-2000

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
2001	14,0	24,8	85,6	12,4	131,6	24,6	20,8	43,0	32,2	55,8	27,2	2,0	474,0
1913-2000	40,3	41,1	63,6	108,3	134,6	99,3	66,9	79,7	76,1	91,1	77,7	51,9	925,5

Fonte: Regione Piemonte



petto alla media del periodo 1913-2000 di oltre il 50% (Torino -59%; Asti: -52%; Cuneo -56%) (**figura 6.24**).

Le piogge cadute in Piemonte nel corso del 2001 sono state fortemente inferiori ai valori medi. A titolo di esempio, nella **tabella 6.3** si riportano per la stazione di Torino i valori medi mensili ed annuale di precipitazione dell'anno 2001, raffrontati con le medie del periodo 1913-2000.

Analogo discorso vale per buona parte delle stazioni di rilevamento site nel Piemonte centro-occidentale e meridionale. Le curve cumulate di precipitazione relative al 2001 sono significativamente inferiori alle curve cumulate medie per l'area del Piemonte centrale e meridionale, come mostrano i grafici relativi alle stazioni di Alessandria, Asti, Cuneo, Torino e Biella (**figura 6.25**). Solo nelle aree del Novarese e del Verbano-Cusio-Ossola le precipitazioni hanno avuto un andamento prossimo a quello medio, anche se con valori complessivamente inferiori, sia come distribuzione che come quantità.

Il confronto dei valori mensili cumulati mostra che annate così poco piovose si sono verificate molto raramente. A Torino solo il 1929 (490.4 mm), il 1967 (494.2 mm) e il 1985 (442.8 mm) hanno fatto registrare valori di precipitazione cumulata prossimi.

La particolarità del 2001 consiste però nella scarsità di precipitazioni cadute complessivamente nel secondo semestre. Se si considera solo l'ultimo quadrimestre le precipitazioni del 2001 sono più elevate dei minimi storici (a Torino si sono avuti 160.2 mm contro i 121.3 del 1921, i 133.8 mm del 1985 e i 137.6 del 1989); ma se si considera il periodo giugno-dicembre, il 2001 ha fatto registrare il minimo assoluto con 205.6 mm contro un valore medio di circa 540 mm. Anni con analogo comportamento sono stati il 1985 (210.2 mm), il 1974 (229.8 mm) e il 1989 (246.6 mm).

La situazione di siccità è riscontrabile anche in montagna, testimoniata da un innevamento estremamente scarso, con la sola eccezione del settore delle Alpi Liguri, dove a seguito di locali moderate precipitazioni, la neve al suolo raggiunge altezze dell'ordine di 40 cm a 2000 m.

Dal confronto dei dati di precipitazione nevosa totale mensile (in cm) dei mesi di novembre e dicembre 2001 con la serie storica trentacinquennale (1966-2001) relativa a tre stazioni (Pontechianale L.Castello - 1600 m, Bardonecchia L. Rochemolles - 2000 m, Formazza L. Vannino - 2200 m) rappresentative dell'arco alpino piemontese, emerge con chiarezza (**tabella 6.4**) come la situazione attuale sia prossima ai minimi storici rilevati e nettamente inferiore alla media.

Per quanto riguarda le condizioni climatiche del mese di Dicembre, l'aspetto di maggior significato è stato senz'altro il perdurare delle basse temperature. Nella **tabella 6.5** è evidenziato, per alcune località piemontesi, il numero di giorni con temperatura media giornaliera uguale o inferiore a 0°C, confrontato con i valori medi del periodo 1951-2000. Anche il confronto tra i valori minimi estremi registrati in alcune località nella seconda decade del mese, è rappresentativo dell'evento di freddo intenso che ha interessato la regione.

6.3.3 EVENTI DEL MAGGIO E GIUGNO 2002

EVENTO PLUVIOMETRICO DEL 2-5 MAGGIO 2002

Nelle giornate dal 2 al 5 Maggio 2002 un sistema frontale associato ad una saccatura proveniente dal Nord Atlantico ha investito l'Europa centro-occidentale, determinando precipitazioni intense sul Piemonte in particolare nel settore nord-orientale (Verbano, Novarese e Vercellese) e meridionale (Valle Tanaro e Valle Bormida).

