

Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte 2011

Rischio naturale e antropico

## RISCHI NATURALI



## RISCHI NATURALI

La varietà di ambienti del territorio piemontese, che spaziano dagli ambienti di alta e media montagna dell'arco alpino occidentale, attraverso i paesaggi collinari, fino alle pianure alluvionali e agli ambienti lacustri, è soggetta a molteplici fenomeni naturali che modellano il territorio e possono avere importanti ripercussioni sulle attività umane. La consapevolezza degli effetti delle dinamiche naturali, quali fenomeni gravitativi, esondazioni e terremoti, rappresenta un elemento necessario per valutare gli elementi di rischio naturale presenti sul territorio.

Nel 2010 in Piemonte si sono verificati quattro distinti eventi meteo-pluviometrici, distribuiti tra maggio e no-

vembre, che hanno provocato effetti al suolo di modesta entità. Il periodo invernale è stato caratterizzato dalla presenza di consistenti coperture nevose e il numero di incidenti connesso alle valanghe è stato relativamente elevato. Dalla rete sismica regionale nel 2010 sono stati registrati 921 eventi sismici di magnitudo pari o superiore a 1.

Per quanto riguarda le attività di conoscenza del territorio, nel 2010 sono stati pubblicati i Fogli della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 n. 155 Torino Ovest e n. 156 Torino Est, che comprendono l'intero territorio comunale della città di Torino.

Indicatore / Indice	Unità di misura	DPSIR	Fonte dei dati	Copertura geografica	Copertura temporale	Stato attuale	Trend
Criticità idrologiche e idrauliche	numero	I	Arpa Piemonte Comuni	Puntuale	2010		
Aree in frana	% su superficie collinare/montana	S	Arpa Piemonte	Regione	2010		
Vittime e incidenti da valanga	numero	I	Arpa Piemonte	Regione	2010		
Attività sismica	numero	S	Arpa Piemonte	Regione	2010		
Strumenti urbanistici sottoposti a verifica di compatibilità PAI, revisione o aggiornamento	numero	R	Regione Piemonte	Regione	2010		

Per visualizzare le serie storiche degli indicatori dei rischi naturali: [http://rsaonline.arpa.piemonte.it/indicatori/rischi\\_naturali.htm](http://rsaonline.arpa.piemonte.it/indicatori/rischi_naturali.htm)

## CRITICITÀ IDROLOGICHE ED EFFETTI AL SUOLO

L'analisi, condotta a scala regionale, evidenzia il numero di situazioni in cui si è verificato un evento di moderata o elevata criticità per il rischio idrogeologico e idraulico (livelli 2 e 3) in almeno una zona di allerta, ai sensi della classificazione adottata in Piemonte dal “*Disciplinare per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento regionale ai fini di protezione civile*” approvato con Delibera di Giunta Regionale del 23 marzo 2005, n° 37-15176.

Nel corso del 2010 il Piemonte è stato colpito da diversi eventi meteo-pluviometrici; in particolare dal 2 al 5 maggio, dal 14 al 16 giugno, dall'11 al 15 agosto e dal 30 ottobre al 2 novembre.

Arpa Piemonte, durante i vari eventi, ha garantito l'attività di previsione e di monitoraggio dei fenomeni meteorologici, idrologici e idrogeologici a supporto del sistema di Protezione Civile.

### Evento 2-5 maggio 2010

A partire da domenica 2 maggio, precipitazioni diffuse hanno interessato l'intero territorio regionale concentrandosi principalmente nel settore settentrionale e occidentale del Piemonte, intensificandosi martedì 4 maggio sull'arco alpino e sulle pianure cuneese, torinese e vercellese e continuando, mercoledì 5 maggio, con precipitazioni a carattere di rovescio che hanno insistito principalmente nel biellese e tra le Valli del Po e del Pellice.

L'evento è stato caratterizzato da precipitazioni continue con fasi più intense (in particolare nelle giornate di domenica, martedì e mercoledì), anche a carattere temporalesco e fasi più attenuate anche prolungate.

Nel corso dell'intero evento sono caduti mediamente 200 millimetri di pioggia cumulata nella fascia pedemontana tra il Verbano e la Valle Po con punte di oltre 300 mm

nel biellese e oltre 100 mm nelle pianure. Le precipitazioni hanno raggiunto la massima intensità la sera del 5 maggio e si sono concentrate in alcuni settori nella zona al confine tra le province di Cuneo e Torino (comuni di Villafranca Piemonte, Cavour, Bricherasio, Barge e Cardè) e nella provincia di Biella.

I picchi di precipitazione hanno coinvolto le aree pedemontane, risultando meno intensi nelle zone collinari e nelle vallate alpine, dove in quota hanno avuto carattere nevoso; tale andamento meteorologico si è riflesso sulla tipologia dei processi che hanno coinvolto il territorio. Le precipitazioni sono state nevose mediamente oltre i 1.800 metri e hanno apportato complessivamente, a quote comprese tra i 2.000 e i 2.500 metri, dall'inizio dell'evento, 80-100 centimetri di neve fresca sui settori settentrionali delle Alpi, 40-70 centimetri su quelli occidentali e 20-40 centimetri su quelli meridionali.

Lungo la maggior parte dei corsi d'acqua della rete idrografica principale non si sono raggiunti livelli significativi, mentre è andata rapidamente in crisi la rete di canali e corsi d'acqua minori che solca la pianura e attraversa i centri abitati: gli effetti al suolo sono stati, nel complesso, modesti, perlopiù limitati ad allagamenti e a fenomeni franosi minori che hanno talora interessato la viabilità.

Da segnalare, fra tante, la situazione che si è creata nel comune di Villafranca Piemonte, interessato da vasti allagamenti causati da fenomeni di ristagno, dall'esonazione della rete di canali e bealere e dal rigurgito della rete fognaria. A tali fenomeni ha pure contribuito la copiosa grandinata che, per circa un'ora e mezza, si abbattuta sul paese causando accumuli di oltre 25 cm di altezza, che hanno richiesto l'utilizzo di mezzi spalaneve.



Villafranca Piemonte (TO)  
effetto della grandinata  
verificatasi la sera del 5  
maggio 2010  
Foto: Associazione Amici  
del Po

L'evento ha causato *effetti al suolo*, per quanto riguarda i processi legati alla rete idrica, soprattutto allo sbocco del Pellice in Pianura. I comuni di Villafranca Piemonte, Cavour e Bricheraso, in provincia di Torino, e i comuni di Cardè, Barge e Revello, in provincia di Cuneo, sono stati interessati da fenomeni di allagamento, dovuti alla crisi dell'idrografia minore, dei canali e del sistema fognario. La causa dell'attivazione dei processi è da ricondurre alle intense precipitazioni a carattere temporalesco che hanno interessato un'area di 400 km<sup>2</sup> con valori di precipitazione cumulata di 100 mm, la cui fase parossistica si è registrata alle 21.00 del 5 maggio. In taluni casi, la difficoltà di smaltimento delle acque con conseguente rigurgito è stata causata dal sottodimensionamento delle opere d'intubazione. L'altezza dell'acqua, in tutti i casi segnalati, non ha superato i 50 cm di altezza.

