



## 6 SCENARI DI RISCHIO ED EVENTI NATURALI

A cura di  
**Lidia Giacomelli, Elena Turroni e Gianfranca Bellardone**  
Arpa Piemonte, Servizi Tecnici di Prevenzione<sup>1</sup>

Il territorio regionale piemontese è stato ripetutamente interessato da eventi alluvionali con pesanti conseguenze proprio nel passato più recente: l'anno 2000 rappresenta già per ampie zone del Piemonte una data di riferimento per l'intensità dei fenomeni e per l'estensione delle superfici colpite, ma non si può dimenticare quanto accaduto, seppure in settori più limitati e con intensità molto variabile nel corso del 2002.

Oltre ai fenomeni di dissesto, che rendono il territorio regionale particolarmente "fragile" e condizionano pesantemente le attività di pianificazione e sviluppo delle infrastrutture, non si deve dimenticare che il Piemonte è anche sede di attività sismica, modesta come intensità macrosismica, ma notevole come frequenza, con terremoti che in passato si sono manifestati generalmente lungo due direttrici: una che segue l'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità, e l'altra più dispersa che segue l'allineamento dei massic-

ci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle alpi Occidentali francesi. Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa interessando il Nizzardo e l'Imperiese.

Una terza area è infine rappresentata dal margine del fronte di accavallamento occidentale dell'Appennino sepolto e dal suo prolungamento nella zona del Monferrato e proprio questo settore (caratterizzato negli ultimi 50 anni da un'attività non particolarmente significativa) è stato interessato da due eventi importanti (VI-VII grado della scala Mercalli): quello del 21 agosto 2000 nel Monferrato e quello dell'11 aprile 2003 nel Tortonese.

### 6.1 GLI INDICATORI

#### 6.1.1 FRANE E ALLUVIONI

A cura di **Lidia Giacomelli** - Arpa Piemonte, Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi; **Giuseppina Moletta** - CSI-Piemonte

I dati relativi ai processi di instabilità naturale (frane e alluvioni) verificatisi in Piemonte vengono acquisiti e organizzati nell'Archivio Processi-Effetti del Sistema

<sup>1</sup>"Arpa-STP", ex Direzione regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ai sensi della LR 28/2002



Informativo Geologico, in cui confluiscono tutte le informazioni raccolte dai Settori per i Servizi Tecnici di Prevenzione dell'Arpa nell'espletamento delle attività di propria competenza o reperite attraverso specifici progetti di ricerca.

Nel volume 2002 era stato individuato un primo elenco di indicatori, precisando però che i dati risentivano fortemente dell'incidenza dei singoli eventi sul territorio in termini di intensità ed estensione (infatti sistematiche campagne di rilevamento e raccolta dati sono state condotte a seguito di fenomeni particolarmente gravi). Disponendo di un sistema informativo costantemente aggiornato, sarà però possibile evidenziare eventuali incrementi nel numero complessivo di segnalazioni di dissesto, distinguendo quelle che registrano danni all'edificato o alle infrastrutture. Ovviamente tali valori

andranno rapportati alla caratterizzazione meteo-climatica, al fine di evidenziare l'effetto positivo (o negativo, in caso di carenze o non applicazioni) delle politiche di prevenzione/previsione dei rischi naturali adottate nel territorio in esame, e, più in generale ed a lungo termine, supportare il processo decisionale in materia di politica ambientale.

Si è inoltre ritenuto di integrare l'elenco con ulteriori indicatori classificati come "risposte" alle pressioni cui l'ambiente viene sottoposto in tema di rischi naturali, tenendo però presente che l'argomento è quanto mai complesso e numerosissimi sono i fattori da considerare, come pure di difficile valutazione e interpretazione sono le relazioni tra questi: evitando quindi di trarre delle conclusioni si propongono questi nuovi indicatori al fine di definire meglio il sistema in studio attraverso la valutazione di altri elemen-

| Indicatore / Indice  | DPSIR | Unità di misura   | Livello territoriale        | Anni di riferimento                     | Disponibilità dei dati | Andamento numerico | Stato Ambientale |
|--|-------|---|-----------------------------|---|------------------------|--------------------|------------------|
| Segnalazioni totali di dissesto (per frane e alluvioni)                                  | S/P   | numero  | Provinciale                 | 1850-2003                               | ☺                      | ↗                  | ☺                |
| Segnalazioni di dissesto che hanno provocato danni a edifici                             | S/P   | numero  | Comunale                    | 1850-2003                               | ☺                      | ⇒                  | ☺                |
| Superficie aree inondate   | S     | dato assoluto in km <sup>2</sup> o % su superficie totale | Comunale bacini idrografici | 1990-2002                               | ☺                      | ⇒                  | ☺                |
| Superficie aree in frana   | S     | dato assoluto in km <sup>2</sup> o % su superficie totale | Comunale bacini idrografici | 1990-2003 dato sul territorio regionale | ☺                      | ↗                  | ☹                |
| Vittime per frane e alluvioni  | P     | numero  | Puntuale                    | 1850-2002                               | ☺                      | ↘                  | ☺                |
| Siti monitorati per frane  | R     | numero  | Comunale                    | 1980-2003                               | ☺                      | ↗                  | ☺                |
| Strumenti urbanistici sottoposti a revisione o approfondimento (rapportati al n. totale) | R     | numero  | Comunale                    | 1977-2003                               | ☺                      | ↗                  | ☺                |
| Nuove installazioni stazioni meteorografiche   | R     | numero  | Comunale                    | 1980-2003                               | ☺                      | ↗                  | ☺                |

ti. Solo dopo un certo numero di anni di osservazione ed in presenza di dati omogenei, affidabili e completi si potrà affrontare un'analisi più approfondita.

A fronte di una disponibilità di dati sicuramente crescente di anno in anno, la molteplicità di enti e soggetti deputati alla raccolta, analisi ed elaborazione degli stessi e la mancanza di standard concordati e applicati ai diversi livelli di competenza rende problematico definire sia la "tendenza" (in termini di andamento numerico) sia lo stato ambientale associato ai vari indici/indicatori. Ecco perché la situazione associata alla "disponibilità" per i primi 4 parametri individuati è

stata definita "sufficiente", mentre per i successivi la situazione può essere definita "buona".

L'incremento per le superfici in frana è essenzialmente dovuto alle attività di rilevamento in corso sull'intero territorio regionale nell'ambito del progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia) che si concluderà quest'anno, ed è legato quindi al miglioramento delle tecniche di riconoscimento e classificazione dei versanti in frana e non tanto all'intensificazione dei fenomeni gravitativi.

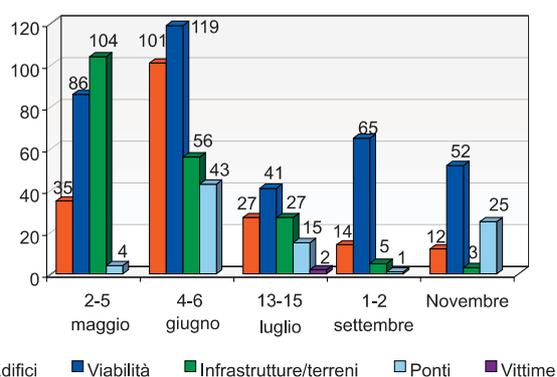
Infine il miglioramento attribuito agli altri indicatori può essere sicuramente ricondotto alle politiche di

prevenzione e previsione che sempre più si vanno affermando sia a livello locale sia a livello regionale e nazionale.

Mentre non si hanno dati di rilievo relativamente al 2001, caratterizzato da un inverno siccitoso, nel 2002 il territorio piemontese è stato interessato da più eventi alluvionali che hanno colpito, in periodi stagionali diversi, ampi settori della regione.

Come sempre succede nel corso di eventi pluviometrici particolarmente intensi, non appena si verificano i primi processi di instabilità con interessamento di infrastrutture e abitati viene avviata da parte delle strutture di Arpa Piemonte una serie di procedure, che prevedono sia attività di consulenza agli enti locali, al fine di prevenire il rischio per la pubblica e privata incolumità, sia attività di censimento ed analisi di quanto

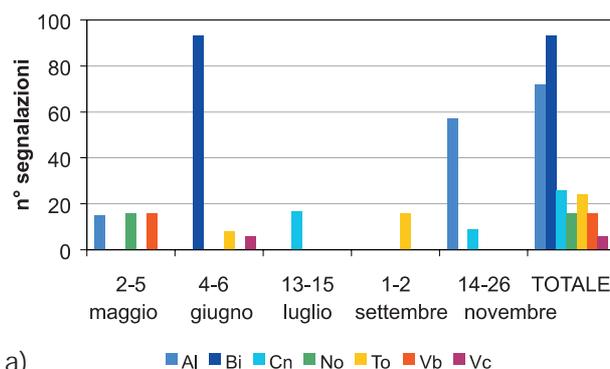
Figura 6.1 - Segnalazioni di processo e danno suddivise per evento e per categoria di danno - anno 2002



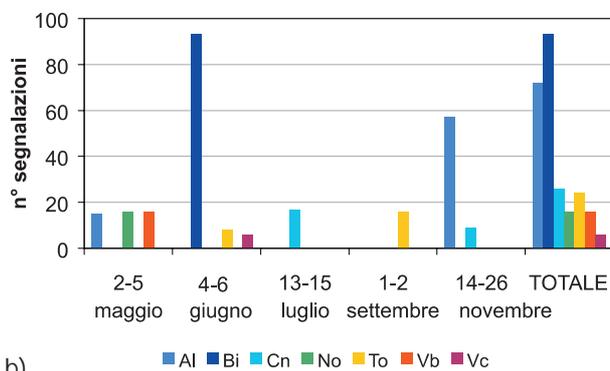
Fonte: Arpa Piemonte

accaduto, al fine di fornire in tempi brevi alla Giunta Regionale e agli altri organi competenti della PA un quadro il più possibile dettagliato ed esaustivo dell'entità ed estensione dei fenomeni occorsi. Ecco quindi che in tempi molto ristretti si hanno a disposizione numerose segnalazioni e descrizioni dei processi, effetti e danni indotti, in gran parte acquisiti direttamente sul campo dal personale tecnico.

Figura 6.2 - Segnalazioni di processo e danno suddivise per evento, per provincia e per processo: attività di versante (a) e attività fluvio-torrentizia (b) - anno 2002



a)



b)

Fonte: Arpa Piemonte

Una considerazione che si può formulare in base alle elaborazioni dei dati acquisiti nel corso dell'estate-autunno 2002 riguarda la disponibilità di un numero sempre maggiore di segnalazioni, imputabile essenzialmente ai più numerosi canali di acquisizione e diffusione delle informazioni, piuttosto che ad una maggiore intensità dei fenomeni.

Complessivamente per gli eventi del 2002 sono state raccolte oltre 800 segnalazioni di dissesto, con netta prevalenza di danni alla viabilità e alle infrastrutture, associati per lo più a processi fluvio-torrentizi. All'evento di giugno, di estensione areale maggiore, poiché ha coinvolto ben 3 province e con particolare intensità quella di Biella, è associato il maggior numero di segnalazioni, mentre le uniche due vittime si sono registrate nel luglio, nello stesso territorio comunale (Chiusa Pesio).



## 6.1.2 VALANGHE

A cura di **Elena Turroni** – Arpa Piemonte  
Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio

In Piemonte i dati sugli incidenti da valanga, forniti dal Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS), sono raccolti dal Settore Meteoidrografico dell'Arpa Piemonte. 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 un'analisi della dinamica dell'evento e delle condizioni meteonivometriche predisponenti. Dall'analisi dei dati emerge una diminuzione del nume-

| Indicatore / Indice | DPSIR | Unità di misura | Livello territoriale | Anni di riferimento | Disponibilità dei dati | Andamento numerico |
|---------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| Incidenti           | S/P   | numero          | Puntuale             | 1984-2002           | ☺                      | ↘                  |
| Vittime             | S/P   | numero          | Puntuale             | 1984-2002           | ☺                      | ↘                  |

ro di incidenti nell'ultima stagione considerata 2001-2002, con un altrettanto ridotto numero di vittime. Questi valori potrebbero essere legati alla scarsità di precipitazioni nevose, al di sotto della media per l'arco alpino piemontese, concentrate nella seconda parte della stagione (nei mesi da febbraio a maggio) e sono in contrasto con i valori registrati nella stagione invernale precedente (2000-2001) in cui il numero di incidenti è stato più elevato (9 rispetto a 3) così come il numero delle vittime (10 rispetto a 1). Durante la stagione invernale 2001/2002 la distribuzione geografica degli incidenti è stata concentrata nelle Alpi Cozie, in

particolare nel territorio comunale di Cesana Torinese, dove si sono verificati i 3 incidenti da valanga. In tutti i casi la valanga si è staccata per il taglio del versante da parte di un gruppo di sciatori su un manto nevoso non consolidato.

Analizzando lo stato del manto nevoso sui rilievi alpini piemontesi nel corso della stagione, si evidenzia come esso si mantenga, sui settori centro-settentrionali, debolmente consolidato fino ad aprile, con all'interno alternanze di strati a debole-moderata coesione, croste da vento o da fusione e rigelo, accumuli e consistenti strati basali di brina di fondo sui versanti all'ombra.