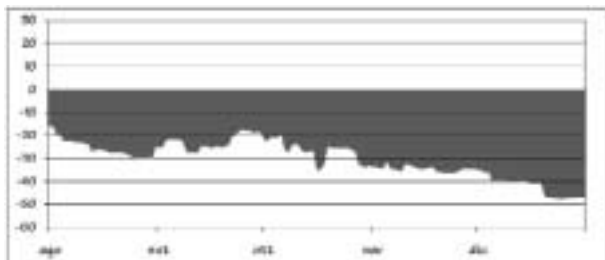
Tabella 6. 4 - Valori di precipitazione nevosa in novembre e dicembre 2001 a confronto con i valori medi, minimi e massimi del periodo 1966-2001

	Pontechianale (m1600)		Rochemolles (m 2000)		L.Vannino (m 2200)	
	Novembre	Dicembre	Novembre	Dicembre	Novembre	Dicembre
2001-02	0	16	2	22	3	39
medie	41	55	53	79	94	97
minime	0	0	0	8	3	12
massime	132	192	186	215	320	223

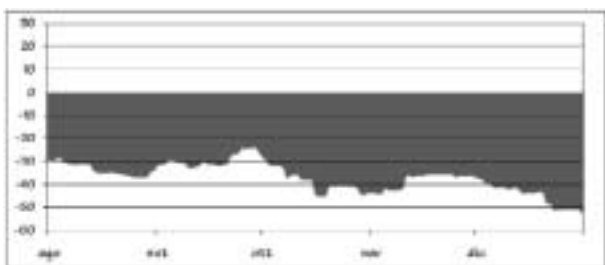


Figura 6. 25 - Differenze percentuali tra la precipitazione cumulata su cinque mesi nel 2001, in raffronto con l'andamento medio del periodo 1913-2000