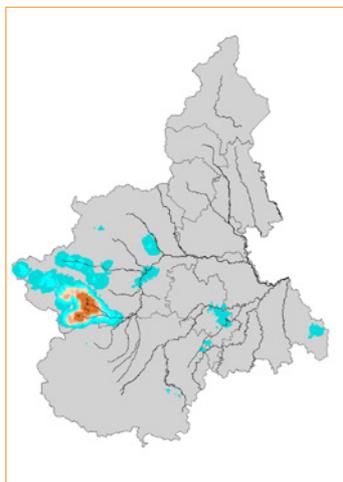
Nella figura 15.1 sono illustrati i danni registrati in Piemonte dalla metà del 1400 al 2000 nel mese di maggio.

**Figura 15.1**

Eventi registrati nel mese di maggio dal 1400 al 2000.

In arancione la massima concentrazione dei danni

Fonte: Arpa Piemonte



**Figura 15.2**

Bolettino di allerta meteorologica emesso da Arpa il 15 giugno 2010

Arpa BOLLETTINO METEOROLOGICO ALLERTA METEOROLOGICA																																																																					
SARÀ DISINNEVATA		LUNEDÌ		MARTEDÌ		MERCEDÌ		GIOVEDÌ																																																													
14/06/2010 ore 00:00		15/06/2010 ore 00:00		16/06/2010 ore 00:00		17/06/2010 ore 00:00		18/06/2010 ore 00:00																																																													
VIGILANZA METEOROLOGICA																																																																					
Distanza 50 km																																																																					
Oltre 50 km																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stazione</th> <th>Stato</th> <th>Descrizione</th> <th>Intensità</th> <th>Effetti sul territorio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>ALLERTA</td> <td>Temporali</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>ALLERTA</td> <td>Temporali</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>ALLERTA</td> <td>Temporali</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>ALLERTA</td> <td>Pioggia Forte, temporali</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>										Stazione	Stato	Descrizione	Intensità	Effetti sul territorio	A	ALLERTA	Pioggia Forte	2	1	B	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2	C	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2	D	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2	E	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2	F	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	1	1	G	ALLERTA	Temporali	1	1	H	ALLERTA	Temporali	1	1	I	ALLERTA	Temporali	1	1	L	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2	M	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2
Stazione	Stato	Descrizione	Intensità	Effetti sul territorio																																																																	
A	ALLERTA	Pioggia Forte	2	1																																																																	
B	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
C	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
D	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
E	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
F	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	1	1																																																																	
G	ALLERTA	Temporali	1	1																																																																	
H	ALLERTA	Temporali	1	1																																																																	
I	ALLERTA	Temporali	1	1																																																																	
L	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
M	ALLERTA	Pioggia Forte, temporali	2	2																																																																	
<p>Arpa Piemonte ha emesso questo bollettino di allerta meteorologica in base ai dati raccolti dalle stazioni meteorologiche e ai dati forniti dai servizi meteorologici nazionali e internazionali.</p>																																																																					

L'evento del maggio 2010 ha interessato porzioni del territorio che perlopiù coincidono con quelle abitualmente interessate in questo periodo.

**Evento 14-17 giugno 2010**

A partire da lunedì 14 giugno, precipitazioni diffuse hanno interessato l'intero territorio regionale, concentrandosi principalmente nel settore occidentale del Piemonte; l'intensificazione dell'evento è avvenuta tra martedì 15 e mercoledì 16 giugno, in particolare sulla fascia pedemontana compresa tra la Val Pellice e la Val Sesia. L'evento è stato caratterizzato da precipitazioni continue, anche a carattere temporalesco, che hanno causato un generalizzato superamento delle soglie pluviometriche di moderata criticità e, nelle fasi di precipitazione più intensa, il raggiungimento di condizioni di elevata criticità. La massima intensità si è verificata tra la sera del 15 giugno e la mattinata del 16 giugno, quando le precipitazioni si sono concentrate nella parte sud-occidentale del torinese e cuneese e progressivamente nelle province di Biella e Vercelli.

Nel corso dell'intero evento sono caduti mediamente più di 150 millimetri di pioggia cumulata nelle zone di allertamento B (Valli Chiusella, Cervo, Val Sesia), C (Valli Orco, Lanzo, Sangone) e D (Valli Susa, Chisone, Pellice, Po) con punte di oltre 300 millimetri totali in alcune stazioni. I picchi di precipitazione sono stati registrati nelle aree pedemontane, risultando meno intensi nelle alte vallate alpine e nelle zone sud-orientali della regione.

I corsi d'acqua principali e secondari della zona occidentale del Piemonte hanno raggiunto significativi livelli di piena superando le soglie di attenzione nella mattinata del 16 giugno e hanno contribuito in modo sostanziale alla formazione dell'onda di piena del Po. Quest'ultimo ha raggiunto la soglia di attenzione nella sezione di Carignano nel pomeriggio del 16 giugno, la piena è transitata lungo l'asta mantenendosi su valori superiori alla moderata criticità fino alla confluenza con il Sesia (idrometro di Ponte Valenza) e raggiungendo la chiusura del bacino in territorio piemontese (idrometro di Isola Sant'Antonio) con valori prossimi alla soglia di attenzione. Le onde di piena dei corsi d'acqua principali hanno causato localizzati fenomeni di esondazione e hanno determinato allagamenti di estensione limitata riguardanti, essenzialmente, aree agricole.

Per quanto riguarda gli *effetti al suolo*, le precipitazioni hanno causato locali allagamenti, dovuti principalmente alla rete idrografica secondaria e allo straripamento di bealere e canali di raccolta delle acque piovane. In molti casi la rete fognaria cittadina non è riuscita a smaltire le intense precipitazioni causando il rigurgito di acqua dai tombini. Decisamente più contenuti gli effetti al suolo conseguenti ai processi di versante, perlopiù di modeste dimensioni e legati a processi di fluidificazione delle coperture superficiali che hanno generato colamenti rapidi.

In provincia di Torino, le precipitazioni hanno interessato la porzione settentrionale della provincia e in particolare l'imbocco delle Valli Orco e Soana, causando problemi alla rete idrografica minore e alla viabilità e determinando l'innesco di alcune frane che, seppur di modeste dimensioni, hanno causato situazioni di rischio per la vicinanza di abitazioni, come ad esempio presso la località Faiallo in Comune di Pont Canavese (TO). La situazione di maggior gravità è stata registrata sulla SP 21 tra Front Canavese (TO) e Vauda (TO), dove due persone sono rimaste intrappolate nella loro auto investita da una frana.