Tabella 6.1 - Incidenti da valanga in Piemonte - anni 1984-2002

| Stagione | Incidenti noti | Vittime | Categoria delle vittime   |
|----------|----------------|---------|---|
| 1984-85  | /              | 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 sci alpinisti   |
| 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 motoslitte - 5 sci alpinisti - 4 sciatori fuori pista |
| 2001-02  | 3              | 1       | 1 sciatore fuori pista  |

Fonte: Arpa Piemonte

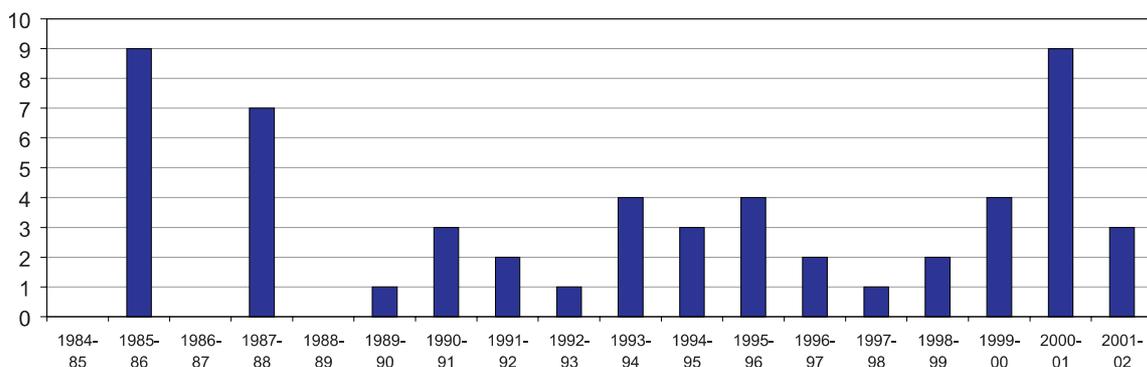


Si deve pertanto ritenere che la causa primaria degli incidenti dipenda, oltre che dall'inesperienza e dal comportamento spesso imprudente degli sciatori coinvolti, piuttosto dalla presenza, all'interno del manto nevoso, di caratteristiche d'instabilità latente che sono legate alle modalità di deposizione della neve al suolo, avvenuta magari in presenza di forte attività eolica, e al

metamorfismo del manto nevoso in relazione alle condizioni meteorologiche della stagione. Certamente, comunque, una maggiore attenzione alle indicazioni riportate nei Bollettini Nivologici Previsionali potrebbe limitare il numero degli incidenti.

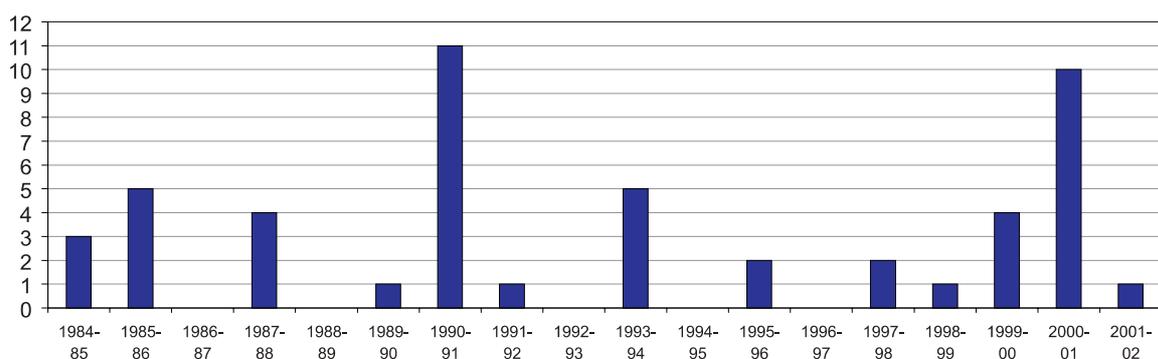
Per quanto riguarda la statistica sulle vittime per valanghe in Piemonte negli ultimi 18 anni, il numero com-

Figura 6.3 - Numero di incidenti da valanga - anni 1984-2002



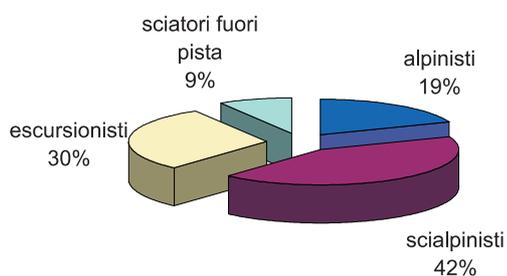
Fonte: Arpa Piemonte

Figura 6.4 - Numero di vittime da valanga - anni 1984-2002



Fonte: Arpa Piemonte

Figura 6.5 - Vittime da valanga suddivise per categoria di attività - anni 1987- 2002



Fonte: Arpa Piemonte

pletivo è pari a 50, con una media di circa 3 per stagione. 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). La statistica evidenzia infine come gli incidenti con vittime si verifichino 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 che l'unica vittima della stagione 2001-2002 appartiene alla categoria degli sciatori fuori pista comparsa nelle statistiche soltanto negli ultimi anni.

## 6.2 I SISTEMI DI CONTROLLO

### 6.2.1 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI RISCHI NATURALI NELLA REGIONE PIEMONTE

A cura di **Elena Turroni** – Arpa Piemonte, Settore Meteoridrografico e Reti di Monitoraggio

La Regione Piemonte, a partire dagli anni '80, ha dato origine al Sistema Informativo Prevenzione Rischi Naturali con l'obiettivo di raccogliere e coordinare informazioni meteorologiche necessarie per prevenire e gestire i fenomeni di dissesto sul territorio regionale.

A tale scopo ha istituito la Sala Situazione Rischi Naturali struttura operativa per il monitoraggio costante 365 giorni all'anno dei fenomeni nivologici, meteorologici ed idrogeologici regionali. Per la sua attività dispone dei seguenti strumenti operativi:

- I modelli numerici
- I radar meteorologici
- L'autosonda
- La rete meteoridrografica automatica
- La rete nivometrica
- Il sistema di allertamento per situazioni di rischio idrogeologico
- La rete sismica

### 6.2.2 IMPIANTI DI CONTROLLO STRUMENTALE SU PENDII IN FRANA

A cura di **Nicoletta Negro** – Arpa Piemonte, Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico

Due terzi circa del territorio Piemontese si collocano in area montana e collinare, dove i processi morfodinamici di versante sono molto diffusi e alcuni di essi interferiscono direttamente o indirettamente con centri abitati.

Nell'ottica di controllare i principali movimenti franosi prossimi a centri abitati, a partire dagli anni ottanta la Regione Piemonte ha iniziato ad attrezzare le aree soggette a tali fenomeni con sistemi di controllo strumentale. La rete di controllo di cui la Regione Piemonte dispone attualmente conta circa 250 siti attivi.

I sistemi sino ad ora installati sono finalizzati al controllo nel tempo dei fenomeni franosi, per definirne l'estensione geometrica e la cinematica, nonché alla veri-

Figura 6.6 - Distribuzione su scala regionale dei siti dotati di sistemi di controllo per frana



Fonte: Arpa Piemonte

fica dell'efficacia di eventuali interventi di mitigazione realizzati sui versanti.

In generale i metodi di monitoraggio tradizionalmente adottati si basano sul concetto che, in corrispondenza di un fenomeno franoso riconosciuto, il periodico controllo di uno specifico elemento fisico del fenomeno franoso stesso (piano di scivolamento, superficie, fratture di coronamento, fronte, livello di falda, ecc.) possa fornire precise indicazioni sull'attività ed evoluzione del fenomeno.

In corrispondenza di fenomeni franosi che evolvono lentamente nel tempo, variazioni cospicue di ciascuno di questi elementi possono essere considerate come "indicatori" di una attivazione-riattivazione del fenomeno stesso.

Al contrario, i fenomeni franosi a sviluppo rapido che coinvolgono porzioni limitate delle coperture superficiali, ancorché frequenti e pericolosi, non sono strumentabili, causa la difficoltà nell'individuare l'ubicazione dei potenziali punti di innesco e la rapidità di sviluppo degli stessi. Inoltre l'evoluzione nel tempo delle grandi frane alpine prevede, in generale, periodi di quiescenza o di movimenti limitati e accelerazioni o attivazioni parossistiche in concomitanza di fattori esterni di innesco. In Piemonte il principale fattore di innesco è rappresentato da piogge intense o prolungate. I controlli non permettono di prevedere quali fenomeni franosi, o quali porzioni degli stessi, possano effettivamente attivarsi a fronte di piogge intense o



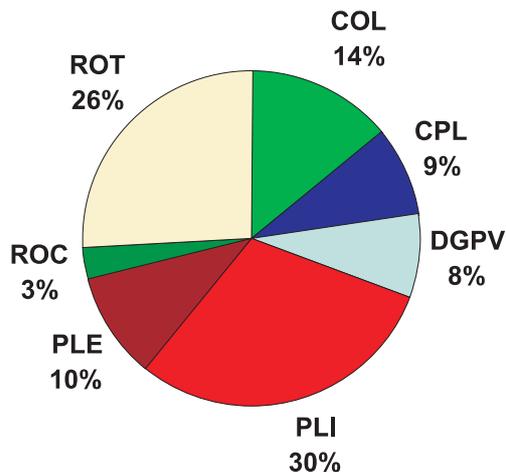
prolungate, anche se previste nella loro intensità o durata.

La maggior parte dei siti è attrezzata con strumenti di tipo tradizionale. Nel caso di frane per scorrimento pla-

la trasmissione dati.

Una maggiore diffusione sul territorio di sistemi automatizzati e di teletrasmissione dati garantisce la raccolta, in tempo reale, presso una o più sedi centrali, di una serie continua di dati, con possibilità di controllo immediato e di una diretta correlazione con i dati provenienti dalla rete meteoroidrografica regionale, costituita da oltre 300 stazioni termopluviometriche. Su alcuni siti si è provveduto ad installare sistemi di trasmissione con modulo cellulare GSM e modem di trasferimento dati. L'impiego del sistema GSM si è rivelato particolarmente agevole poiché non richiede il collegamento alla rete via cavo, difficilmente realizzabile in alcuni siti in ambiente montano. Per la trasmissione di dati elementari, quali quelli piezometrici (costituiti semplicemente da una serie di date a cui è associato un valore di soggiacenza), viene utilizzato il sistema SMS (*Short Message Service*), con notevole riduzione dei costi.

Figura 6.7 - Tipologia dei fenomeni franosi posti sotto controllo nel territorio piemontese



COL: colamenti  
CPL: frane complesse  
DGPV: deformazioni gravitative profonde di versante  
PLI: fenomeni per scorrimento traslativo allo stato incipiente  
PLE: fenomeni per scorrimento traslativo allo stato evoluto, con settori circostanti allo stato incipiente  
ROC: crolli, scivolamenti o ribaltamenti in roccia  
ROT: fenomeni franosi per scivolamento rotazionale

Fonte: Arpa Piemonte

nare e rotazionale sono stati installati per lo più inclinometri, piezometri ed estensimetri. Nel caso di frane per crollo o ribaltamento sono invece presenti misuratori di giunti, clinometri ed estensimetri. Le aree soggette a deformazioni gravitative profonde o a fenomeni franosi complessi, molto frequenti nelle vallate alpine, sono generalmente dotate, se facilmente accessibili, di entrambi i gruppi di strumenti.

Tutte le tipologie elencate possono essere poste sotto controllo con sistemi di tipo topografico che permettono di misurare spostamenti superficiali.

Attualmente, in 97 siti del territorio piemontese (circa il 25% dei siti attrezzati) almeno uno strumento segnala un movimento in atto.

La rete, a seguito dell'incremento nel numero dei siti e del potenziamento degli impianti esistenti, è costituita da circa 600 inclinometri, per oltre 17000 m complessivi di tubo, e da oltre 300 piezometri, per citare gli strumenti più impiegati ed è provvista di automatizzazione, ove possibile, per l'acquisizione e

#### Gestione della rete e sperimentazione

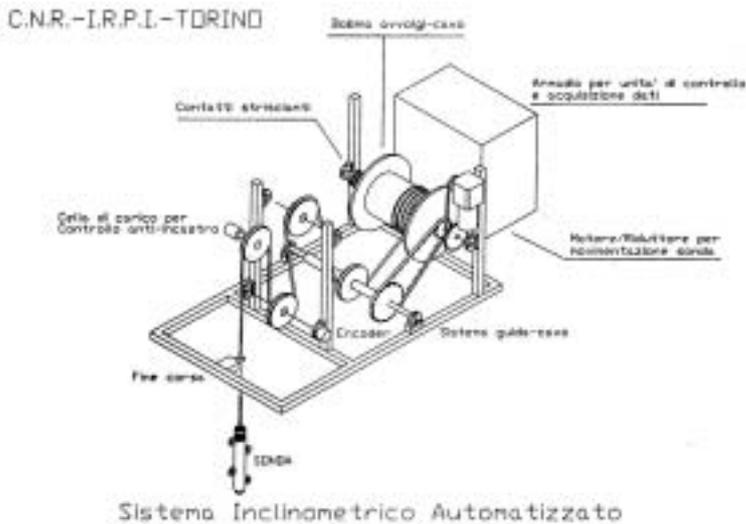
Nella maggioranza dei casi i sistemi di controllo vengono installati dai singoli comuni sulla base di finanziamenti regionali e gestiti da una struttura appositamente istituita dalla Regione Piemonte. La raccolta dati avviene attraverso un apposito applicativo "Monitoraggio Fenomeni Franosi", integrato con il Sistema Informativo Geologico Regionale.

Viene inoltre condotta la sperimentazione di innovativi sistemi di monitoraggio con l'applicazione di tecnologie avanzate, sia per verificare la validità delle nuove tecnologie, quando i sistemi tradizionali sono inadeguati, sia per valutare il rapporto costi/benefici che deriva dall'impiego di nuove strumentazioni.

Alcuni siti, di particolare interesse per la velocità di movimento dei fenomeni in atto o per la gravità delle condizioni al contorno, sono stati di recente dotati di sistemi a tecnologia avanzata, quali inclinometri automatizzati (SIA, Sistema inclinometrico automatizzato brevettato dal CNR - IRPI Torino), cavi coassiali per letture TDR (*time domain reflectometry*), capisaldi topografici per effettuare rilievi con sistemi di rilevamento satellitare (GPS, *Global Positioning System*), sistemi di monitoraggio microsismico (registrazione del rock noise), DICLAS (estensimetro ottico, brevettato dal Politecnico di Losanna), videocamera in foro. Recentemente la Regione Piemonte si sta inoltre interessando alle tecniche SAR (*Synthetic Aperture Radar*) per la verifica di spostamenti verticali tramite sistemi satellitari.



Figura 6.8 - SIA, Sistema inclinometrico automatizzato brevettato dal CNR – IRPI Torino



Fonte Arpa Piemonte

Il SIA è costituito da una sonda inclinometrica di tipo tradizionale asservita ad un motore elettrico a sua volta pilotato da una centralina elettronica. Tramite apposita programma-

zione la sonda viene periodicamente calata a fondo foro e fatta risalire con soste per le misure alle quote desiderate.

### 6.2.3 SISTEMI INFORMATIVI PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO

#### Il sistema informativo valanghe

A cura di **Maria Cristina Prola** - CSI Piemonte;  
**Marco Cordola** - Arpa Piemonte, Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio

Conoscere le problematiche legate alla presenza di valanghe è di fondamentale importanza per gli organi tecnici delle amministrazioni pubbliche regionali e provinciali, impegnati nella pianificazione e nella gestione del territorio alpino.