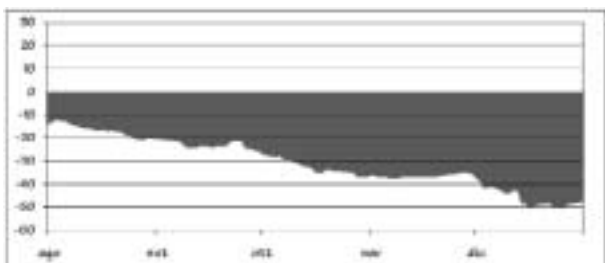
Alessandria



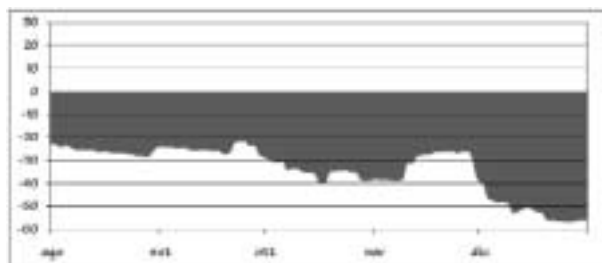
Asti



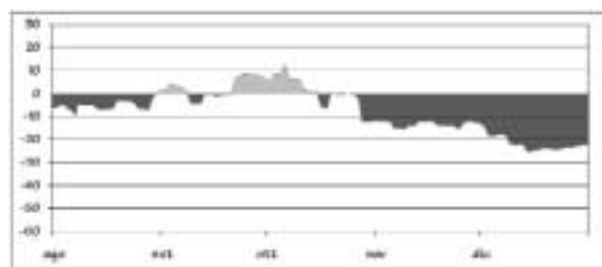
Biella - Oropa



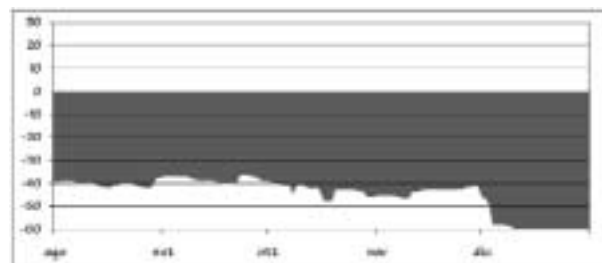
Cuneo



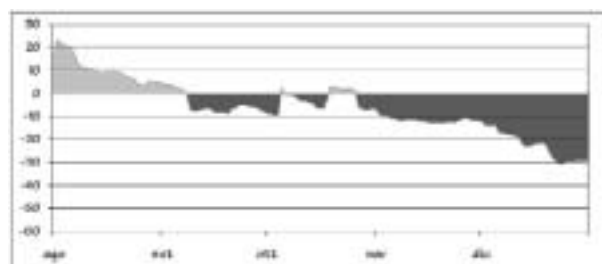
Novara



Torino



Verbania



Fonte: Regione Piemonte

Tabella 6. 5 - Valori massimi di precipitazione nevosa in novembre e dicembre 2001 a confronto con i valori medi, minimi e massimi del periodo 1951-2001

Stazioni	Numero di giorni con temperatura media inferiore o uguale a zero		Minime estreme Gradi centigradi	
	Media 1951-2001	2001	1951-2000	2001
Alessandria	6	22	-14.6	-9.7
Asti	5	20	-10.0	-9.2
Cuneo	4	20	-9.7	-11.0
Torino	4	12	-10.0	-6.8
Biella-Oropa	10	20	-15.0	-11.1
Novara	4	14	-9.0	-7.6
Verbania	2	9	-5.3	-4.0

Fonte: Regione Piemonte



Le piogge si sono intensificate a partire dalla tarda serata del 2/5. Nella zona del Verbano si sono registrati valori di pioggia massimi giornalieri superiori a 200 mm e nell'Alto Sesia superiori a 150 mm. Nel settore meridionale (Alto Tanaro, Valle Gesso e Valle Bormida) si sono raggiunti valori maggiori di 80 mm.

Nella giornata del 3/5 le piogge hanno mantenuto valori intensi sulle aree del Verbano e del Biellese estendendosi nella pianura settentrionale del Novarese. Nel settore meridionale le precipitazioni maggiori hanno colpito in particolare la Valle Erro e la Valle Orba. Il 4 e 5 maggio le piogge si sono estese su tutta la regione senza raggiungere intensità significative, tuttavia i valori più elevati si sono mantenuti nel settore nord-orientale e meridionale.

Le intense precipitazioni hanno provocato una serie di fenomeni di piena nei bacini idrografici interessati. Notevole e rapido l'innalzamento del livello del lago Maggiore che in 60 ore si è alzato di 2.5 m.

Nel Novarese le piogge intense hanno provocato l'esondazione del torrente Terdoppio nonché un notevole fenomeno di piena lungo l'Agogna, con vaste aree agricole allagate a seguito del propagarsi dell'inondazione attraverso la rete di canali a scopo irriguo e le risaie.

Nel Verbano-Cusio-Ossola si sono segnalati numerosi fenomeni di colata e movimenti franosi di materiale roccioso.

Nell'Alessandrino i fenomeni a carico dei versanti sono stati contenuti e hanno riguardato prevalentemente danni alla viabilità, per cedimenti delle scarpate stradali. Segnalati inoltre diffusi fenomeni di ristagno e di difficoltoso deflusso delle acque di precipitazione nei fondi agricoli, legati alle esondazioni dei torrenti Orba, Gattola, del Rio Lovassina e Rio Rivaro.

EVENTO ALLUVIONALE DEL 4-6 GIUGNO 2002

A partire dalla serata di martedì 4 Giugno 2002 e per tutto mercoledì 5, forti precipitazioni hanno interessando il settore prealpino delle province di Torino, Biella, Vercelli, Novara ed il Verbano Cusio-Ossola. Le piogge si sono intensificate nella seconda parte della giornata con scrosci temporaleschi a più riprese di intensità orarie che sono risultate eccezionali nel settore compreso tra il biellese e l'alto vercellese.

Le piogge intense per una durata complessiva di circa 12 ore hanno fatto registrare altezze cumula-

te notevoli. In particolare si sono superati i 300 mm in molte stazioni del Biellese e del Vercellese (395 mm a Trivero, 340 mm a Piedicavallo, 309.4 mm a Fobello, 300.2 mm a Biella – Oropa).

Le piogge sono state caratterizzate da punte di notevole intensità soprattutto quando concentrate in rovesci di durata da 1 a 6 ore. Molte stazioni hanno registrato intensità di pioggia di oltre 40 mm in 1 ora, in particolare a Borgomanero si è raggiunta una punta di 90 mm in 1 ora.