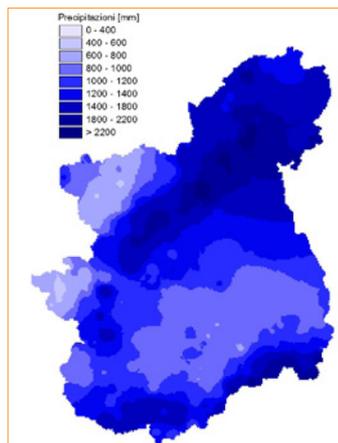
Successivamente, nei giorni 15-16 giugno 2010, ulteriori precipitazioni si sono concentrate prevalentemente nella zona pedemontana compresa tra le Valli di Susa e il Pinerolese, riproponendo fenomeni confrontabili a quelli registrati nei giorni precedenti. I processi attivatisi hanno avuto effetti limitati riferibili ad allagamenti della rete viaria, degli scantinati di alcune abitazioni e di campi.

In provincia di Cuneo le precipitazioni hanno raggiunto i valori massimi nella zona nord-occidentale della provincia, in particolare a Barge, dove sono caduti quasi 300 mm di pioggia in 72 ore, a Saluzzo e in bassa valle Po. Si sono riproposti in parte i processi, lungo la rete idrica minore, che già avevano interessato queste zone a maggio, mentre non hanno provocato danni i corsi d'acqua principali. Successivamente alle giornate del 15 e 16 giugno, caratterizzate da precipitazioni particolarmente abbondanti, si sono verificati ulteriori fenomeni di dissesto scatenati da episodi temporaleschi violenti, il cui effetto è stato incrementato dall'impossibilità da parte dei terreni già saturi di smaltire ulteriori portate idriche.

Successive piogge nei giorni di sabato 19 e domenica 20 hanno interessato la zona di Frabosa Soprana.

Da segnalare l'allagamento delle vie cittadine di Genola da parte delle acque di un canale irriguo con altezze di 30-40 cm e l'allagamento di negozi e abitazioni a Peveragno.

La serata compresa tra sabato 19 e domenica 20 ha portato nuove precipitazioni intense, che hanno causato effetti

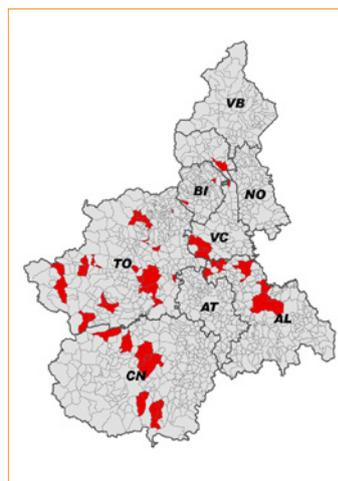


**Figura 15.3**

Evento pluviometrico del 13-17 giugno 2010.

Precipitazione cumulata.

Fonte: Arpa Piemonte



**Figura 15.4**

Evento del 14-17 giugno 2010.

In rosso i comuni che hanno riportato danni

Fonte: Arpa Piemonte

al suolo in modo particolare nella zona dell'alessandrino, nello specifico nei comuni di Camino, Odalengo Grande, Murisengo e in alcune limitate zone del cuneese. Anche in questo caso le principali situazioni di criticità sono state determinate dalla rete idrografica minore, dalla rete dei canali irrigui e dalle reti di smaltimento delle acque pluviali che hanno determinato diffusi allagamenti.

Le altre provincie interessate dall'evento hanno riportato danni di modesta entità, riconducibili ad allagamenti dovuti alla rete idrografica minore.

### Evento 11-15 agosto 2010

Un periodo di tempo perturbato ha interessato in modo discontinuo la regione tra l'11 e il 15 di agosto. Alcuni isolati episodi temporaleschi si sono verificati nelle giornate dell'11 e del 12, principalmente nel torinese e nel verbanese. Nelle giornate tra il 13 e 15 agosto precipitazioni a carattere temporalesco hanno interessato il territorio regionale, concentrandosi principalmente nel settore meridionale, in quello nordoccidentale e sulle pianure orientali del Piemonte; l'intensificazione dell'evento è avvenuta dapprima nel settore meridionale del cuneese e nella fascia pedemontana torinese, compresa tra la Valle Orco e la Val Chiusella nella giornata di sabato 14. In un secondo tempo

le precipitazioni si sono estese a tutta la regione, con particolare intensità sull'alessandrino e sulla pianura vercellese, esaurendosi progressivamente nella notte tra domenica 15 e lunedì 16 agosto.

Durante l'evento sono state registrate precipitazioni che hanno superato i valori delle soglie di moderata criticità e, nelle fasi di precipitazione più intensa, hanno raggiunto condizioni di elevata criticità.

Anche i valori medi sono stati ragguardevoli su tutta la regione: nel corso dell'intero evento sono caduti mediamente 100-150 millimetri di pioggia cumulata nelle zone di allertamento B (Valli Chiusella, Cervo, Val Sesia), C (Valli Orco, Lanzo, Sangone) e F (Valle Tanaro), con locali punte di oltre 200 millimetri totali in alcune stazioni.

Per quanto riguarda gli *effetti al suolo*, le precipitazioni hanno causato locali allagamenti, dovuti principalmente a ristagno, incapacità di smaltimento delle reti di drenaggio superficiali, risalita della falda e tracimazioni di rogge, canali e impluvi minori. In molti casi la rete fognaria cittadina non è riuscita a smaltire le intense precipitazioni causando il rigurgito di acqua dai tombini. In alcuni casi si sono verificati abbattimenti di alberi a causa delle forti raffiche di vento, ad esempio nella zona sud di Torino nella serata del 13 agosto.

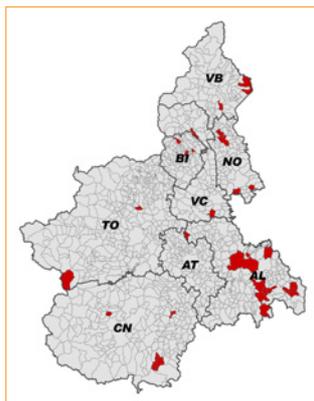
Decisamente più contenuti gli effetti al suolo conseguenti ai processi di versante, perlopiù molto localizzati e di modeste dimensioni e legati prevalentemente a processi di fluidificazione delle coperture superficiali che hanno generato colamenti rapidi. Fatte salve una frana rilevante a Bognanco (innescatasi, peraltro, il 9 agosto) e una frana a Ghiffa (VB), che ha ostruito il Rio delle Vigne, che esondando ha danneggiato alcune abitazioni e invaso la sede stradale. Modesti innalzamenti dei corsi d'acqua secondari non hanno causato significativi fenomeni di esondazione, mentre nelle aree urbanizzate di pianura si sono verificati allagamenti di estensione limitata, in particolare nelle pianure settentrionali del Piemonte.