La disponibilità di una raccolta organica di dati d'archivio sulle valanghe è stata fino ad un ventennio fa rappresentata esclusivamente da "Archivio Storico-Topografico delle Valanghe in Italia", pubblicato da Capello nel 1977, per le valanghe della Provincia di Cuneo, e nel 1980, per quelle della Provincia di Torino.

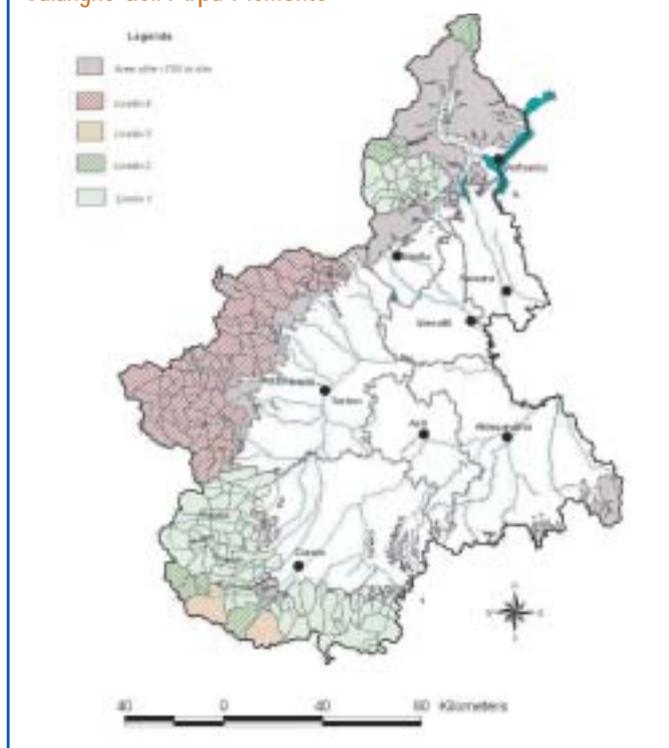
Contestualmente alla nascita del Servizio nivometrico regionale, nel 1983 fu avviata un'indagine permanente sui fenomeni valanghivi verificatisi in Piemonte tramite l'adozione di apposite schede, uniformate a livello di arco alpino nell'ambito delle attività di coordinamento interregionale operate dall'AINEVA e 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. Parallelamente furono avviate delle collaborazioni con enti pubblici, comunità montane e università finalizzate ad estendere le ricerche sulle problematiche valanghive all'intero territorio alpino regionale e allo sviluppo di apposite cartografie. Oltre alla pubblicazione di Capello l'archivio regionale si è così arricchito, tra la fine degli anni '80 e gli inizi degli anni '90, di monografie relative alla Val Sesia e alla Valle di Viù e di un'indagine più dettagliata, eseguita dalla Comunità Montana Monte Rosa, sulla Valle Anzasca.

Dal 1993 il Settore Meteorografico della Regione Piemonte, ora dell'Arpa Piemonte, ha iniziato la realizzazione delle Carte di Localizzazione Probabile delle



Figura 6.9 - Quadro d'insieme, aggiornato a ottobre 2002, della documentazione reperibile presso la Banca Dati Valanghe dell'Arpa Piemonte



Valanghe (CLPV), 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'AINEVA. Le CLPV, realizzate negli ultimi dieci anni, frutto di una collaborazione con diversi Enti, costituiscono la base cartografica della banca dati valanghe dell'Arpa Piemonte. Per ogni "valanga" sono state compilate delle schede analitiche che riportano i dati topografici e morfologici delle tre aree che caratterizzano il sito valanghivo, ovvero zona di distacco, zona di scorrimento e zona d'arresto, i danni accertati e le date di eventi relativi, nonché le opere di difesa eventualmente presenti o in progetto (presenti anche nella carta tematica con simbologia specifica). I dati delle schede costituiscono la sorgente del database informatizzato della Banca Dati Valanghe; quando esistenti, sono allegati documentazioni fotografiche, giornalistiche o tecniche. In una fase successiva alla realizzazione della cartografia tematica, si è ritenuto utile adottare un Sistema informativo che visualizzasse in un sistema georiferito i siti valanghivi e le informazioni ad essi riferiti. In collaborazione con il Settore Difesa del Suolo della Provincia di Torino e

Tabella 6.2 - Documentazione disponibile presso la Banca Dati Valanghe dell'Arpa Piemonte (aggiornamento ottobre 2002)

| Cartografia georiferita e dati d'archivio Disponibili sul WEB <sup>2</sup> |                | Cartografia georiferita e dati d'archivio |   | Cartografia cartacea, non georiferita e dati d'archivio |   | Dati d'archivio    |                         |
|--|----------------|---|---|---|---|--------------------|-------------------------|
| Livello 4  |                | Livello 3                                 |   | Livello 2   |   | Livello 1          |                         |
| Provincia di Torino  | Canavese       | Provincia di Cuneo <sup>3</sup>           | Valle Stura di Demonte: Comune di Vinadio | Provincia di Cuneo                                      | Valle Stura di Demonte: Comuni di Argentera, Pietraporzio e Sambuco | Provincia di Cuneo | Valle Po                |
|  | Valli di Lanzo |   | Valle Gesso: Comune di Entracque          |   | Valle Gesso: Comune di Valdieri                                     |                    | Val Varaita             |
|  | Val di Susa    |   |   | Provincia di Verbania                                   | Val Anzasca: Comuni di Ceppo Morelli e Macugnaga <sup>4</sup>       |                    | Val Maira               |
|  | Val Chisone    |   |   |   | Val Formazza  |                    | Valle Grana Monregalese |
|  | Val Germanasca |   |   |   |   |                    |                         |
|  | Val Pellice    |   |   |   |   |                    | Provincia di Vercelli   |

Fonte: Arpa Piemonte

<sup>2</sup>Convenzione tra Regione Piemonte e Provincia di Torino

<sup>3</sup>Convenzione tra Regione Piemonte e Provincia di Cuneo per il rilevamento e la stesura delle CLPV, georeferenziazione a cura dell'Ufficio Cartografico del Settore Assetto del Territorio della Provincia di Cuneo

<sup>4</sup>A cura della Comunità Montana Monte Rosa

<sup>5</sup>Convenzione tra Regione Piemonte e Comunità Montana Val Sesia

il supporto tecnico del CSI Piemonte si è passati ad acquisire in formato digitale la cartografia realizzata nel territorio montano torinese, utilizzando come supporto informatico specifico l'applicativo Arcview della ESRI.

Analogamente l'Ufficio Cartografico del Settore Assetto del Territorio delle Provincia di Cuneo ha iniziato un progetto di georeferenziazione delle CLPV realizzate, utilizzando lo stesso applicativo. Il dato tabellare associato alle geometrie deriva dal database informatizzato riportante i dati topografici e morfologici delle valanghe.

Nel corso degli ultimi anni la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte, le cui funzioni sono state trasferite all'Arpa Piemonte, ha avviato un processo di diffusione e distribuzione delle informazioni di propria competenza attraverso un ampio impiego delle tecnologie di rete Internet. Tale processo richiede un approccio iterativo, che analizza le aspettative di informazioni in funzione della tipologia di utenza e migliori progressivamente il processo di distribuzione.

In questo filone di attività si inserisce il progetto di diffusione delle informazioni geografiche gestite del Sistema Informativo Valanghe condiviso tra Regione e Provincia di Torino, realizzato attraverso l'impiego di tecnologie Web GIS in rete Internet.

Ne deriva che ad oggi la Banca Dati Valanghe dell'Arpa Piemonte contiene informazioni di tipo cartografico e tabellare, georiferite e consultabili sul sito internet alla pagina [www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/geologia/meteo/strumenti/valanghe.htm](http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/geologia/meteo/strumenti/valanghe.htm), sviluppate a livelli diversi a seconda della porzione di territorio a cui si riferiscono:

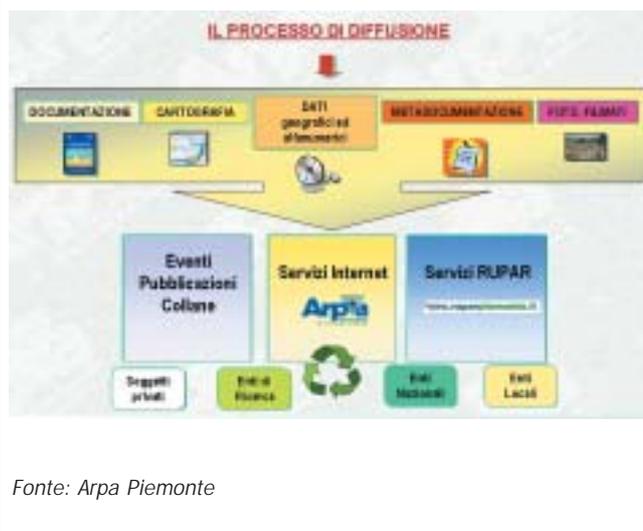
aree di cui sono disponibili le CLPV, indicate nella figura 6.9 con il colore rosso, zone dove le CLPV sono georiferite ma oggi non ancora presenti sul web, riportate in colore giallo, settori ove esiste una cartografia redatta secondo la metodologia delle CLPV, ma ancora su supporto cartaceo o comunque non georiferite con il GIS – colore verde scuro – e, infine, zone dove le informazioni sono limitate a dati d'archivio, corredati al più di una cartografia semplice realizzata mediante le frecce – aree verde chiaro.

## Il Sistema Informativo Geologico

A cura di **Gianfranca Bellardone, Lidia Giacomelli, Manlio Ramasco e Stefano Campus** - Arpa Piemonte, Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi

La creazione di un Sistema Informativo Geologico fa parte del programma di prevenzione territoriale che la Regione Piemonte, attraverso il Settore Studi e

Figura 6.10 - Principali prodotti, canali di diffusione e tipologia di utenza



Fonte: Arpa Piemonte

Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi dell'Arpa Piemonte (già Direzione regionale Servizi Tecnici di Prevenzione), promuove al fine di attuare un'equilibrata pianificazione dell'attività antropica ed una concreta azione di salvaguardia del territorio.

La conduzione di studi diretti sui processi d'instabilità in atto finalizzati alla valutazione quantitativa e qualitativa delle condizioni di pericolosità cui è sottoposto il territorio, accompagnati ad una sistematica raccolta e analisi del dato storico, rappresenta un approccio vincente per la caratterizzazione dei fenomeni geologici a rapida evoluzione che modellano il territorio e che devono essere tenuti in conto in ogni attività di pianificazione.

Inoltre, è fondamentale che le conoscenze acquisite vengano messe al servizio di tutti coloro che operano nel campo della pianificazione territoriale, attraverso procedure che consentano a tutti gli interessati un facile accesso ai dati.

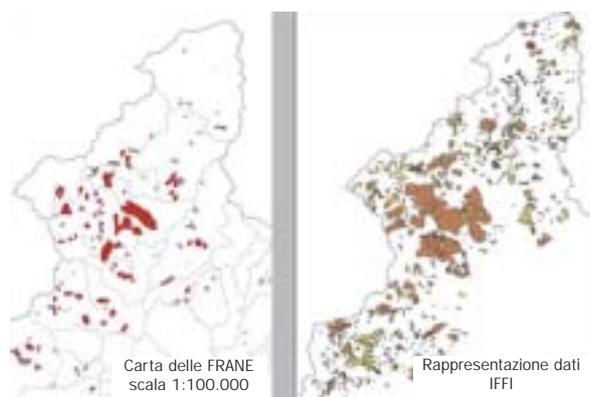
La radicale revisione sia della base dati sia degli applicativi gestionali ha portato alla individuazione di alcuni principali sottosistemi (Documentazione, Processi-Effetti e Geotecnica). Attraverso l'intersezione delle componenti geografiche avviene infine il collegamento tra gli altri Sottosistemi e Sistemi informativi (monitoraggio fenomeni franosi, geotecnica, ecc.).

La diffusione è rivolta ad un'utenza diversificata proponendo prodotti e servizi di vario genere, che vanno dalla tradizionale pubblicazione di monografie e cartografie, ai servizi di consultazione e scarico dati tramite Web.

## Il progetto IFFI

Il Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo ha promosso la realizzazione di una carta inventario dei fenomeni franosi in Italia stanziando 8 miliardi di lire per la sua realizzazione. Su proposta e con il coordinamento del Servizio Geologico Nazionale è stato pertanto avviato il progetto IFFI, Inventario Fenomeni Franosi in Italia, che prevede, per la sua attuazione, la creazione di un Gruppo di lavoro composto da membri del Servizio Geologico, delle Regioni e Province Autonome, delle Autorità di Bacino, delle Amministrazioni rappresentate nel Comitato stesso e del CNR. Il Gruppo di lavoro ha definito tutti gli allegati tecnici e la guida necessari per una omogenea realizzazione del progetto che stanno alla base delle convenzioni che ogni singola Regione avrà stipulato con il Servizio Geologico Nazionale. La realizzazione del progetto IFFI per il Piemonte è stata affidata al Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informativo Prevenzione Rischi dell'Arpa Piemonte.

Figura 6.11 - Confronto tra dati del Progetto IFFI e dati progressi



Fonte: Arpa Piemonte

Confrontando i dati ottenuti per il Progetto IFFI con le conoscenze pregresse (Carta delle Frane scala 1:100.000) emerge un quadro inaspettatamente molto più denso di fenomeni franosi.