L'analisi statistica delle precipitazioni intense ha evidenziato come i valori registrati siano stati eccezionali in molte stazioni del Biellese e del Vercellese, dove si sono superati i 50 anni di tempo di ritorno, relativamente a tutte le durate esaminate. Le precipitazioni sono risultate particolarmente critiche nella parte sudoccidentale del Verbano, in particolare in Valla Strona di Omega. Eccezionale anche la registrazione di Borgomanero, con tempi di ritorno stimabili superiori a 50 anni. La situazione è apparsa decisamente meno critica negli altri settori, dove generalmente le piogge sono state caratterizzate da tempi di ritorno inferiori a 10 anni.

Il bacino idrografico della regione maggiormente colpito dall'evento meteorico è stato proprio quello del Sesia, che ha presentato fenomeni di piena importanti insieme a tutti i suoi affluenti principali. Le registrazioni disponibili hanno mostrato la formazione di un'onda di piena notevole relativa alla parte montana del bacino dove tuttavia il contributo della parte di alta montagna oltre i 2500 m è stato ridotto dalle precipitazioni nevose. Analoghi processi di piena si sono verificati nei bacini limitrofi. In particolare, ad Ovest, nella media Dora Baltea e nelle Valli Chiusella e Soana; da segnalare il rapido innalzamento dei livelli della Dora Baltea registrato a Tavagnasco, probabilmente generato dalle piogge di intensità eccezionale cadute nella parte di bacino immediatamente a monte dell'idrometro e quindi caratterizzato da tempi di corrivazione brevi. Di minore criticità i fenomeni di piena nella valle Orco e nel Malone. Ad Est del Sesia la piena maggiore si è avuta in Valle Strona di Omega. Nell'Ossola si è registrato un rialzo dei livelli di tutti gli affluenti principali del Toce che, in alcuni casi, Diveria e Melezzo Occ., hanno superato i livelli di guardia.

Dal punto di vista dei processi e degli effetti indotti, le caratteristiche dell'evento pluviometrico, con piogge intensissime che in 24 ore hanno cumulato da 300 a 400 mm di altezza con 2 picchi di intensità oraria che nel pomeriggio tra le 15 e le 17 del



Figura 6. 26 - Quittengo. loc. Romani



Fonte: Regione Piemonte

giorno 5 hanno assunto valori fino a 100 mm in 1 ora, hanno provocato l'innescio di numerose frane a carico delle coltri detritico-eluviali di alterazione superficiale della roccia, che, soprattutto in alta valle Cervo, date le condizioni di asprezza del rilievo, hanno determinato un forte apporto di materiali solidi lungo impluvi e rii minori già carichi di acqua, causandone talora il completo svuotamento e lo scaricamento a valle di ingenti quantità di materiali detritico-fangosi frammisti ad alberi (debris-flow).

Queste fenomenologie hanno determinato gravissimi ed ingenti danni soprattutto in alta Valle Cervo nei comuni di Quittengo (**figura 6.26**), Campiglia (**figura 6.27**) e subordinatamente S. Paolo Cervo, Rosazza e Piedicavallo, a carico di tutte le opere pubbliche primarie (viabilità, ponti, acquedotti, fognature, rete elettrica e telefonica) interrompendo tutte le forme di comunicazione e iso-

Figura 6. 27 - Campiglia Cervo, attività torrentizia del Rio Piaro presso il Municipio



Fonte: Regione Piemonte

lando tutta l'alta valle. Danni gravissimi sono stati subiti anche dai privati con la distruzione di numerose case e il danneggiamento dei beni annessi e solo fortunatamente non si è avuta la perdita di vite umane.

A tutt'oggi si registrano venti sfollati solo nel comune di Quittengo.

Tutti queste fenomenologie di instabilità verificatesi nelle parti alte dei bacini montani si sono poi trasferite a valle sottoforma di violenti processi erosivo-deposizionali lungo l'asta dei corsi d'acqua interessati con fenomeni di allagamento ed alluvionamento delle aree limitrofe.