**Figura 15.5**

Evento del 30 ottobre-2 novembre 2010.

In rosso i comuni che hanno riportato danni

Fonte: Arpa Piemonte



## Evento 30 ottobre-2 novembre 2010

Precipitazioni diffuse di forte intensità hanno interessato il Piemonte a partire dalla serata di sabato 30 ottobre, concentrandosi principalmente nel settore orientale della regione e quindi in quello meridionale. Le precipitazioni, temporaneamente attenuatesi nel corso della prima parte della giornata di domenica sul Piemonte centro-meridionale, si sono intensificate nuovamente dalla serata e nella notte, continuando ad interessare la regione per tutta la giornata di lunedì 1° novembre. Nella fase conclusiva dell'evento, martedì 2 novembre, le precipitazioni hanno continuato ad interessare il settore sud occidentale della regione con intensità forti mentre si sono mantenute moderate altrove. Nel corso dell'intero evento, sia nel settore settentrionale dal Canavese all'Ossola, che in quello meridionale dallo Stura di Demonte allo Scrivia, sono caduti mediamente più di 120 millimetri di pioggia cumulata, con punte di oltre 250 millimetri.

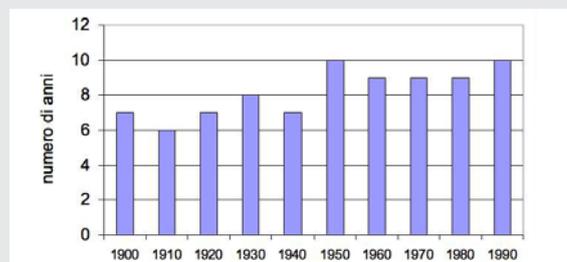
I quantitativi di pioggia registrati hanno superato in alcuni siti dell'Appennino ligure-piemontese, del verbanco e del biellese le soglie di moderata criticità e hanno determinato l'innalzamento dei livelli dei corsi d'acqua sino a livelli critici nei bacini dello Stura di Demonte, del Tanaro (sia nel tratto montano che in quello di pianura) e dello Scrivia. Le precipitazioni sono state nevose mediamente al di sopra dei 1.100 metri all'inizio dell'evento, e dei 1.900 metri nel corso della sua evoluzione e hanno determinato apporti considerevoli in tutto l'arco alpino, con valori, intorno ai 2.000 metri di quota, compresi tra 80 e 110 centimetri di neve fresca nel Piemonte occidentale e settentrionale dalle Alpi Graie alle Alpi Pennine (sulle Lepontine si registrano valori inferiori) e compresi tra 50 e 70 centimetri nel Piemonte Meridionale, sulle Alpi Marittime e Liguri.

Gli *effetti al suolo* dell'evento sono stati, nel complesso, molto limitati, e riguardano essenzialmente allagamenti dovuti alla difficoltà di smaltimento dell'idrografia minore, dei fossi e dei canali irrigui. La provincia che ne ha risentito maggiormente è stata quella di Alessandria; tuttavia, rispetto alla quantità di precipitazione cumulata caduta durante l'evento, che in alcune stazioni ubicate a ridosso dello spartiacque ligure-piemontese ha registrato valori ben al di sopra di quelli medi stagionali, non si sono verificate situazioni di particolare pericolosità e rischio.

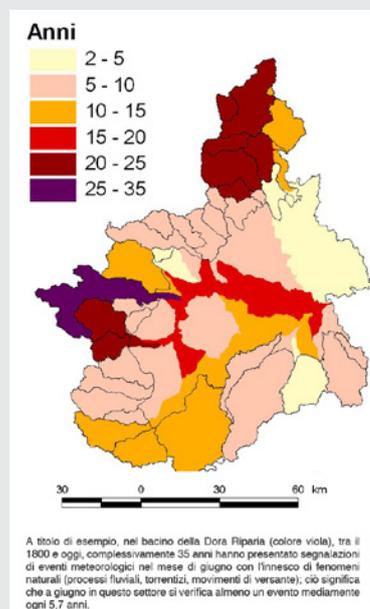
I riscontri maggiori si sono avuti lungo i corsi d'acqua principali in particolar modo nel bacino dei fiumi Bormida, Tanaro e del torrente Scrivia che hanno comunque fatto registrare valori idrometrici di piena ordinaria o di poco superiore, esondando in alcuni punti in area golenale, e soprattutto lungo il reticolo idrografico minore.

### Box 1 - QUADRO STORICO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI NEL MESE DI GIUGNO

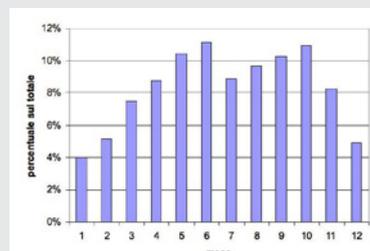
In base alle informazioni residenti nella Banca Dati Geologica di Arpa Piemonte, in Piemonte, in media circa ogni due anni nel mese di giugno, si verifica almeno un evento meteorologico che causa danni di diversa entità e tipologia; nello specifico dal 1800 ai giorni nostri, si sono registrati danni causati da processi naturali nel mese di giugno in media ogni 1,8 anni.



**Figura a** - Numero di mesi di giugno, all'interno di ciascuna decade del XX secolo, in cui si sono verificati eventi meteorologici che hanno innescato almeno un fenomeno di instabilità naturale



**Figura b** - Incidenza degli eventi di giugno nei bacini piemontesi, espressi in classi di numero di anni a partire dal 1800



**Figura c** - Distribuzione mensile dei fenomeni di instabilità naturale nel XX secolo. Il valore più elevato si registra per il mese di giugno

La figura a, mostra, per il territorio piemontese, l'incidenza degli eventi di giugno. Dal punto di vista geografico, i bacini ripetutamente colpiti nel mese di giugno sono quelli centro occidentali, seguiti da quelli nord-orientali. Tra gli eventi che si riferiscono al mese di giugno, si riportano di seguito i principali.