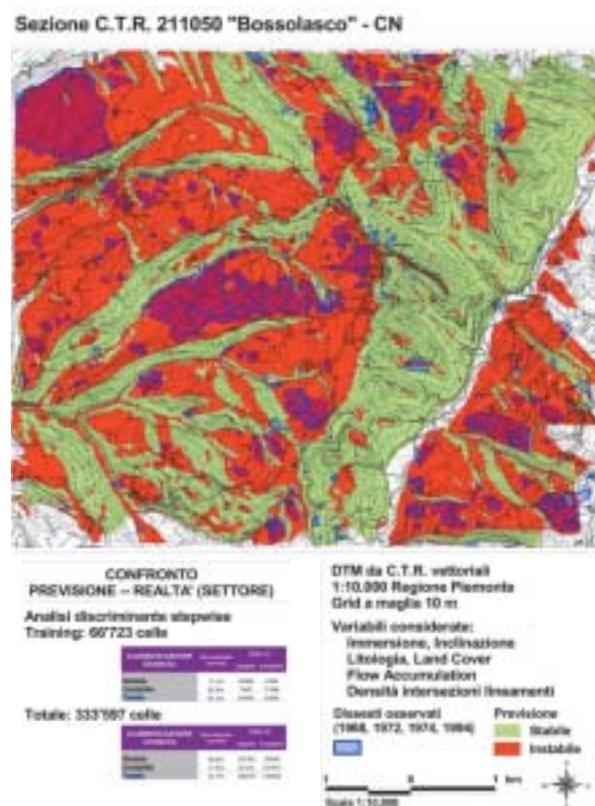
Il progetto IFFI è un inventario, attualmente ancora in corso di realizzazione (la conclusione è prevista entro il 2003), che raccoglie tutte le informazioni e conoscenze fino ad ora acquisite sulle frane del territorio regionale, a vari livelli di approfondimento. Esso è costituito da una componente geografica nella quale sono rappresentate le principali caratteristiche geometriche delle frane, associata ad un data base che raccoglie tutte le informazioni tecnico-descrittive riferite al singolo fenomeno. Il

progetto, che ha visto la collaborazione tra Regione Piemonte e Province piemontesi, rappresenta un'opportunità per una completa revisione dell'area tematica frane (il maggior dettaglio richiesto, il diverso grado di conoscenza raggiunto, l'affinamento degli strumenti tecnici a disposizione avevano già imposto la necessità di una revisione generale e di un significativo approfondimento del quadro di conoscenze esistenti), con possibilità di attuare strategie di coinvolgimento operativo e scambio di informazioni sia all'interno, sia verso l'esterno allineandosi alle più recenti indicazioni normative in materia di trasparenza, snellimento e decentramento delle funzioni. Un altro importante obiettivo è quello di garantire omogeneità e quindi un adeguato coordinamento tra questo progetto e le diverse iniziative in corso a vari livelli istituzionali, nell'ottica di una gestione futura integrata dei risultati ottenuti.

## Programma CARG Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio n. 211-Dego

Progetto speciale eventi alluvionali in Piemonte e valutazione della pericolosità per instabilità dei versanti.

Figura 6.12 - Esempio di valutazione della pericolosità per processi di scivolamento planare



Fonte: Arpa Piemonte



Il Settore Studi e Ricerche Geologiche, in seno al progetto speciale "Eventi alluvionali in Piemonte" previsto da un accordo con il Dipartimento per Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri, è chiamato a predisporre a titolo sperimentale una cartografia tematica della pericolosità geologica connessa all'instabilità dei versanti alla scala 1:50.000 e, quindi, a definirne i contenuti metodologici. Il criterio ispiratore dello studio consiste nell'aumentare l'affidabilità delle metodologie volte alla valutazione della pericolosità, riducendo il margine di aleatorietà connesso sia alla scelta dei parametri di ingresso sia alla variabilità delle misure.

La compartecipazione di diverse professionalità fa sì che la valutazione dei parametri, delle variabili in gioco e dei risultati del procedimento automatico sia filtrata attraverso l'esperienza e la conoscenza del fenomeno fisico. La stima in termini quantitativi della pericolosità implica la conoscenza di una serie di parametri, sia relativi al fenomeno franoso in sé sia alle condizioni al contorno, al fine di creare un modello che riesca a prevedere, spazialmente e temporalmente, lo sviluppo di

dissesti. L'intero studio si basa sulla consapevolezza che ad ogni tipologia di dissesto corrisponde una specifica pericolosità, la cui valutazione può richiedere procedure diverse. Per arrivare alla definizione della pericolosità per ogni tipologia di dissesto (scivolamenti planari e shallow landslides), si è seguito un doppio percorso ricorrendo a metodi statistici multivariati e modelli accoppiati di tipo meccanico-idrologici con componenti diverse. L'analisi è stata condotta attraverso diverse fasi consequenziali.

I metodi utilizzati, rispettivamente per la pericolosità associata a frane per scivolamento planare e a mobilitazione della coltre superficiale, sono:

- A) analisi discriminante: per determinare quali variabili discriminano tra due o più gruppi "naturalisti";
  - B) modelli di tipo deterministico (idrologico-meccanico).
- Il progetto si concluderà entro il 2003 con la pubblicazione di 2 carte tematiche (valutazione della pericolosità di versante associata a scivolamenti planari e a frane superficiali) a scala 1:50.000 e relative note illustrative.

#### BOX 1 - PROCEDURE E STRUMENTI GIS PER LA RACCOLTA E L'ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI LEGATE AD EVENTI ALLUVIONALI

A cura di *Gianfranco Bellardone e Lidia Giacomelli - Arpa Piemonte, Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi;*  
*Rocco Pispico, CSI-Piemonte*

Nell'ambito delle attività volte all'ampliamento ed aggiornamento delle conoscenze sullo stato del dissesto, gestite attraverso il Sistema Informativo Geologico o SIGeo, fondamentale è il rilevamento dei processi e degli effetti in corso di evento e nelle fasi immediatamente successive, avven-

do come primo obiettivo quello di fornire all'amministrazione regionale e a chi si occupa, a vario titolo, di pianificazione e difesa del territorio, i primi elementi conoscitivi per un'azione efficace sia nella fase di emergenza (pronto intervento, protezione civile, ecc.) sia nella successiva programmazione degli interventi, strutturali e non, finalizzati alla riduzione dei rischi.

Ai rilevatori incaricati dei sopralluoghi nelle fasi di emergenza e di post-emergenza sono stati forniti strumenti di indirizzo per una rapida e uniforme raccolta delle informazioni sugli effetti e sui danni provocati da un evento alluvionale. Tali strumenti, in virtù del formato digitale opportunamente strutturato, oltre a guidare e standardizzare le attività di rilevamento permettono la raccolta e l'organizzazione di una gran quantità di dati in tempi limitati e rappresentano una formidabile fonte di alimentazione per il Sistema Informativo Geologico.

Con l'ulteriore finalità di potenziare ed ampliare le attività di diffusione delle informazioni, attraverso l'uso di tali strumenti il quadro conoscitivo sui processi ed effetti indotti viene reso disponibile sotto forma di Rapporti di Evento, primi documenti a contenuto tecnico





da fornire all'amministrazione a supporto del processo decisionale legato alle calamità naturali. Tali rapporti, prodotti in tempi brevi e soggetti ad aggiornamenti ed approfondimenti successivi, vengono inoltre pubblicati tramite Web, quale dovere istituzionale nei confronti della popolazione che si trova a subire gli effetti di tali eventi e le successive misure

di tutela del territorio, in termini di interventi strutturali e non. Oltre a tale documentazione è prevista (come già è successo per l'ottobre 2000) l'attivazione di appositi servizi Web-GIS per la consultazione, ricerca e scarico dei dati raccolti (caratterizzazione processi-effetti-danni, foto, video) tramite interrogazione geografica ed alfanumerica.

## 6.3 ANALISI CLIMATICA ED EVENTI NATURALI

### 6.3.1 I CAMBIAMENTI CLIMATICI

A cura di **Elena Turroni** – Arpa Piemonte, Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio

L'analisi climatica delle serie pluviometriche storiche piemontesi evidenzia una tendenza generale alla diminuzione delle precipitazioni annue, che, in atto praticamente su tutta l'area piemontese, può stimarsi mediamente, a seconda delle stazioni, da un minimo di 0,12 mm/anno (Mondovì) ad un massimo di 2,59 mm/anno (Chivasso).

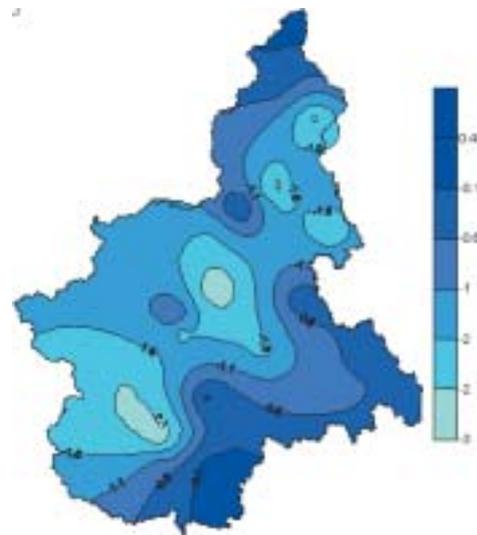
Più specificatamente, prendendo in esame l'andamento sulla pianura piemontese del gradiente negativo in funzione dell'ubicazione della stazione, si può individuare un'area territoriale, che, delimitata entro un'isolinea massimale di gradiente negativo del valore di almeno 2 mm/anno, presenta una forma ristretta ed allungata secondo un asse orientato SW-NE lungo l'allineamento Miazzina-Sostegno-Chivasso-Cavour-Centallo.

Ad E e a W di questa area di pianura piemontese, con diminuzione nelle precipitazioni annue di almeno 2 mm/anno, il valore del gradiente negativo diminuisce sino a raggiungere, nella zona della pianura Sud, 0,64 mm/anno a Novi Ligure e 0,24 mm/anno a Tortona, e, nella zona di fondovalle del versante alpino, 0,56 mm/anno a Torino e 1,64 mm/anno ad Ivrea.

Geograficamente, quindi, l'area centrale della pianura piemontese è quella che presenta, nel lungo periodo, la più elevata diminuzione delle precipitazioni annue. In particolare, poi, l'analisi nell'ambito delle varie stazioni dei trend mensili evidenzia che questa tendenza negativa dell'andamento delle precipitazioni annuali risulta soprattutto dovuta ad una diminuzione pluviometrica dei mesi di marzo, maggio, giugno, luglio, ottobre e dicembre, con valori di gradienti negativi massimali nei mesi di luglio e ottobre.

L'analisi climatica delle serie termometriche, relative ai sei osservatori distribuiti nell'area di pianura piemonte-

Figura 6.13 - Distribuzione del gradiente pluviometrico



Fonte: Arpa Piemonte

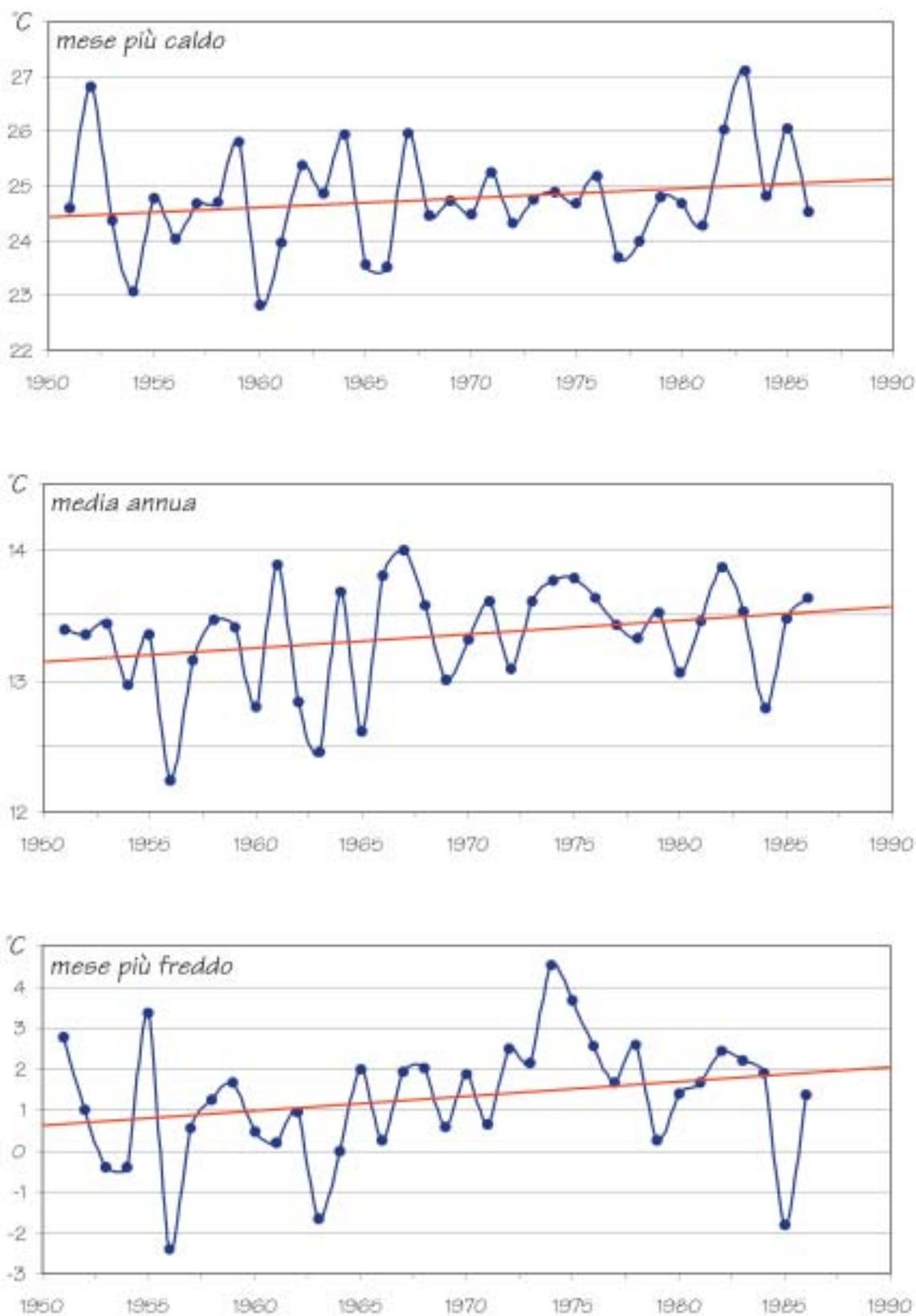
se (Alessandria, Bra, Fossano, Moncalieri, Torino, Tortona), evidenzia un trend positivo nell'andamento della temperatura media annua, la cui entità può valutarsi con un aumento della temperatura media annua di 0,8°C al secolo. Questo aumento della temperatura media annua, sulla base dei risultati del test di Pettitt, avrebbe avuto inizio nell'anno 1919.

Le serie termometriche storiche esaminate indicano altresì che la temperatura media dell'autunno risulta sempre superiore a quella della primavera e che il clima piemontese risente di un'influenza marittima. Inoltre, i diagrammi ombrotermici di Gausson individuano, in tutta l'area di pianura del Piemonte meridionale distribuita a Sud di Moncalieri (44°59'N), la presenza di aridità nei mesi di luglio e agosto.