6.4 GESTIONE DELL'EMERGENZA CONSEQUENTE AD EVENTI ALLUVIONALI

(a cura di Carlo Troisi, Nicoletta Negro - Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismici)

6.4.1 IL CASO DI BOGNANCO (VB): UTILITÀ ED EFFICACIA DEI SISTEMI DI CONTROLLO SUI MOVIMENTI FRANOSI

L'esame di quanto accaduto a Bognanco (VB) nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 permette di valutare l'estrema efficacia, in termini tecnici ed economici, dei sistemi di controlli sui movimenti franosi.

Le frazioni di S. Lorenzo e Graniga nel Comune di Bognanco (VB) sono ubicate lungo una dorsale morfologica ad andamento NNO-SSE e sono sede di fenomeni di instabilità ripetuti nel tempo e in costante evoluzione. La dorsale è costituita essenzialmente da depositi morenici, con spessore variabile dai 40 a i 60 m circa; il substrato affiora sia al piede che ai lati della dorsale.

Nel corso degli anni un insieme di movimenti lenti in seno ai depositi morenici, spesso sviluppatosi lungo la traccia di sistemi di frattura ad importanza regionale, ha comportato il lesionamento di numerosi edifici e la ripetuta interruzione di alcuni servizi. Ai bordi ed alla base della dorsale, ove minore è il grado di confinamento dei depositi, i movimenti hanno spesso subito brusche accelerazioni, generando fenomeni per scivolamento rotazionale con evoluzione a colata.

A partire dal 1988 circa è iniziata una serie di interventi e di studi, finanziati dalla Regione, volti a

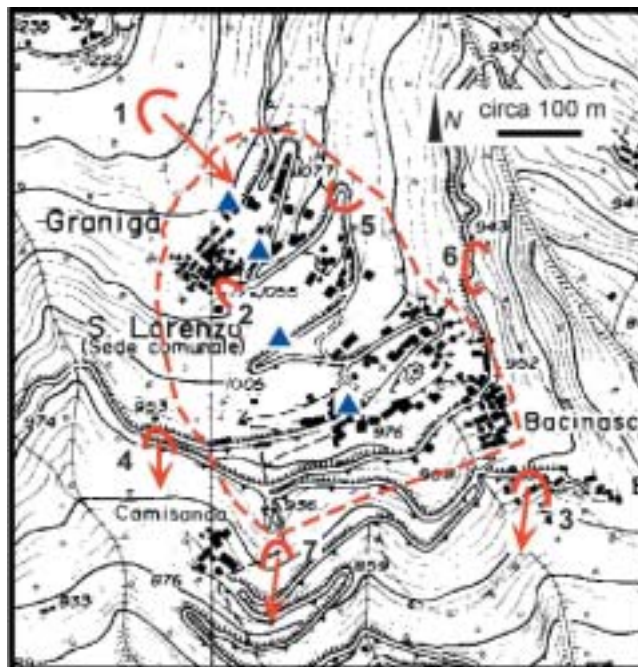
comprendere, strumentare e mitigare, per quanto possibile, i fenomeni franosi di S. Lorenzo e Graniga.

In particolare, sono state realizzate, lungo l'asse della dorsale (figura 6.28), quattro postazioni dotate ciascuna di una colonna piezometrica ed una inclinometrica. Nel 1999 la dorsale di S. Lorenzo e Graniga è stata perimetrata come Area a rischio idrogeologico molto elevato nell'ambito del Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (Legge 3 agosto 1998 n. 267 s.m.i.).

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 l'intero abitato di Bognanco è rimasto completamente isolato già a partire dalla serata del giorno 13, a causa di un vasto fenomeno franoso per colamento che ha interrotto la Strada Provinciale di collegamento con Domodossola; il collegamento è stato ripristinato solo dopo una decina di giorni. Nelle giornate del 14 e del 15, con il proseguire delle intense precipitazioni, le frazioni di S. Lorenzo e Graniga sono state interessate da numerosi fenomeni dissestivi, di seguito brevemente riassunti ed ubicati sulla figura 6.29.