Il 12/06/1942 fu colpito il bacino della Dora Baltea, con l'innescarsi di numerose colate detritiche tra Lessolo e Quincinetto. Quassolo venne investita da una colata detritica che causò sette vittime. Tra il 12 e il 16 giugno 1957 tutti i bacini piemontesi, e in particolare quelli compresi tra i bacini della Stura di Demonte a sud-ovest e del torrente Orco a nord, vennero interessati da un evento meteorologico che causò significative piene dei principali corsi d'acqua, inondazioni, colate detritiche lungo il reticolo idrografico secondario e diffusi fenomeni gravitativi lungo i versanti. Le valli maggiormente colpite furono la Val Susa e le Valli Pellice e Chisone. Quello del 1957 è stato uno degli eventi più gravi del XX secolo.

L'ultimo evento significativo è stato quello del giugno 2000 che ha interessato particolarmente i bacini sud-occidentali del Piemonte.

Durante il XX secolo, per quanto riguarda nello specifico la sola pianura piemontese e considerando tutti i fenomeni compresi quelli minori localizzati, nel mese di giugno sono stati registrati danni associati a piene dei corsi d'acqua ogni tre anni. Se si considerano invece solo gli eventi che hanno interessato almeno tre corsi d'acqua (eventi meteo-climatici più significativi), si registrano danni in giugno ogni dieci anni.

Le vittime accertate, per fenomeni naturali verificatisi negli ultimi due secoli in questo mese sono una trentina, soprattutto causate da colate detritiche. A tale riguardo nella primavera del 2008, una colata detritica investì alcune abitazioni, un'auto e causò la morte di quattro persone.

A conclusione di quanto esposto in questa breve dissertazione, in figura c si osserva che il mese di giugno presenta la percentuale più alta di fenomeni di instabilità naturale sul totale di quelli per i quali si hanno segnalazioni in Banca Dati. L'alta ricorrenza è spiegabile con il fatto che, in questo mese, si possono verificare sia fenomeni localizzati (per esempio colate detritiche), collegabili a precipitazioni brevi e intense, sia veri e propri eventi alluvionali a scala pluri-bacinale, causati da piogge eccezionalmente prolungate o sia la concomitanza di entrambe le tipologie, come si è verificato, ad esempio, nel giugno del 1957 o del 2000. Infine, ad avvalorare ulteriormente i dati appena esposti, ad aggravare la situazione può concorrere un fattore legato alla fusione del manto nevoso ancora presente sui rilievi, specie in conseguenza di inverni caratterizzati da abbondanti precipitazioni nevose, che si somma ai deflussi dovuti alle piogge.

## PROCESSI DI VERSANTE

Gli effetti al suolo e i fenomeni franosi localizzati determinati dagli eventi meteo-pluviometrici che hanno caratterizzato il 2010, illustrati nel capitolo precedente, sono stati nell'insieme di modesta entità. Le frane che si verificano immediatamente a seguito di precipitazioni intense e concentrate ("frane d'evento") sono per lo più frane di tipo superficiale a carico delle coperture detritico-colluviali e fenomeni di crollo. Tuttavia i fenomeni franosi generalmente si sviluppano o evolvono con un certo ritardo rispetto all'evento pluviometrico e di norma risentono delle condizioni meteo-pluviometriche che hanno preceduto l'evento stesso.

Le informazioni delle frane d'evento, le riattivazioni riscontrate mediante la rete di monitoraggio dei fenomeni franosi (RERCOMF) e tutte le altre segnalazioni su processi di versanti vengono inserite nel sistema informativo di Arpa Piemonte (SIFraP), con l'obiettivo di integrare, sviluppare e aggiornare costantemente la base dati relativa all'inventario dei fenomeni franosi in Piemonte e renderla disponibile in rete tramite servizio WebGIS.

Il SIFraP nasce come estensione del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato tra il 2002 e il 2005, nonché come sviluppo dell'ultraventennale patrimonio di conoscenze del DT Geologia e dissesto (già parte della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione) nel campo dei fenomeni franosi.

Nel corso del 2010 si è provveduto ad aggiornare la base dati su alcune aree in modo sistematico (foglio 194 - Acqui Terme, scala 1:50.000 e parzialmente foglio 154 - Torino Est) e su altre aree in modo non sistematico ma per singoli fenomeni su cui si sono rese disponibili nuove informazioni. In totale sono stati aggiornati e/o aggiunti 670 fenomeni franosi, diversamente distribuiti nel territorio regionale, come evidenziato in figura 15.6 con valori di densità crescente (da un fenomeno per comune in azzurro a diverse decine di fenomeni per comune in viola).

Le informazioni sui fenomeni franosi sono strutturate in tre diversi livelli di approfondimento; quelle fornite mediante i dati associati ai dataset presenti nel servizio WebGIS corrispondono al primo livello, che prevede il rilevamento dei dati di base, quali la definizione della geometria, della tipologia e dello stato di attività dei fenomeni franosi.

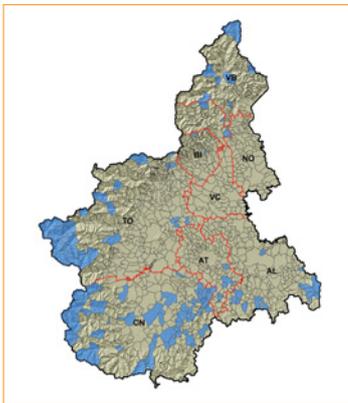
Nel 2010, i fenomeni franosi con informazioni di maggior dettaglio (secondo livello), descritti con una scheda in for-

mato pdf contenenti i dati che non possono essere sintetizzati in forma tabellare (cfr. Guida alla lettura della scheda frane SIFraP, Arpa Piemonte 2009a), sono passati da 60 a 180 (figura 15.7). Tale attività si è concretizzata nell'ambito del Progetto Strategico RiskNat, progetto di cooperazione territoriale europea Programma Italia-Francia (Alpi) 2007/2013 Alcotra, cui Arpa sta partecipando. In particolare, nell'azione relativa allo sviluppo di conoscenze, metodi e strumenti operativi per la gestione del rischio naturale in ambiente alpino (Volet B2) sono anche in corso di realizzazione una serie di azioni mirate allo studio dei grandi fenomeni franosi in ambiente alpino (sbarramento per frana di corsi d'acqua, DGPV).

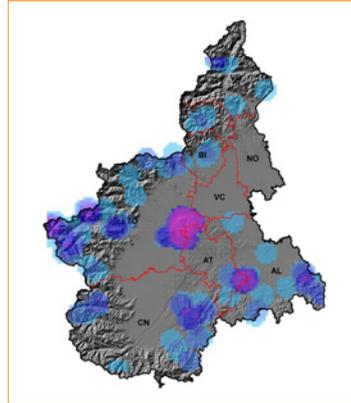
Gli approfondimenti al secondo livello hanno permesso di dettagliare sia la parte geografica del fenomeno franoso (perimetrazione generale e suddivisioni in settori o fenomeni minori, elementi morfologici) sia la parte descrittiva (ricerca storica, attivazioni, interventi, monitoraggio strumentale e danni); in figura 15.8 si riporta un estratto della scheda con due pagine rappresentanti la parte geografica e la parte alfanumerica.