Inoltre, i diagrammi di Thornthwaite consentono di individuare, nell'ambito dell'area di pianura piemontese, due distinte zone a caratteristiche climatiche differenziate. Nella prima, compresa tra i paralleli di 45° e 44°40', il clima risulta da subumido a subarido con modesta deficienza idrica estiva e con efficienza termica compresa tra 855 mm e 997 mm in concentrazione estiva tra il



Figura 6.14 - Serie termometriche - anni 1950-1990





56,3% ed il 61,6%. Nella seconda, estesa a nord e a sud di questa fascia su tutta la restante area di pianura, invece, si evidenzia un tipo di clima da umido a subumido, privo di deficienza idrica estiva e con efficienza termica compresa tra 712 mm e 855 mm in concentrazione estiva dal 51,9% al 56,3%.

Il risultato generale che emerge dall'analisi climatica delle serie termopluviometriche storiche piemontesi, è l'esistenza di una correlazione inversa tra precipitazioni e temperatura. Tale tendenza climatica in atto nella pianura piemontese rientra però, su scala planetaria, in quella parte di area meridiana europea-nordafricana, evidenziata da Tardy *et al.* (1995), dove, alla scala secolare, le portate dei fiumi risultano in correlazione diretta con le precipitazioni e inversa con le temperature.

Tale tendenza rappresenta, perciò, un effetto climatico generale, che interessa una vasta area planetaria, in cui deve comprendersi l'intera penisola italiana, come si evince dalle risultanze ottenute dalle analisi di numerose serie termopluviometriche di varie località italiane da Giuffrida e Conte (1989), da Dragoni e De Felice (1994) e da Cortemiglia (1996).

L'elaborazione statistica dei dati giornalieri di 25 serie storiche pluviometriche e di 6 serie storiche termometriche consente di valutare la variazione dei parametri climatici nel tempo, tema di particolare attualità in relazione al prospettato riscaldamento del globo dovuto all'effetto serra e ad una diminuzione delle precipitazioni (Cortemiglia, 1999).

### 6.3.2 ANDAMENTO CLIMATICO IN ALTA VALLE SUSA

A cura di **Elena Turroni** – Arpa Piemonte, Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio;

**Simona Fratianni** – Università di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra

La fitta rete di stazioni meteorologiche realizzata in Val di Susa dalla Regione Piemonte ha permesso di promuovere uno studio, in collaborazione con l'Università di Torino-Dipartimento di Scienze della Terra, che inizia l'esplorazione dei climi locali della regione. La prima ad essere esaminata è l'area che ospiterà nel 2006 le Olimpiadi invernali, la Val di Susa, dove la ricerca ha messo in luce interessanti variazioni tra le diverse località.

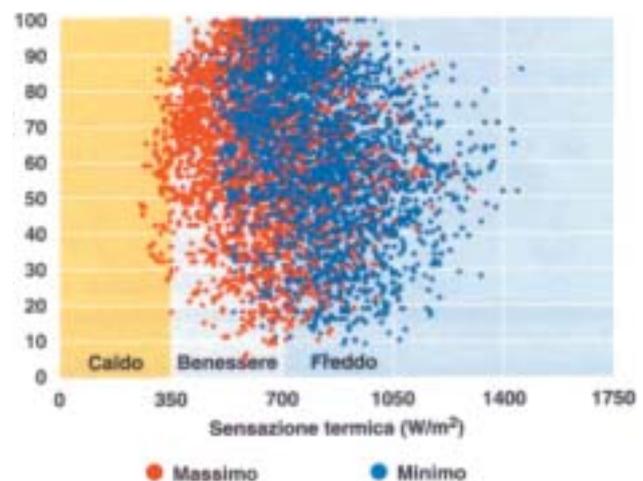
L'analisi dei parametri climatici relativi ad alcune stazioni automatiche della Rete di Monitoraggio Meteorografico della Regione Piemonte situate in Alta Val Susa (quali le stazioni di Prerichard e Camini Frejus a Bardonecchia,

Lago Pilone a Sauze d'Oulx, Graviere e Le Selle a Salbertrand, entrate in funzione generalmente nel 1990 e attive fino al maggio 1998) ha permesso di trarre considerazioni sia di carattere geografico-fisico e vegetazionale, sia di carattere socio-turistico.

Esiste una forte variabilità fra gli individui in fatto di esigenze turistico-climatiche; le condizioni di "ideale climatico medio" alle quali si conforma la maggior parte dei turisti dipendono prevalentemente dalla temperatura dell'aria, ma anche da altri fattori climatici quali la radiazione solare, l'umidità dell'aria e il vento (Besancenot, 1990, Siple *et al.* 1945).

Le stazioni esaminate sono caratterizzate da condizioni di benessere fisico buone, anche se abbastanza variabili. Bisogna considerare, come fattore limitante all'omogeneità dei risultati, la diversa altitudine a cui sono poste le stazioni meteorologiche. La stazione di Graviere

Figura 6.15 - Rapporto tra umidità relativa e sensazione termica, calcolata con le temperature massime e minime a Le Selle



Fonte: Arpa Piemonte

La relazione tra l'umidità relativa percentuale e la sensazione termica è espressa in  $W/m^2$ . Ai quattro angoli del grafico s'individuano diverse condizioni: partendo dal basso, troviamo caldo secco in prossimità dello zero e freddo secco verso i  $1600 W/m^2$ ; in alto, partendo da sinistra, abbiamo invece caldo umido fino ad arrivare a freddo umido.

La sensazione termica è stata calcolata, per ogni giorno, usando sia la temperatura massima (di giorno) sia la minima (di notte). Le Selle presenta un grafico i cui punti appaiono molto distribuiti: il benessere fisico è garantito per circa un terzo dell'anno, ma prevalgono i giorni di freddo che, in qualche occasione, tendono al valore limite di  $1625 W/m^2$ , con il 50% di umidità relativa. In generale le condizioni trovate in tutta la valle rispettano l'ubicazione della stazione: fa più caldo in prossimità dei centri abitati e meno nei luoghi isolati, più prettamente utilizzati come centri sciistici.

(1010 m s.l.m.) presenta una permanenza di giorni con sensazione di benessere e di caldo più alta rispetto alla sensazione di freddo che prevale in stazioni poste ad una quota superiore (ad es. Lago Pilone, a 2320 m s.l.m.). A quote elevate si verifica un peggioramento delle condizioni climatico-turistiche, bilanciato solo in parte dall'aumento dell'attrattiva turistica. Sono anche da considerare fattori quali l'esposizione e il grado di protezione di ogni singola stazione.

Un aspetto importante della climatologia turistica verte sulle caratteristiche della neve come risorsa, particolarmente interessante per i suoi risvolti sportivi e ricreativi. Particolare rilievo assume conoscere la quantità di neve che mediamente cade durante la stagione invernale in un determinato bacino sciistico e soprattutto la durata del manto nevoso. Quest'ultimo fattore condiziona la durata della stagione turistica invernale e a sua volta è condizionato dalla quantità delle precipitazioni nevose e dalla fusione del manto nevoso determinata in primo luogo dalle condizioni termiche.

Dall'analisi dell'andamento delle precipitazioni nel corso degli anni considerati si rileva una variabilità della distribuzione temporale delle stesse.

L'altro parametro che bisogna considerare è lo spessore della neve al suolo. Nell'utilizzazione turistica vi sono notevoli differenze fra l'alta montagna, dove si pratica lo sci alpino da discesa, e le zone pianeggianti di fondovalle, regno dello sci da fondo.

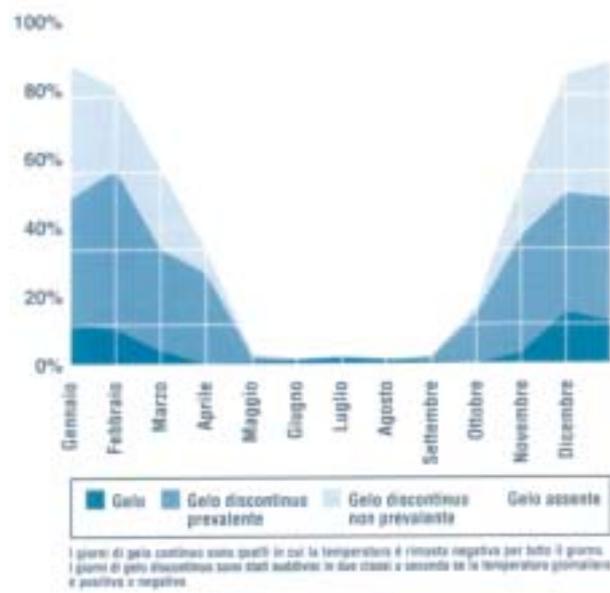
**Tabella 6.3 - Classificazione dello spessore del manto nevoso**

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| I classe:   | assenza di neve al suolo |
| II classe:  | 1 – 20 cm                |
| III classe: | 21 – 39 cm               |
| IV classe:  | 40 – 70 cm               |
| V classe:   | 71 – 100 cm              |
| VI classe:  | oltre 100 cm             |

Assumono particolare importanza le classi dalla 4° alla 6°, in quanto il manto nevoso si presenta in condizioni di spessore più che sufficiente a ricoprire con continuità la superficie e quindi a permettere la pratica di qualsiasi tipo di sci.

Analizzando la percentuale dei giorni di un mese in cui la neve viene più facilmente trattenuta al suolo in due stazioni ubicate a quota diversa: Prerichard (1353 m s.l.m.) e Lago Pilone (2230 m s.l.m.) si nota come nella prima località una buona percentuale dei giorni con spessore del manto nevoso dai 40 ai 70 cm la troviamo nel mese di febbraio (35%) mentre solo nei mesi di dicembre e gennaio è presente la VI classe con per-

**Figura 6.16 - Classificazione dei giorni per gelo a Prerichard**



Fonte: Arpa Piemonte

A Prerichard, dove, per la modesta quota (1353 m), si necessita di neve artificiale, vengono garantite le condizioni di temperatura per l'innevamento programmato. Infatti, nonostante la bassa presenza percentuale di giorni di gelo continuo (intorno al 10%), troviamo una buona consistenza percentuale di giorni di gelo discontinuo prevalente (con il 50% dei giorni nei mesi di dicembre e gennaio e con il 60% dei giorni nel mese di febbraio).

centuali di giorni molto basse.

A Lago Pilone l'innevamento è garantito durante tutta la stagione invernale data l'elevata presenza percentuale di giorni in cui sono presenti la IV, V e VI classe. Questo si verifica in quanto ad alte quote ad ogni inizio stagione si hanno abbondanti nevicate, che accumulano più di 70 cm di neve al suolo. Questo è confermato dal diagramma di dispersione delle altezze di neve al suolo per le varie quote delle stazioni, dove riscontriamo che fra l'altezza della neve al suolo e la quota vi è una proporzionalità esponenziale: ad una piccola variazione positiva della quota corrisponde così un notevole aumento dell'altezza di neve al suolo.

Il problema della carenza di precipitazione nevosa risulta evidente a quote più basse dove sono stati installati i cannoni per la neve artificiale, strumenti che hanno dato vantaggi innegabili soprattutto in campo turistico, in quanto l'innevamento programmato può rappresentare per la vasta schiera degli appassionati un elemento privilegiato nella scelta della settimana bianca, la garanzia di sciare su piste ben innevate ed in ottime condizioni, anche nei passaggi più critici.

La neve artificiale sembra però non costituire una soluzione definitiva alla mancanza di neve naturale: non bisogna dimenticare che la produzione artificiale di neve dipende da fattori climatici altrettanto vincolanti quanto quelli che condizionano la presenza della neve naturale. In media le attrezzature di produzione della neve artificiale necessitano di temperature di circa -4°C in presenza di livelli di umidità relativa del 100%, -3°C con l'80% e -2°C con il 60% (Signorini, com. pers). Per questa ragione bisogna considerare il numero di giorni di permanenza di gelo.

**Tabella 6.4 - Condizioni di gelo in funzione delle condizioni di temperatura**

| T minima | T media | T massima | Gelo                       |
|----------|---------|-----------|----------------------------|
| > 0      | > 0     | > 0       | assente                    |
| > 0      | > 0     | < 0       | discontinuo non prevalente |
| > 0      | < 0     | < 0       | discontinuo prevalente     |
| < 0      | < 0     | < 0       | continuo                   |

Dal punto di vista turistico le condizioni di gelo discontinuo prevalente e di gelo continuo favoriscono l'uso dei cannoni e quindi, grazie alla presenza di basse temperature, si potrà più facilmente programmare i giorni per fare la neve artificiale. Quindi, alte percentuali di giorni con le succitate condizioni possono facilmente individuare il periodo di innevamento artificiale potenziale.

### 6.3.3 EVENTI NATURALI SIGNIFICATIVI

A cura di **Gianfranco Susella** – Arpa Piemonte, Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi;  
**Giuseppina Moletta** – CSI-Piemonte

Nel 2002 il territorio piemontese è stato interessato da molteplici eventi alluvionali che hanno colpito, in periodi stagionali diversi, ampi settori della regione.

Nello spazio di 7 mesi ben 5 episodi meteorologici hanno provocato lo stato di emergenza, in tutte le province piemontesi, in particolare nelle zone a contatto con l'arco alpino e appenninico.