1. A monte della frazione Graniga si sviluppa, su di una superficie di circa 100 x 150 m, un vistoso insieme di fessure che comporta dislocazioni dei terreni superficiali per spessori nell'ordine dei due metri. Presso la spalla sinistra il fenomeno evolve come colata di fango, coinvolgendo alcuni metri cubi di materiale terroso e arrestandosi poco a monte di un'abitazione;

Figura 6. 29 - Fenomeni dissestivi che hanno interessato le frazioni di S. Lorenzo e Graniga nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000



Fonte: Regione Piemonte

2. Nella frazione Graniga crolla un insieme di manufatti di sostegno nello stesso punto ove fenomeni consimili si erano palesati nel 1992. Il crollo genera una colata che sfonda il muro posteriore di un'abitazione, parzialmente invasa

Figura 6. 28 - Postazioni di misura allineate lungo l'asse della dorsale



Fonte: Regione Piemonte



da fango. Due abitazioni poste presso il ciglio superiore della scarpata formatasi presentano le fondazioni parzialmente esposte;

3. Nella frazione Boco il collasso di un insieme di manufatti di sostegno distrugge parte di un'abitazione, espone le fondamenta di alcuni edifici e causa una colata di fango che spazza il versante sottostante;
4. Il primo tornante della strada comunale a valle della frazione S. Lorenzo è totalmente asportato da un fenomeno franoso per scivolamento rotazionale;
5. Il primo tornante della strada comunale a valle della frazione Graniga presenta vistose lesioni;
6. La strada comunale per Gomba è parzialmente sfiancata per un tratto di circa 40 m;
7. A valle del cimitero un fenomeno di colata intercetta e danneggia in tre punti la Strada Provinciale.

A fronte del grave panorama generale definito da tali manifestazioni, il Sindaco, temendo che i fenomeni possano rappresentare l'inizio di un generale collasso dell'intera dorsale, ordina nella giornata del 15 l'evacuazione dell'abitato e circa 180 abitanti vengono trasferiti presso una limitrofa frazione ritenuta sicura.

Nella serata del giorno 15 i fenomeni di Bognanco provocano grave allarme presso il Centro Operativo Misto di Domodossola. Un eventuale collasso, totale o parziale, della dorsale di S. Lorenzo-Graniga, genererebbe un'ostruzione lungo il T. Bogna, con possibile formazione di un invaso. In caso di sfondamento e tracimazione questo comporterebbe condizioni di rischio molto elevato per la stessa città di Domodossola, posta sul conoide alluvionale del T. Bogna ove questo confluisce con il T. Toce. Il giorno 16 (l'evento alluvionale è ancora in corso) iniziano i sopralluoghi da parte dei funzionari tecnici della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ed il giorno 18 vengono misurati i quattro inclinometri.

Tre inclinometri non segnalano alcun movimento e l'inclinometro S3, posto a quota inferiore, presso l'abitato di S. Lorenzo, indica movimenti minimi, inferiori ai 10 mm. Tali elementi permettono di interpretare rapidamente i fenomeni franosi nei giorni precedenti come un insieme di manifestazioni superficiali e non come indizi di un generale collasso del versante. Il giorno 20, previa relazione tecnica da parte del Settore, il Sindaco revoca l'ordinanza di evacuazione e gli abitanti possono rientrare nelle loro case.

Qualora non fossero stati installati gli strumenti, sarebbero stati necessari indagini più approfondi-

te e tempi decisamente più lunghi prima di permettere il rientro della popolazione. In un'ipotesi, comunque fortemente ottimistica, il rientro non sarebbe stato possibile prima di 60 giorni. Gli elementi a favore di un totale cessato allarme sarebbero comunque stati, in assenza di un sistema di controllo attivo *durante* l'evento, meno decisivi di quelli invece disponibili grazie alle risultanze del sistema di controllo stesso.

Oltre ai gravissimi aspetti umani e sociali derivanti dal completo abbandono di un intero abitato per un lungo periodo (non valutabili dal punto di vista meramente economico), tale quadro avrebbe comportato un costo non indifferente per la collettività. Una stima complessiva, ancorché molto indicativa, del costo di un'evacuazione dell'abitato per due mesi porta ad un valore nell'ordine dei 5 M. Tale valore è dello stesso ordine di quello stimabile come il costo totale (circa 6 M) sostenuto complessivamente dalla Regione Piemonte e/o dalle amministrazioni locali per la realizzazione della rete attualmente attiva (circa 260 siti strumentati) e per la sua gestione a partire dal 1995.