Inoltre, nel corso dell'anno è stata avviata un'analisi delle relazioni precipitazioni/dislocazioni/livelli piezometrici su un campione di frane sottoposte a monitoraggio strumentale con lunga serie storica (dai dati strumentali provenienti dalla Rete Regionale di Controllo dei Movimenti Franosi - RERCOMF di Arpa Piemonte).

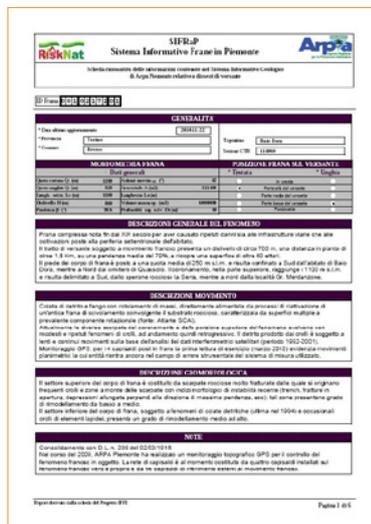
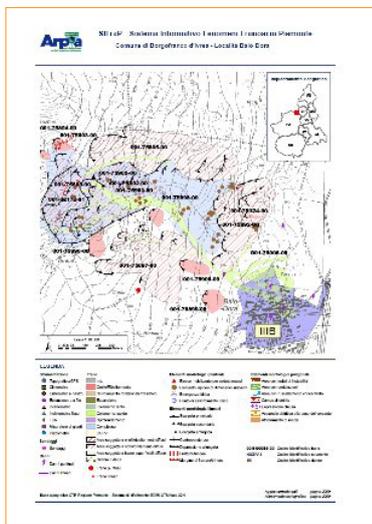
Sempre nell'ambito del progetto RiskNat, si è proceduto a nuove elaborazioni interferometriche differenziali di scene SAR satellitari da piattaforma Radarsat, sia in orbita ascendente che discendente, con tecnica PSI per l'intervallo temporale tra il 2003 e il dicembre 2009. Nella porzione di territorio presa in considerazione (che comprende gran parte delle Province di Torino e Cuneo) si è cominciata una revisione della perimetrazione e dello stato di attività dei fenomeni franosi nell'intorno dei quali ricadono i punti di misura. Tali punti, definiti *Permanent Scatterers*, danno infatti una indicazione dello spostamento superficiale del terreno permettendo quindi di stimare l'evoluzione dei movimenti nel tempo (serie storica e velocità media di spostamento).



**Figura 15.6**  
Comuni con almeno un fenomeno franoso con scheda di approfondimento al II livello



**Figura 15.7**  
Aree in cui sono stati effettuati aggiornamenti della base dati SIFraP, evidenziate con valori di densità crescente (da un fenomeno per comune in azzurro ad oltre 10 fenomeni per comune in viola)



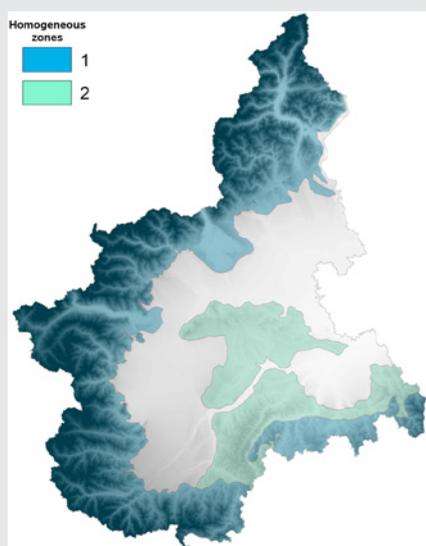
**Figura 15.8**  
Estratto scheda secondo livello: (cartogramma rappresentativo a sinistra e prima pagina scheda descrittiva a destra)

## Box 2 - LA PREVISIONE DELLE FRANE SUPERFICIALI

### LA PREVISIONE DI INNESCO DELLE FRANE SUPERFICIALI: IL MODELLO SMART

Arpa Piemonte ha realizzato un modello per il preannuncio delle frane superficiali basato su soglie pluviometriche. L'applicazione di tale modello ha prodotto un modulo operativo, denominato SMART (*Shallow landslides Movements Announced through Rainfall Thresholds*) (Tiranti & Rabuffetti, 2010), la cui funzione è quella di predisporre una valutazione dedicata ai fenomeni di frana superficiale, integrandola alle procedure di allertamento regionale. Il modulo SMART opera sia in fase previsionale che in fase di monitoraggio, in analogia con l'impostazione del sistema di allertamento.

Nella simulazione operata dal modello SMART rientrano solo le frane superficiali (*shallow landslide*), cioè innescate direttamente dalle precipitazioni con caratteristiche ben precise che le distinguono dalle altre tipologie di frana. In particolare le frane superficiali devono il loro nome alla scarsa profondità a cui si sviluppa la superficie di movimento (da una decina di centimetri fino ad un massimo di circa 1,5 m) e sono causate solo dalle piogge d'evento, non dipendono quindi dalle piogge antecedenti. Esse hanno evoluzione istantanea (non danno segni premonitori) e si sviluppano principalmente su versanti con pendenze comprese tra i 18° e 45°, costituiti da coperture eluvio-colluviali o detritico-colluviali.



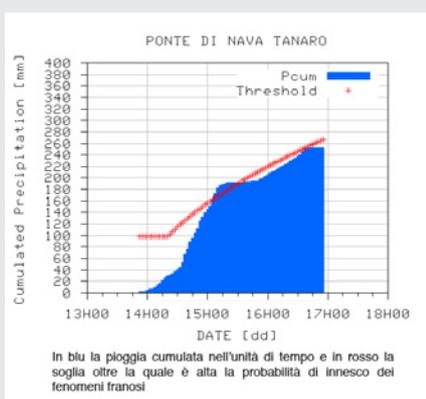
**Figura a** - Zone a comportamento omogeneo - Fonte: Arpa Piemonte

### AREE ELEMENTARI PER LA VALUTAZIONE DI INNESCO DELLE FRANE SUPERFICIALI

Per le frane superficiali il modello SMART distingue due macrozone, denominate “Zone omogenee” (figura a), caratterizzate da due differenti set di soglie di innesco.

Zona omogenea 1: include aree caratterizzate da substrati rocciosi costituiti da rocce cristalline metamorfiche o ignee, calcari dolomitici o dolomie, calcescisti, flysh e paraderivati di basso grado in ambiente montano. Le Zone 1 mostrano valori alti di pioggia critica per l’innesco di frane superficiali. Zona omogenea 2: include aree caratterizzate da substrati rocciosi costituiti da rocce sedimentarie in ambiente collinare. Le Zone 2, rispetto alle Zone 1, mostrano valori più bassi di pioggia critica necessari all’innesco di frane superficiali.