La disposizione geografica e temporale dei vari episodi mostra, a grandi linee, un andamento in senso antiorario lungo le aree montane e pedemontane delle Alpi occidentali e meridionali, con interessamento successivo, da maggio a novembre, delle seguenti aree:

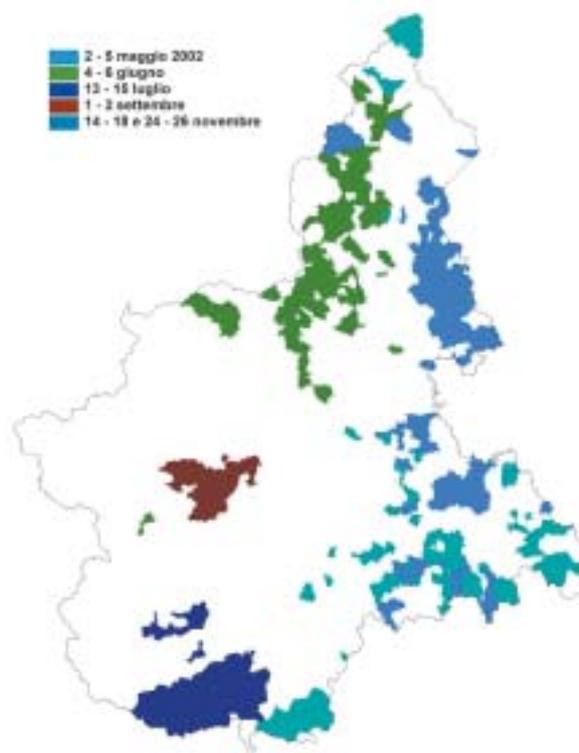
- periodo 2-5 maggio: Verbano Cusio Ossola, Novarese, Biellese e Alessandrino;
- periodo 4-6 giugno: Verbano Cusio Ossola,

Novarese, Vercellese, Biellese e Torinese settentrionale;

- periodo 13-15 luglio: Cuneese, e, in misura indiretta e lieve, Astigiano e Alessandrino;
- periodo 1-2 settembre: Torinese sud-occidentale;
- periodo 14-18 e 23-26 novembre: Cuneese meridionale e Alessandrino.

L'osservazione della collocazione spaziale dei vari episodi, in ragione delle date di attivazione, rammenta, in linea generale, quanto registrato in altri eventi pregressi e concorda, nei fatti, con la tendenza ad una determinata localizzazione in rapporto alla stagionalità dell'evento. Nella regione piemontese, infatti, di norma durante il periodo tardo primaverile, precipitazioni a carattere eccezionale interessano preferibilmente le valli alpine occidentali sino alle porzioni meridionali (vedasi gli eventi giugno 1957, aprile 1981, giugno 2000 e, appunto, maggio, giugno e luglio 2002), nel periodo autunnale, invece, sono interessate le province meridionali, le aree collinari dell'area Alba-Alessandria e (talvolta in modo grave) le estreme porzioni settentrionali del Piemonte (eventi novembre 1951, novembre 1968, novembre 1994, in parte ottobre 2000 e, ancora, novembre 2002).

**Figura 6.17 - Distribuzione territoriale degli eventi meteorologici succedutisi nel corso del 2002**



Fonte: Arpa Piemonte



### Evento meteorologico 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). Le piogge hanno raggiunto valori massimi giornalieri superiori a 200 mm nella zona del Verbano e superiori a 150 mm nell'Alto Sesia, estendendosi nel settore meridionale (Alto Tanaro, Valle Gesso e Valle Bormida), nel Biellese e nella pianura settentrionale del Novarese.

Le intense precipitazioni hanno provocato una serie di fenomeni di piena nei bacini idrografici interessati: un notevole e rapido innalzamento del livello del lago Maggiore, che in 60 ore si è alzato di 2.5 m; l'esondazione del torrente Terdoppio, nonché un notevole fenomeno di piena lungo l'Agogna nel Novarese; numerosi fenomeni di colata e movimenti franosi di materiale roccioso nel Verbano-Cusio-Ossola.

### Evento meteorologico del 4 - 6 giugno 2002

A partire dalla sera del 4 giugno, forti precipitazioni

hanno interessato il settore prealpino delle province di Torino, Biella, Vercelli, Novara ed il Verbano Cusio-Ossola. Le piogge intense per una durata complessiva di circa 12 ore hanno fatto registrare altezze cumulate 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).

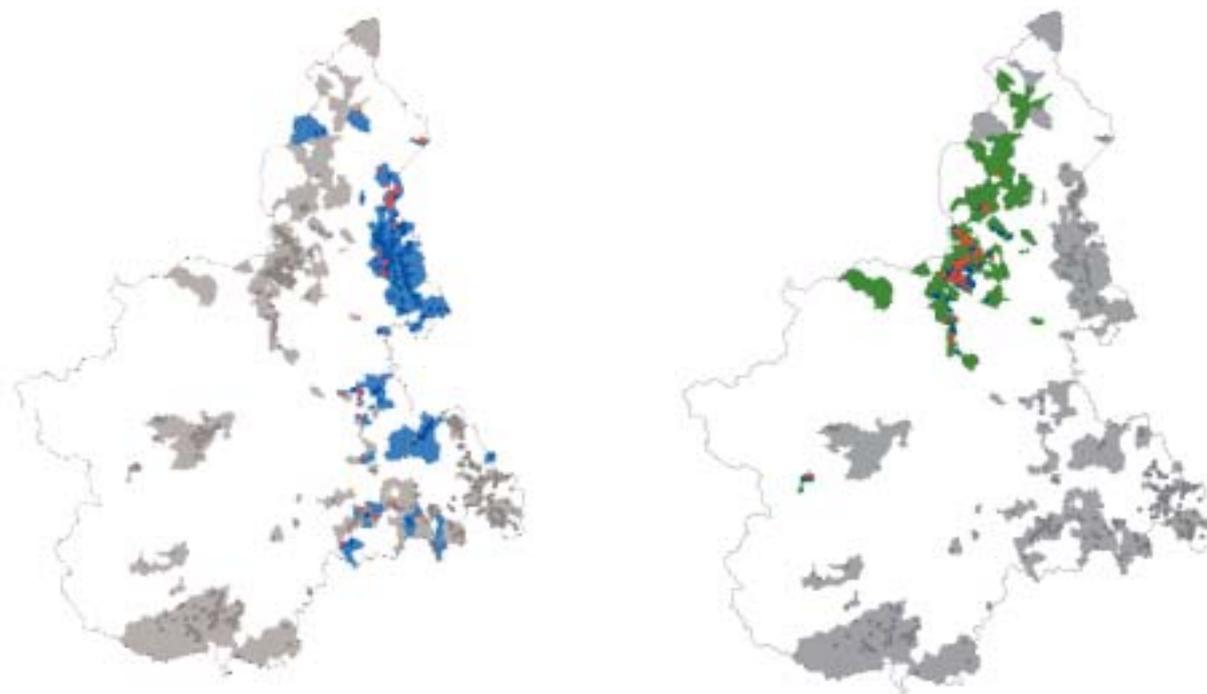
Molte stazioni hanno registrato intensità di pioggia di oltre 40 mm in 1 ora, in particolare a Borgomanero si è raggiunta una punta di 90 mm in 1 ora.

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.

Il bacino idrografico della regione maggiormente colpito dall'evento meteorico è stato quello del Sesia, che ha presentato fenomeni di piena importanti insieme a tutti i suoi affluenti principali.

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, hanno provocato l'innescò di numerose frane a carico delle coltri detritico-eluviali di alterazione superficiale della roccia, che, soprattutto in alta

Figura 6.18 - Distribuzione territoriale dei danni prodottisi nel corso dell'evento del 2 - 5 maggio, a sinistra, e del 4 - 6 giugno, a destra. In rosso i danni dovuti ad attività di versante, in blu quelli causati da attività fluvio-torrentizia. In grigio i danni e i comuni coinvolti dagli altri eventi del 2002



Fonte: Arpa Piemonte



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, causando 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 e Campiglia a carico di abitazioni private e delle opere pubbliche primarie (viabilità, ponti, acquedotti, fognature, rete elettrica e telefonica), interrompendo tutte le forme di comunicazione e isolando tutta l'alta valle. (Figura 6.18)

### Evento meteorologico del 13 - 15 luglio 2002

Nei giorni 13-15 luglio precipitazioni di notevole intensità hanno a più riprese interessato il settore sud-occidentale della regione Piemonte. Le aree maggiormente colpite si sono concentrate nel cuneese, nelle valli del

Monregalese, in Val Vermenagna e in Valle Gesso con altezze di pioggia complessive notevoli – fino a 307 mm a Chiusa di Pesio. Precipitazioni intense sono state registrate anche nelle zone comprese tra la valle Stura di Demonte e la val Varaita dove le precipitazioni maggiori sono concentrate nella parte di media valle. In misura minore sono infine state coinvolte l'alta valle Po e la Val Pellice. Nella giornata di sabato 13 e nella prima parte di domenica 14 le precipitazioni sono state caratterizzate da intensità generalmente ridotte e da altezze complessive che non hanno superato i 50 mm nella maggior parte delle stazioni pluviometriche considerate. A partire dal pomeriggio di domenica si è registrata una significativa intensificazione dei fenomeni caratterizzati da circa 30 ore di piogge continuative e da due picchi di maggiore intensità.

La situazione meteorologica che ha determinato l'evento del periodo 13-15 luglio 2002 è stata caratterizzata da due fasi distinte. Nella prima è stata prevalente l'insta-

Figura 6.19 - Frabosa Sottana, loc. Artesina. Ripresa aerea dell'accumulo detritico che ha coinvolto la stazione sciistica - luglio 2002

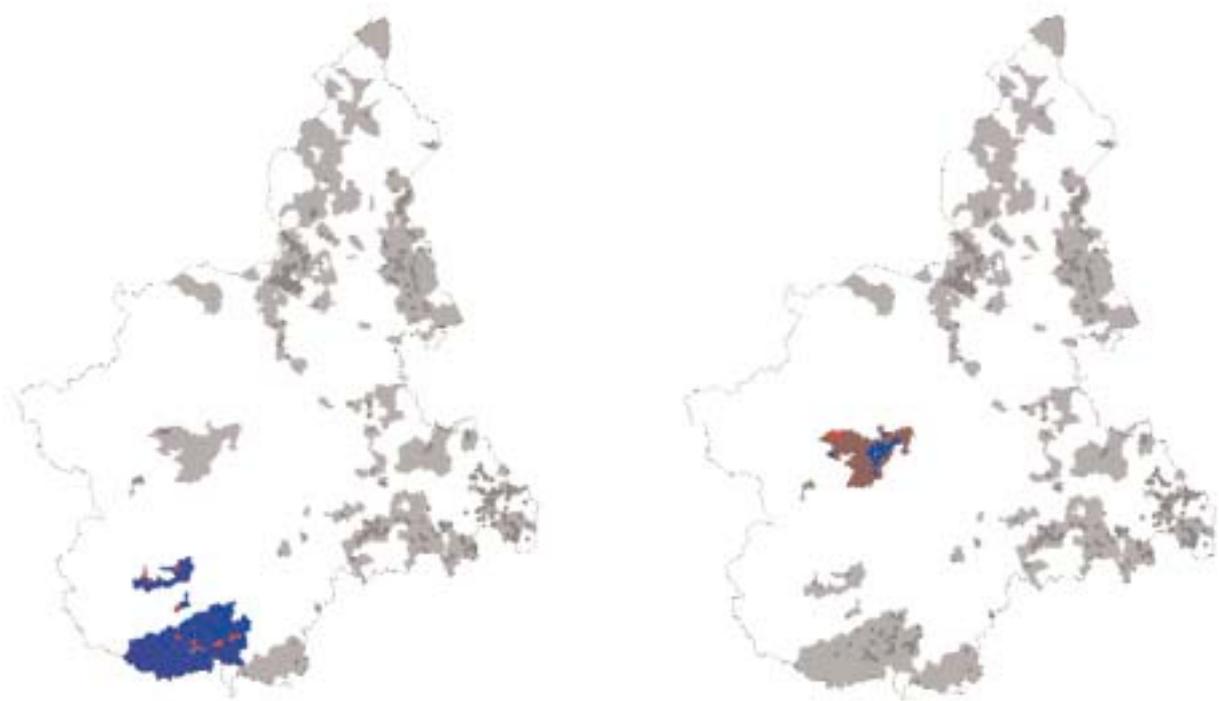


Importanti i danni registrati dalla stazione sciistica di Artesina (Frabosa Sottana), dove una colata detritica, alimentata da un movimento franoso attivatosi nei depositi detritici, qualche centinaio di metri a monte dei piazzali, ha pesantemente coin-

volto gli edifici, la viabilità, le infrastrutture e la stazione di partenza della seggiovia, provocando il completo alluvionamento di tutta l'area urbanizzata con profonde erosioni e accumuli di media pezzatura.



Figura 6.20 - Distribuzione territoriale dei danni prodottisi nel corso dell'evento del 13 - 15 luglio, a sinistra, e del 1 - 2 settembre, a destra. In rosso i danni dovuti ad attività di versante, in blu quelli causati da attività fluvio-torrentizia. In grigio i danni e i comuni coinvolti dagli altri eventi del 2002



Fonte: Arpa Piemonte

bilità atmosferica, con precipitazioni a carattere temporalesco: l'aria fredda in quota, favorita da una profonda circolazione depressionaria di origine artica, in contrasto con l'aria relativamente più calda ed umida preesistente, dovuta alla presenza di un anticiclone di origine africana presente sul bacino del Mediterraneo, ha determinato l'innescò dei fenomeni temporaleschi localizzati dapprima sul settore nordoccidentale del Piemonte. Nella seconda fase le correnti sinottiche sono state la causa predominante delle precipitazioni. Dal pomeriggio di sabato dalla struttura depressionaria si è isolato un minimo secondario che si è mosso gradualmente dalla Francia e si è posizionato domenica sull'alto Tirreno dove è rimasto stazionario per tutta la giornata di lunedì. In questi giorni si è osservata una forte attività convettiva con intense precipitazioni sul basso Piemonte. Solo martedì 16 luglio, il ciclone, nella sua fase di esaurimento, si è spostato dapprima verso nord, attenuando le precipitazioni sulle zone del Cuneese, e poi verso est, causando una temporanea ripresa delle precipitazioni su tutte le zone alpine e prealpine che si sono mantenute di debole intensità. Successivamente, l'ulteriore spostamento verso est, ha permesso l'ingresso di aria relativamente più fresca ed asciutta da nordovest, a partire dalle zone settentrionali.

I bacini idrografici maggiormente colpiti dall'evento in esame sono stati quelli del Monregalese: Pesio, Ellero, Corsaglia e Stura di Demonte. I fenomeni di piena nei piccoli bacini nominati si sono verificati nella seconda

Figura 6.21 - Peveragno, Valle Josina - luglio 2002



Edificio ad uso militare completamente invaso dai detriti trasportati dal torrente a seguito della violenta attività torrentizia lungo l'affluente "Josina Ruggero".



parte della giornata di lunedì 16, probabilmente causati dagli intensi rovesci registrati nella fase terminale dell'evento. Inoltre si deve tenere in considerazione che le piogge del 15 e del 16, sebbene non particolarmente intense, hanno certamente contribuito alla saturazione dei suoli e quindi a rendere la risposta dei bacini agli scrosci del 16 pomeriggio particolarmente rapida ed intensa. Per quanto riguarda lo Stura di Demonte si deve segnalare che, come già nelle prime ore di lunedì mattina, i livelli avevano segnato una decisa crescita causata dalle precipitazioni che nella notte tra il 14 e il 15 avevano colpito l'alta e la media valle. In questa situazione, le piene degli affluenti principali di lunedì pomeriggio hanno potuto avere effetti significativi anche lungo il corso stesso dello Stura di Demonte il cui livello si è mantenuto prossimo al colmo per oltre 12 ore.