In altri termini si può affermare che i quattro inclinometri di Bognanco abbiano compensato il costo degli oltre 1000 strumenti attualmente seguiti dalle strutture tecniche regionali e la loro gestione.

6.4.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO SU FENOMENI FRANOSI

La Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione si avvale del Settore Progettazione Interventi Geologico-tecnici e Sismico per la progettazione e la direzione lavori di opere di consolidamento di movimenti franosi, nonché opere di sistemazione ambientale ed idraulica su corsi d'acqua di competenza regionale, a supporto delle Amministrazioni locali e, in taluni casi, per l'Amministrazione Regionale stessa.

L'attività di progettazione e direzione lavori, oltre a perseguire l'obiettivo della mitigazione del rischio, è altresì finalizzata alla verifica di tecniche e metodi di intervento per definire l'efficienza e l'efficacia degli stessi.

Si ricorda, a titolo di esempio, la sistemazione geologico-idraulica del Rio Secco, eseguita nell'anno 2000 a protezione dell'abitato di Clavière (TO).

Il Rio Secco nasce e si sviluppa completamente in territorio francese, sulle pendici occidentali del Monte Chaberton, per poi confluire nel torrente Piccola Dora, in territorio italiano, in corrisponden-

Figura 6. 30 – Bacino di deposito costituito da 15 salti di fondo, realizzato in territorio francese



Fonte: Regione Piemonte

za di Clavière. Nel corso del violento nubifragio del 3 agosto 1990 l'abitato di Clavière subì forti danni a causa dell'esonazione e conseguente sovralluvionamento del rio.

Nell'ambito dell'Interreg II Italia-Francia (1994-99) il Settore ha pertanto provveduto ad attivare un progetto a regia pubblica per il quale è stato stanziato un finanziamento di circa 1.3 M . Sotto la direzione lavori dei tecnici del Settore, si è procedu-

Figura 6. 31 – Lavori di costruzione del primo salto di fondo verso monte



Fonte: Regione Piemonte

to alla realizzazione, in territorio francese, di un bacino di deposito per il contenimento del materiale solido proveniente dalle pendici del Monte Chaberton.

Il lavoro è consistito nella realizzazione di 15 salti di fondo ottenuti armando il terreno naturale mediante geotessuti in polipropilene aventi resistenza a rottura pari a 400/100 kN, rivestiti con massi naturali (**figure 6.30 - 6.31**).

BIBLIOGRAFIA

REGIONE PIEMONTE Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Università di Genova. 2000. *Catalogo Sismico 1982-2000*, Regione Piemonte (cd-rom)

REGIONE PIEMONTE Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio. 2001. *Sistema di allertamento per situazioni di rischio idrogeologico derivanti da situazioni meteoidrografiche critiche. Manuale d'uso*. Edizione Maggio 2001 (inedito)

TOMASUOLO E., 2000. *Creazione di un archivio GIS degli eventi valanghivi in Provincia di Torino nel periodo 1885-1951*. Tesi di Laurea inedita Università degli Studi di Torino. Regione Piemonte Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio: Banca Dati Valanghe.

REGIONE PIEMONTE Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche Geologiche, Sistema Informativo Prevenzione Rischi: *Sottosistema informativo Processi- Effetti*.

Dati on line

www.regione.piemonte.it: nelle Sezioni Tematiche: Sezione Territorio e Ambiente, Sottosezione Prevenzione dei Rischi Naturali.

In questa sezione del sito Regionale è possibile trovare informazioni sulle pubblicazioni della Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione. E' possibile inoltre consultare l'elenco delle cartografie disponibili, alcune di esse sono scaricabili in forma vettoriale (Repertorio Cartografico), trovare informazioni sulle condizioni meteo-idrografiche regionali e sulle zone altra documentazione di interesse. Attraverso i "servizi on line" sono disponibili inoltre i seguenti dati: informazioni sull'evento alluvionale dell'ottobre 2000 (Schede danni e materiale fotografico e video); le informazioni geologiche del Progetto Cartografia Geologica, fogli Susa e Bardonecchi; informazioni sui siti soggetti a valanghe, questi dati sono consultabili attraverso motori di ricerca geografici. E' infine possibile scaricare dati alfanumerici su eventi di instabilità in Provincia di Torino (aggiornati al 1998).