Alle due zone sono associate due differenti soglie pluviometriche di innesco.



**Figura b** - Esempio di grafico di una simulazione dello SMART per un dato pluviometro

### LIVELLI DI CRITICITÀ E SCENARI D’EVENTO

Il rischio legato all’innesco di frane superficiali corrisponde agli effetti indotti sul territorio che si possono verificare al superamento dei livelli pluviometrici critici sui settori montuosi e collinari (figura b). La scala di criticità è stata ricondotta ai livelli del sistema di allertamento; al crescere della criticità aumenta il numero di fenomeni che si possono verificare nell’unità di area. Sulla base della densità dei fenomeni attesi, sia in fase di osservazione che di previsione, si definiscono così tre gradi di criticità oltre ad una situazione di criticità assente corrispondente ad una probabilità non significativa per l’innesco di frane superficiali.

## Box 3 - IL CONTROLLO DEI FENOMENI FRANOSI MEDIANTE RILIEVO TOPOGRAFICO GPS



**Panoramica del fenomeno franoso**

Foto: Antonio Pagliero

tempo, è stata installata una rete di capisaldi topografici GPS.

### LA FRANA DI GRANGE ORGIERA

Da alcuni anni Arpa Piemonte, attraverso la struttura REte Regionale di CONtrollo dei Movimenti Franosi (RERCOMF), gestisce una ventina di siti attrezzati con capisaldi per misure topografiche GPS, utilizzando la tecnologia satellitare.

Tali misure consentono di effettuare il controllo delle deformazioni gravitative che interessano i versanti alpini. Tra di essi particolare importanza riveste il fenomeno franoso di Grange Orgiera (Sampeyre - CN), attivatosi nel luglio del 2009, sul quale, al fine di valutarne lo spostamento subito nel

Si tratta di un fenomeno franoso complesso, inquadrabile come scivolamento rotazionale con evoluzione in colamento, che coinvolge materiale detritico di varia pezzatura in abbondante matrice argillosa, corrispondente

ad estesi accumuli di precedenti movimenti gravitativi.

Complessivamente il dissesto, perimetrato nel settembre 2010 mediante l'utilizzo di un ricevitore GPS, copre una superficie di circa 0,45 km<sup>2</sup>.

La zona di distacco è situata ad una quota di circa 2.150 m e presenta uno sviluppo di circa 850 m; il fronte dell'accumulo è posizionato alla quota di 1.720 m, in corrispondenza delle Grange Orgiera, e si estende per circa 650 m. Le indagini geofisiche hanno consentito di determinare la profondità della superficie di scivolamento nella parte medio-inferiore del fenomeno, che risulta mediamente compresa tra i 25 e i 30 m.

La nicchia principale è in continuo e progressivo arretramento mentre il fronte, dopo aver fatto registrare velocità di avanzamento di alcuni metri al giorno, ha rallentato in modo significativo.



**Perimetrazione del fenomeno franoso, entità (cm) e direzione dei movimenti rilevati dai capisaldi GPS nell'ottobre 2010 rispetto alla lettura di origine del 2009**

Linea blu: perimetrazione del fenomeno franoso nell'agosto 2009.  
Linea arancione: perimetrazione del fenomeno franoso nel settembre 2010. (Base topografica: Volo CGR IT2007)

### SISTEMA DI CONTROLLO DELLA FRANA MEDIANTE CAPISALDI GPS

Nell'ottica di porre sotto controllo strumentale il fenomeno franoso e di ottenere quindi informazioni sulle velocità di movimento di alcuni settori del versante, è stata realizzata da parte dell'Agenzia una rete costituita da 16 capisaldi topografici GPS.

I capisaldi sono costituiti da supporti filettati infissi su affioramenti rocciosi e/o su manufatti, sui quali viene posizionata, in occasione delle misure, un'antenna GPS attraverso la quale vengono acquisite le informazioni necessarie a determinare le coordinate del punto. Tramite accurate elaborazioni è possibile confrontare le coordinate acquisite in campagne successive e valutare quindi l'eventuale spostamento subito dal punto nel tempo intercorso.

Sul fenomeno franoso di Grange Orgiera le campagne di misura vengono condotte con cadenza semestrale. La lettura di origine, alla quale vengono riferite tutte le successive misure, è stata effettuata il 9 settembre 2009 per i capisaldi 1-12 e il 25 novembre 2009 per i capisaldi 13-16; l'ultima lettura in ordine di tempo è stata eseguita il 13 ottobre 2010.

La campagna di misure condotta nel mese di ottobre 2010 evidenzia che i capisaldi posti sul dissesto continuano a muoversi con entità molto elevate, di alcune decine di cm/anno per i capisaldi 5, 6, 9, 10, 11 e 13 e addirittura di alcuni metri/anno per i capisaldi 1, 2, 3, 4, 7 e 8.

Anche i capisaldi di più recente installazione (13, 14, 15 e 16), collocati appositamente ai margini dell'area attivatisi nel luglio dello scorso anno, evidenziano, rispetto alla lettura del novembre 2009, movimenti di alcuni centimetri. La frana, nell'anno e mezzo successivo alla fase parossistica, verificatasi nel mese di luglio 2009, è stata quindi contraddistinta da una marcata attività e da una netta tendenza retrogressiva ossia all'arretramento del coronamento di frana, soprattutto in sinistra idrografica (vedi foto).

## VALANGHE SPONTANEE - STAGIONE INVERNALE 2009/10

La stagione invernale 2009-2010 è stata ancora caratterizzata da importanti nevicate, sia per quantità di neve caduta, sia per frequenza degli eventi.

Come ben dettagliato nel rendiconto nivometrico - [http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Servizi\\_online/Rendiconti\\_nivometrici/rendiconto\\_nivo2009-10\\_a.pdf](http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Servizi_online/Rendiconti_nivometrici/rendiconto_nivo2009-10_a.pdf)

*“nei settori alpini settentrionale e meridionale l'altezza cumulata della neve fresca, misurata fino alla fine di maggio è stata anche quest'anno superiore ai valori medi, leggermente inferiore alla media in quelli centro-occidentali”.*

A differenza della stagione precedente, 2008-2009, le nevicate sono state ben distribuite nel corso dell'intero inverno, permettendo alla coltre nevosa di assestarsi progressivamente, senza raggiungere mai situazioni di criticità estrema come quella avuta nel dicembre 2008 e nella primavera 2009.