Gli episodi più gravi, legati alla particolare intensità dell'evento, hanno fatto registrare purtroppo due vittime, entrambe nel comune di Chiusa Pesio.

Tra i danni materiali prodottisi, una delle situazioni più serie ha coinvolto la strada statale 20 del Colle di Tenda, in comune di Vernante, con gravi disagi per il traffico verso la Francia.

Per l'aspetto riguardante i processi e gli effetti idrogeologici, di particolare rilevanza sono stati i numerosi fenomeni di violenta attività torrentizia che hanno interessato alcune incisioni vallive del massiccio montuoso della Besimauda, rilievo posto immediatamente a Sud di Cuneo. Tali processi si sono manifestati come colate detritiche che hanno interessato i fianchi vallivi per tratti di lunghezza plurichilometrica movimentando ingente quantità di materiale detritico costituito da elementi di grande dimensione.

#### **Evento meteorologico del 1 - 2 settembre 2002**

Si è trattato di un evento di precipitazioni di forte intensità, a carattere temporalesco, localizzato nella fascia pedemontana e nella pianura sud-occidentale della Provincia di Torino; in particolare sono stati coinvolti i bacini dei torrenti Chisola e Sangone, e la relativa rete idrografica minore con precipitazioni brevi e intense dell'ordine di 150 mm in 6 ore nel settore più colpito.

Nei giorni precedenti l'evento sul Piemonte era presente un promontorio anticiclonico con flusso prevalente da est, condizioni di stabilità atmosferica e una tendenza ad accumularsi aria umida proveniente dall'Alto Adriatico. A partire dalla serata di sabato 31 agosto la depressione ha avuto un moto retrogrado verso ovest andando a posizionarsi sul medio-basso Adriatico nella serata del 1 settembre.

Nelle 12 ore successive un impulso di aria fredda da est in quota, collegato alla depressione, ha determinato un'instabilizzazione dell'atmosfera e una saturazione dell'elevata umidità preesistente, con conseguente sviluppo di forti precipitazioni; i forti venti da est - nordest hanno favorito il sollevamento orografico dell'aria umida in prossimità della catena alpina occidentale, incrementando le precipitazioni a partire dalla notte tra domenica 1 e lunedì 2, che hanno raggiunto i valori di massima intensità nella prima parte della giornata di lunedì.

Tale situazione meteorologica non è molto frequente in Piemonte, infatti normalmente l'accumulo di umidità si verifica in concomitanza con flussi provenienti dai quadranti meridionali.

Le piogge hanno determinato incrementi rilevanti dei livelli idrometrici dei Torrenti Chisola, Sangone e della corrispondente rete idrografica minore.

Si sono registrati diffusi allagamenti nel Comune di None (quello maggiormente colpito), in misura inferiore nei Comuni di Piobesi, Vinovo, Volvera e Candiolo, nelle estese aree agricole a sud di None e in quelle comprese tra None e Piobesi. Gli allagamenti riscontrati sono stati provocati prevalentemente dalle portate dell'insieme dei canali del reticolo irriguo e da esondazioni del torrente Chisola. Localizzati e arealmente circoscritti i fenomeni di frana. I danni sono stati principalmente a carico della rete viaria, e in misura minore a carico di edifici (allagamenti estesi nel centro di None e Piobesi) e aree industriali. (Figure 6.19 - 6.20)

#### **Eventi meteorologici del 14 - 18 e del 23 - 26 novembre 2002**

Nei giorni 14-18 e 23-26 novembre due eventi meteorologici intensi con caratteristiche evolutive simili hanno interessato il settore settentrionale e meridionale del Piemonte.

Nel corso di entrambi gli eventi sono stati particolarmente interessati il Verbano-Cusio-Ossola, il settore alpino e prealpino del cuneese e l'Appennino Ligure-Piemontese, con conseguente innalzamento, sino a valori critici, dei livelli idrometrici del Toce, del Lago Maggiore, del Tanaro e suoi affluenti e dello Scrivia.

Nei giorni di giovedì 14 e venerdì 15 novembre la situazione sinottica vede l'estensione di una saccatura atlantica verso il nord Africa e la formazione di un minimo secondario sulle isole Baleari che, a partire dal pomeriggio di venerdì, si muove progressivamente



verso il golfo ligure. L'effetto si traduce in un rafforzamento delle correnti umide meridionali sul Piemonte ed una conseguente intensificazione delle precipitazioni che vanno ad interessare tutta la regione con valori più intensi sulle zone montane e pedemontane soprattutto meridionali. La situazione rimane pressoché inalterata fino alla serata di sabato 16 novembre, quando il minimo dal golfo ligure si muove lungo i versanti francesi e svizzeri alpini, determinando forti precipitazioni soprattutto sul settore settentrionale.

Dopo un parziale miglioramento nella giornata del 17, lunedì 18 sul Tirreno settentrionale si forma un nuovo minimo secondario al suolo che rimane intrappolato in prossimità del golfo di Genova e convoglia nuovamente aria umida soprattutto sui settori meridionali piemontesi dove determina una nuova ripresa delle precipitazioni.

Solo nella serata di lunedì l'alta pressione sui Balcani subisce un cedimento, permettendo alla saccatura atlantica di proseguire il suo lento cammino verso l'Europa nord-orientale e determinando, quindi, un miglioramento del tempo sul territorio regionale.

Nel corso dell'evento le precipitazioni hanno avuto carattere nevoso oltre i 1700-1800 m sui settori settentrionali e oltre i 2000 m su quelli meridionali.

Le precipitazioni di questo evento sono state prevalentemente a carattere prolungato e diffuso, con intensità non particolarmente elevate. I massimi di precipitazione cumulata sono stati registrati a Cursolo Orasso (603 mm) e a Valstrona (601 mm).

Le piogge hanno provocato fenomeni di piena di notevole entità lungo i corsi d'acqua della rete idrografica principale. Nel settore settentrionale si sono registrati innalzamenti dei livelli, in particolare sul T. Melezzo e sullo Strona di Omega col raggiungimento delle soglie di pericolo. Il Lago Maggiore ha presentato il colmo nella giornata di domenica con il livello di 6.62 m maggiore del livello critico.

Per quanto riguarda il settore meridionale, gli innalzamenti dei livelli hanno interessato i bacini compresi tra la Valle Stura di Demonte e la valle Scrivia, in particolare nell'alto Tanaro. Le situazioni più critiche si sono registrate a Fossano sullo Stura di Demonte, e a Farigliano sul Tanaro.

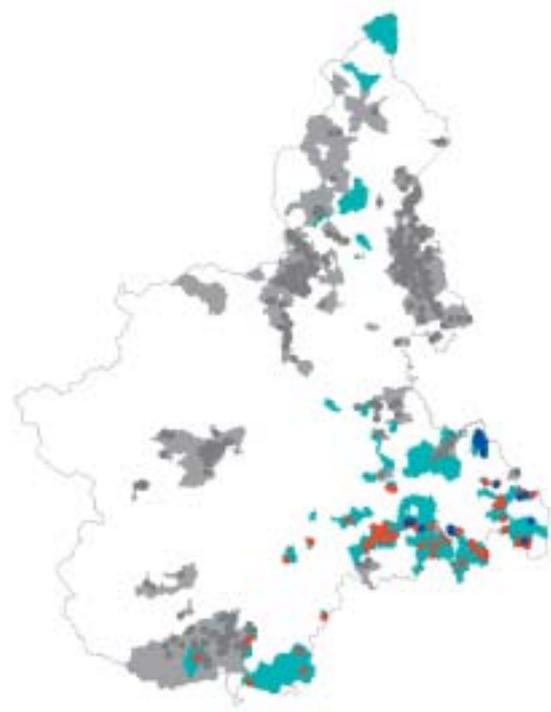
L'evento successivo del 23-26 novembre è stato caratterizzato da una situazione sinottica simile, con una profonda area depressionaria in espansione dalle coste dell'Irlanda verso sud fino alle coste del nord Africa e da un promontorio anticiclonico con asse tra l'Italia meridionale e la Grecia. Tale situazione ha determinato un flusso di correnti da sud, comportan-

do un generale aumento dell'umidità a tutti i livelli. Tale situazione è perdurata fino a tutta la giornata di lunedì 25, quando si è verificato un ulteriore approfondimento della saccatura sull'Africa settentrionale. Infine nella giornata di mercoledì 27, il cedimento del blocco anticiclonico sul Mediterraneo orientale e la contemporanea rimonta di un'area di alta pressione sul Mediterraneo occidentale hanno favorito lo spostamento del minimo verso est e l'attenuazione dei fenomeni.

Le precipitazioni associate a questo evento sono state intense e persistenti proprio a causa del permanere di un flusso umido dai quadranti meridionali che ha causato le piogge a carattere tipicamente orografico sul settore settentrionale e sulla zona appenninica.

In seguito al perdurare delle correnti meridionali, l'altezza dello zero termico è stata in costante aumento a partire da sabato 23, da un valore medio sull'Italia occidentale di 1900 m, fino a 2900 m il giorno 27. Precipitazioni nevose si sono registrate intorno ai

Figura 6.22 - Distribuzione territoriale dei danni prodottisi nel corso degli eventi del 14 - 18 e del 24 - 26 novembre. In rosso i danni dovuti ad attività di versante, in blu quelli causati da attività fluvio-torrentizia. In grigio i danni e i comuni coinvolti dagli altri eventi del 2002



Fonte: Arpa Piemonte



1500 m di quota nei settori meridionali e a 1100 m in quelli centro-settentrionali. Complessivamente nel corso dell'evento sono caduti dai 20 ai 60 cm di neve.

Le Valli maggiormente interessate dalle piogge prolungate ed intense di questo evento sono state la valle Scrivia e le Valli Bormida con un massimo di 480 mm nella stazione di Vobbia-Passo dell'Incisa. L'analisi statistica dei dati evidenzia nella zona dello Scrivia, per le durate di tre giorni, tempi di ritorno di 20 anni mentre per le altre durate tempi di ritorno di 5 anni.

Fenomeni di piena di notevole entità si sono registrati lungo i corsi d'acqua della rete idrografica principale nei bacini del Tanaro, dello Scrivia, del Verbano-Ticino e nel tratto basso del Po. Importante il rialzo dei livelli del Lago Maggiore e, di conseguenza del Ticino emissario, con il raggiungimento al colmo di 6.57 m, valore particolarmente critico a causa del già alto livello all'inizio dell'evento, in quanto, dopo la piena del giorno 18 novembre non si erano ancora raggiunti i valori ordinari.

Per quanto riguarda i danni segnalati, le zone maggiormente colpite sono state, l'Alessandrino, l'Acquese e l'Ovadese, con dissesti diffusi lungo i versanti, allagamenti lungo la rete idrografica minore e, in misura minore, lungo alcuni corsi d'acqua principali, limitatamente alle aree golenali.

In provincia di Cuneo il fiume Tanaro ha raggiunto livelli critici a Ormea, dove è stato sgomberato un edificio già danneggiato dalla piena del 1994, e a Garessio; in questa

località la viabilità è stata interrotta in più punti da frane di ridotte dimensioni tra le quali è degna di nota quella che ha interrotto il collegamento intervallivo con la valle Casotto e pianura cuneese.

In provincia di Novara e del Verbano-Cusio-Ossola l'innalzamento fino a valori critici del livello del lago Maggiore e, in misura minore del lago d'Orta ha causato inondazioni a scapito dei comuni rivieraschi.

Successivamente, nei giorni 24, 25 e 26 novembre, le intense e continue precipitazioni hanno determinato una situazione di diffusa instabilità interessando la provincia di Alessandria, con episodi di diversa gravità lungo l'intera fascia appenninica e collinare che si estende tra l'Acquese a Ovest, e le valli Borbera (dove si è verificata la situazione più grave) e Curone a Est, nonché alcune vaste aree di pianura e la zona collinare delle Langhe in provincia di Cuneo, dove si sono segnalate alcune frane per scivolamento planare. Tale situazione ha determinato l'aggravamento di problematiche già note e preesistenti nonché l'insorgere di nuovi dissesti. La persistenza delle precipitazioni ha provocato inoltre fenomeni di piena dei corsi d'acqua principali che, in generale, si sono mantenuti entro le sponde incise ad eccezione dei Fiumi Tanaro e Bormida che hanno inondato vaste aree golenali e del Torrente Scrivia che, con l'apporto delle acque del torrente Grue, ha riportato una piena straordinaria.

In alta val Tanaro, in comune di Priola, una frana a carico della copertura detritica ha causato l'interruzione della strada statale 28 del Colle di Nava e della linea ferroviaria.

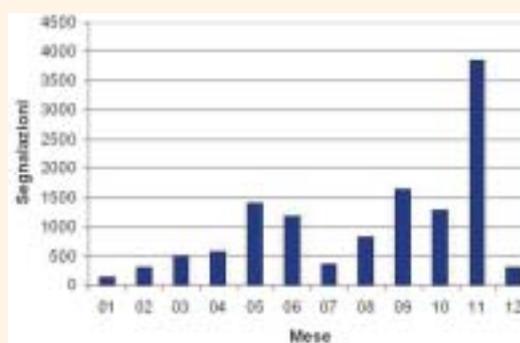
## BOX 2 - EVENTI ALLUVIONALI NEL XX SECOLO NEL MESE DI LUGLIO

A cura di *Gianfranca Bellardone* - Arpa Piemonte, Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi

È interessante osservare come l'evento del 13-15 luglio 2002 rappresenti una particolarità nella serie degli eventi alluvionali del passato. Analizzando i dati residenti nel Sistema Informativo Geologico, relativi alle segnalazioni di danni associati ad eventi meteorologici verificatisi nel XX secolo, emerge che i mesi di gennaio, febbraio, luglio e dicembre sono i periodi dell'anno in cui il numero di tali segnalazioni è di gran lunga inferiore a quello dei mesi autunnali e primaverili.

Per il mese di luglio il 57% delle segnalazioni è riconducibile ad un evento meteorologico con un'unica segnalazione di danni, indicando che l'evento ha carattere locale. Solo il 6% delle segnalazioni si riferisce ad eventi che complessivamente hanno più di 5 segnalazioni di danni. Tra i più significativi (con più di 20 segnalazioni) sono da ricordare quelli verificatisi nel 1961, nel 1973, nel 1977 e nel 1996.

## Numero totale delle segnalazioni di dissesto, ripartite per mese, registrate nel XX secolo



Fonte: Arpa Piemonte

L'evento del 1961 ha colpito il bacino del Melezzo Occidentale e il bacino del Mastallone (Val Sesia), con piene a carattere torrentizio, trasporti in massa e, subordinatamente, movimenti di versante, con danni essenzialmente alla viabilità e alle infrastrutture.

L'evento del 1973 ha interessato un'area compresa tra il bacino montano del fiume Sesia e il corso di pianura dei fiumi

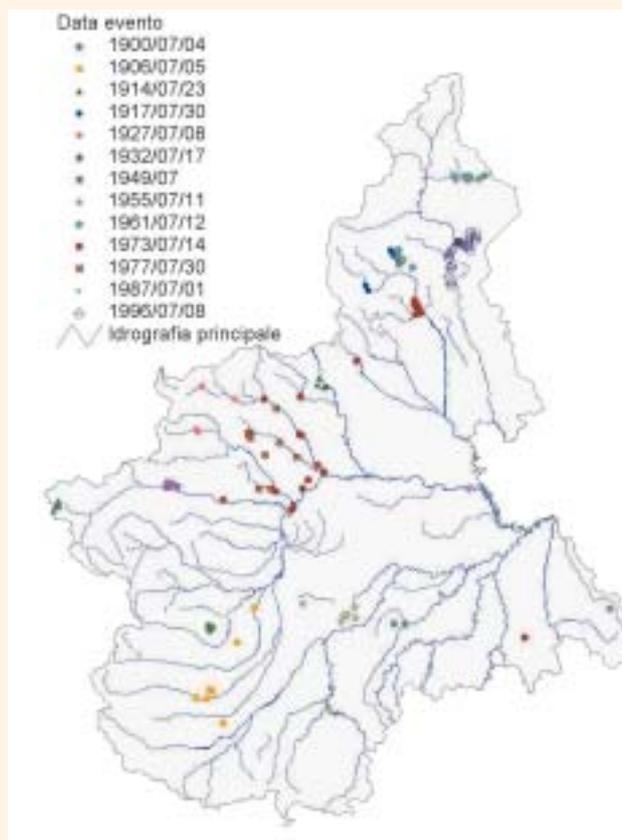


Dora Riparia e Po (Torino), con danni essenzialmente alla viabilità ed alle infrastrutture, ma anche con coinvolgimento di edifici: a Baveno (per piena di un tributario non precisato), a Borgosesia (per una frana nella coltre superficiale e per piene di tributari minori), a Torino (tra le località Sassi e Madonna del Pilone per la piena del Po) e a Camburzano (per una frana nelle coperture superficiali). L'evento del 1977 ha interessato essenzialmente i bacini dei fiumi Orco, Malone, di un affluente della Stura di Lanzo, il Ceronda, e marginalmente, il bacino medio della Dora Riparia, con danni alla viabilità ed a edifici, a Front (piena del rio Secco), a Lombardore (piena del Malone) e nel territorio di Cuornè, per una frana. L'evento del 1996 ha colpito il settore compreso tra il Lago d'Orta, e il lago Maggiore con danni gravi causati da piene torrentizie lungo tributari minori e coinvolgimento di parte dei centri abitati di Omegna, Gravelona, Pettenasco e Baveno.

E' interessante osservare che gli eventi qui descritti hanno colpito essenzialmente le porzioni settentrionali del Piemonte, mentre nel settore colpito dall'evento del 15 luglio 2002, non si hanno informazioni su eventi simili verificatisi nel XX secolo. Bisogna risalire al 1906 per incontrare un evento significativamente esteso, con effetti registrati tra l'alto bacino del Po e la Val Maira, con danni ad edifici a Dronero, Moretta, Saluzzo e Villar, San Costanzo, causati essenzialmente da piene di tributari minori (unica eccezione, una segnalazione in località Moretta, riferita a una piena del T. Varaita).

Bisogna però ricordare che un'analisi condotta attraverso i dati storici risente delle limitazioni proprie di archivi di questo tipo, in

#### Distribuzione geografica degli eventi registrati nel mese di luglio nel corso del XX secolo



Fonte: Arpa Piemonte

cui i dati coprono in modo disomogeneo il territorio e, sicuramente non possono essere considerati completi ed esaustivi, soprattutto per quanto riguarda gli eventi meno recenti.

### 6.3.4 EVENTO SISMICO DELL'11 APRILE 2003 NEL TORTONESE

A cura di **Andrea Berteà** - Arpa Piemonte, Settore Meteorologico e Reti di Monitoraggio

Alle ore 11:27 del giorno 11 aprile 2003 si è verificata una scossa sismica, ampiamente risentita con diversi livelli di intensità nella maggior parte dell'Italia settentrionale, registrata dalla rete sismica di Arpa Piemonte, integrata nella Rete Sismica dell'Italia Nord-Occidentale facente capo al Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse dell'Università di Genova. La zona epicentrale del sisma è situata nel Tortonese, in provincia di Alessandria, in prossimità dei comuni di Carezzano, Gavazzana, Sant' Agata Fossili, Castellania, Paderna, Costa Vescoato, Cassano Spinola, Villavernia.

La scossa principale è stata tempestivamente segnalata, in termini di localizzazione e intensità, dalla Sala Situazione Rischi Naturali del Settore Meteorologico e Reti di Monitoraggio di Arpa Piemonte alle Prefetture interessate, agli organi di Protezione Civile ed alle principali fonti di informazione.

Il personale di Arpa Piemonte si è reso operativo per l'immediata attività di ricognizione e protezione ambientale: sopralluoghi volti ad una prima valutazione dell'estensione e gravità del fenomeno, assistenza geotecnica alle amministrazioni locali, verifiche di staticità, monitoraggio delle acque delle reti acquedottistiche, controllo sulla situazione delle industrie a rischio di incidente rilevante, approfondimento scientifico del fenomeno.

La magnitudo è stata calcolata pari a 4.8 (Scala Richter). La scossa è stata inizialmente valutata, semplicemente in base a conversioni Magnitudo/intensità, del VI°-VII° scala Mercalli, e solo un quadro dettagliato dei danni ne per-



metterà una corretta valutazione: ad una prima analisi i comuni più danneggiati si localizzano nella zona collinare in destra idrografica del torrente Scrivia, compresa tra Tortona e Serravalle Scrivia.

La scossa principale è stata seguita da una piccola serie discontinua di repliche tutte con epicentro analogo (44° 47'N e 8° 52'E) e profondità comprese tra 10 e 14 km.

La sequenza può essere collegata con l'attività neotettonica della linea nota in letteratura geologica come Villalvernia-Varzi (linea VV). Tale struttura, di andamento E-W, che taglia le strutture dell'Appennino Nord-Occidentale,

è stata sede di eventi anche significativi come quello del 1828 (terremoto di Varzi con  $I_0$  (intensità macrosismica) = VIII) e del 1945 (terremoto di Varzi con  $I_0$  = VII-VIII) anche se ubicati circa 20 km più ad est, risentendo anche della sismicità dell'area ligure e dell'alessandrino.

L'area del Tortonese, posta, secondo la ricostruzione storica dei sismi locali, sul margine occidentale di un'area sismica estesa tra le Valli Scrivia, Borbera, Curone, Trebbia e Staffora, fu interessata in modo sensibile da una lunga serie di terremoti (Baratta, 1936).

### BOX 3 - IL LAGO EPIGLACIALE DEL GHIACCIAIO BELVEDERE A MACUGNAGA

A cura di *Marco Cordola* - Arpa Piemonte, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio

Il ghiacciaio del Belvedere, ai piedi della parete Est del M. Rosa, è soggetto, dall'estate dell'anno 2001, ad un raro fenomeno (noto in letteratura come "surge" glaciale), di rapido aumento della velocità di scorrimento e del conseguente progressivo sollevamento della massa glaciale.

A questo fenomeno si è associata la formazione, a partire dall'ottobre 2001, di un lago epiglaciale intorno a quota 2150 m, che raccoglie le acque di fusione dei ghiacciai sovrastanti e che a partire dal mese di giugno 2002 si è accresciuto, fino a raggiungere dimensioni preoccupanti per la sicurezza dei luoghi e delle persone in caso di tracimazione o di svuotamento improvviso per sifonamento.

Nel corso del fine settimana del 22 e 23 giugno si è verificato un repentino innalzamento del livello del lago. Il 27 giugno, a seguito di un sopralluogo da parte dei tecnici regionali e dei consulenti scientifici in presenza dei vertici del Dipartimento della Protezione Civile nazionale, è stato dichiarato lo stato di emergenza per il territorio della Provincia di Verbania interessato dai rischi connessi dalla presenza dell'invaso epiglaciale del Belvedere. Il 4 Luglio un'ordinanza del Presidente del Consiglio ha fornito le disposizioni organizzative e finanziarie per assicurare l'immediata attuazione del piano di emergenza, finalizzato alla riduzione del rischio attraverso la predisposizione di un sistema di pompaggio per l'abbassamento controllato del livello dell'invaso.

L'attivazione del sistema di pompaggio ha contribuito, unitamente ad un naturale drenaggio, ad un abbassamento complessivo della superficie di quasi 5 m rispetto al massimo livello raggiunto alla fine del mese di giugno.

Mercoledì 17 luglio, con il passaggio formale di competenze da parte del Dipartimento della Protezione Civile, la Regione Piemonte ha assunto il coordinamento degli inter-

venti successivi, finalizzati al superamento dell'emergenza attraverso l'attuazione di un piano di monitoraggio dell'evoluzione del fenomeno dell'invaso epiglaciale (con l'installazione di una stazione meteorologica, una nivo-pluviometrica, una idrometrica, due profondimetri, 4 fotocamere fisse e una orientabile da remoto, tutte in trasmissione in tempo reale), e con la gestione del sistema di pompaggio.

Per il Comune di Macugnaga è stato predisposto un Piano di allertamento contenente le misure di protezione civile da attuare nel caso di variazioni anomale repentine del livello dell'invaso.

L'adozione di tutte queste misure ha garantito uno svuotamento relativamente regolare del lago, la cui superficie ha riportato un abbassamento di circa 40 metri entro la fine del mese di agosto, che è rimasto praticamente invariato nel mese di settembre.

Il contesto della dinamica glaciale in cui il lago si è formato porta a prevedere che il fenomeno della formazione di un lago epiglaciale possa ripresentarsi negli anni a venire, in relazione alle condizioni morfologiche e di drenaggio della superficie glaciale.

**Il lago epiglaciale ripreso in data 25/6/2002 dal rilievo circostante il Lago delle Locce**





## BIBLIOGRAFIA

- Arpa Piemonte, 2003. *Eventi alluvionali in Piemonte 2000 - 2002*. In stampa.
- BARATTA M., 1936. *I Terremoti d'Italia*. Commissione Italiana per lo studio delle grandi calamità - Firenze.
- BESANCENOT J. P., 1990. *Climat et tourisme*. Masson, Paris, pp. 11-212.
- CAMPUS S., FORLATI F. e SCAVIA C., 2000. *Preliminary study for landslide hazard Assessment: GIS techniques and a multi-variate statistical approach*. In "Landslides in research, theory and practice". Proceedings of the 8th International Symposium on Landslides. Cardiff, 26-30 June 2000, pp. 215-220.
- CAMPUS S. e FORLATI F., 2001. *Shallow landslide hazard assessment based on multidisciplinary studies*. In "Geotechnical Engineering. Meeting Society's Needs". Proceedings of the 14th SouthEast Asian Geotechnical Conference. Hong Kong 10-14 December 2001. 26-30 June 2000, Ho & Li (eds.), Balkema, pp. 703-708.
- CAPELLO C. F., 1977. *Archivio storico-topografico delle valanghe in Italia (Provincia di Cuneo)*. Istituto di Geografia Alpina Univ. di Torino.
- CAPELLO C. F., 1980. *Archivio storico-topografico delle valanghe in Italia (Provincia di Torino)*. Istituto di Geografia Alpina Univ. di Torino.
- CORTEMIGLIA G.C., 1999. *Serie climatiche ultracentenarie*. Studi climatologici in Piemonte, 3, Regione Piemonte, Torino, pp.79-81.
- DRAGONI W. DE FELICE A. M., 1994. *Alcune considerazioni sulle future disponibilità idriche in Umbria*. Acque sotterranee, a. XI, f. 44, n.4, pp.31-38.
- FRATIANNI S., MOTTA L., 2002. *Andamento climatico in alta Valle Susa negli anni 1990-1999*. Collana Studi Climatologici in Piemonte vol. 4, Torino.
- GIUFFRIDA A. CONTE M., 1989. *Variations climatiques en Italie: tendances des températures et des précipitations*. Actes Coll. Pavie Ass. Intern. Climat., v.2, pp. 211-216.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Rapporto preliminare sull'evento 2-5 maggio 2002*.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Rapporto d'evento 4-6 giugno 2002*.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Il Lago epiglaciale del Ghiacciaio del Belvedere a Macugnaga (VB)*. 12 luglio 2002.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Rapporto preliminare sull'evento 13-15 luglio 2002*.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Rapporto preliminare sull'evento 1 - 2 settembre 2002*.
- REGIONE PIEMONTE - Servizi Tecnici di Prevenzione, 2002. *Rapporto preliminare sugli eventi meteorologici 14-18 e 23-26 novembre 2002*.
- SIPLE P.A., PASSEL C.F., 1945. *Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures*. Proceedings of the American Philosophical Society, t. LXXXIX. n°1. pp.177-199.
- TARDY Y. FURLAN J. MORTATTI J. PROBST J.L., 1995. *Distribution globale des oscillations du climat au cours du siècle écoulé. Fluctuation de débit de cinquante grands fleuves du Mond*. C.R. Acad. Sci. Paris, s.IIa, t.320, pp.945-952.