Colle dell'Agnello (Alpi Cozie meridionali). Valanga a lastroni di superficie di neve umida a fine maggio 2010

Foto: Andrea Bertea



Sulle montagne quindi si è registrata un'attività valanghiva spontanea mediamente sempre molto contenuta, con valanghe per lo più di piccole e medie dimensioni. Le grandi valanghe che raggiungono il fondovalle non hanno mai superato i percorsi noti e riportati sulla cartografia valanghe, consultabile sul SIVA, uno dei servizi WebGis di Arpa Piemonte, all'indirizzo [http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco\\_servizi/index.html](http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco_servizi/index.html)

Il primo periodo con forte pericolo di valanghe si è verificato proprio a Natale in seguito a copiose nevicate, in particolare nei settori alpini meridionali dove la pioggia è caduta fino a 2.200 - 2.400 metri di quota, umidificando e appesantendo molto gli strati superficiali del manto nevoso. In concomitanza delle precipitazioni il giorno 24 è stata registrata una intensa attività valanghiva spontanea con numerose valanghe di medie dimensioni, a lastroni, di neve bagnata.

Non molti giorni dopo, dal 7 al 10 gennaio, in seguito a intense precipitazioni nevose, con associati venti, nel nord dell'Ossola e nuovamente nei settori alpini meridionali si sono verificate alcune valanghe spontanee di grandi dimensioni alcune delle quali hanno raggiunto il fondovalle. Gli eventi valanghivi di maggior dimensioni si sono tutta-

via verificati dopo la metà di marzo e fino a metà maggio, periodo in cui un susseguirsi di eventi precipitativi, sovente con quota neve molto elevata, ha determinato altri 3 momenti di forte pericolo valanghe con associate valanghe di grandi dimensioni.

A marzo, nella settimana dal 20 al 25, precipitazioni abbondanti, piovose fino a 2.000-2.200 metri, su un manto nevoso già reso umido dal rialzo delle temperature con associata copertura nuvolosa dei giorni immediatamente precedenti, hanno fatto registrare un sensibile aumento dell'attività valanghiva spontanea. In particolare nelle giornate dal 22 al 24 marzo sono state registrate numerose valanghe spontanee di neve umida o bagnata, prevalentemente di medie dimensioni e anche su percorsi non abituali, soprattutto nei settori alpini meridionali. Tra queste si segnala una grande valanga di neve bagnata, di fondo, che ha raggiunto e invaso la strada statale 21 del Colle della Maddalena in prossimità del comune di Argentera (CN) il giorno 22 marzo, fatto che ha indotto alla chiusura della statale 21 al traffico veicolare per alcuni giorni. Nei settori alpini del nord Piemonte il periodo con forte pericolo si è verificato nei giorni successivi, dal 25 al 27 marzo, quando sono stati registrati distacchi spontanei di valanghe di grandi dimensioni.

Le successive nevicate, verificatesi il 29 e 30 marzo, avvenute con temperature più basse e con concomitante quota neve inferiore rispetto all'evento precedente, sui 1.100-1.500 metri, hanno provocato un nuovo impulso dell'attività valanghiva spontanea nei settori alpini settentrionali e nord-occidentali con valanghe di medie e localmente grandi dimensioni, di neve a debole coesione e a lastroni, generalmente di superficie, di fondo alle quote inferiori ai 2000 metri.

Ultimo periodo di maggiore attività valanghiva si è verificato a partire dal fine settimana del 1° maggio e per tutta la settimana successiva, quando nuove intense nevicate hanno interessato l'arco alpino piemontese, dapprima sui settori settentrionali per poi estendersi, nelle giornate dal 3 al 5 maggio, sui rilievi di tutta la regione. In questo evento la quota neve ha oscillato tra i 1.300-1.500 m e i 2.000 m. Il perdurare della nuvolosità e delle precipitazioni ha causato la progressiva umidificazione del manto nevoso anche negli strati più interni determinando una forte instabilità e una diffusa attività valanghiva spontanea, in particolare nei settori settentrionali e occidentali, dove le precipitazioni sono state più abbondanti, con valanghe anche di medie dimensioni, di superficie e di fondo.

### VITTIME E INCIDENTI DA VALANGA NELLA STAGIONE INVERNALE 2009/10

Nella stagione 2009-2010 si sono registrati 10 incidenti, di cui 1 mortale in cui ha perso la vita uno sci alpinista esperto. Il Rendiconto Nivometrico della stagione invernale 2009-2010, scaricabile dal sito internet dell'Agenzia, [http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Servizi\\_online/Rendiconti\\_nivometrici/rendiconto\\_nivo2009-10\\_a.pdf](http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Servizi_online/Rendiconti_nivometrici/rendiconto_nivo2009-10_a.pdf), riporta con dettaglio gli incidenti registrati.

Nel suo complesso la stagione è stata caratterizzata da un innevamento molto consistente, anche a quote medio-basse, in tutti i settori alpini piemontesi. Conseguentemente il manto nevoso ha mantenuto spessori considerevoli fino a fine stagione.

Denominatore comune di tutti gli incidenti di gennaio e febbraio è stata una forte instabilità del manto nevoso dovuta alle nevicate delle 24-48 ore precedenti, e soprattutto alla forte attività eolica che ha seguito le precipitazioni, rimaneggiando sensibilmente il manto nevoso e formando lastroni soffici di neve ventata.

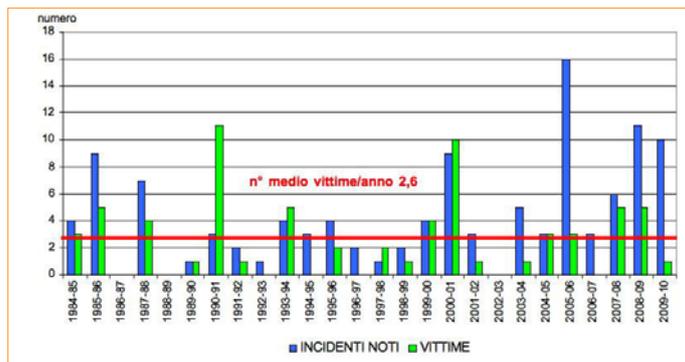
Anche per i due incidenti del mese di marzo il fattore predisponente il distacco è stato la presenza di lastroni da vento formati nei giorni immediatamente precedenti. In entrambi i casi il Bollettino Valanghe raccomandava di non

sottovalutare le condizioni di stabilità del manto nevoso in particolare nelle ore più calde della giornata.

L'incidente di fine maggio, avvenuto nelle ore pomeridiane, in condizioni di pericolo valanghe debole ma in aumento nelle ore centrali della giornata, evidenzia come, a livello individuale non vi sia ancora una piena consapevolezza del problema valanghe e la capacità di valutare il pericolo al fine di prevenire possibili incidenti.

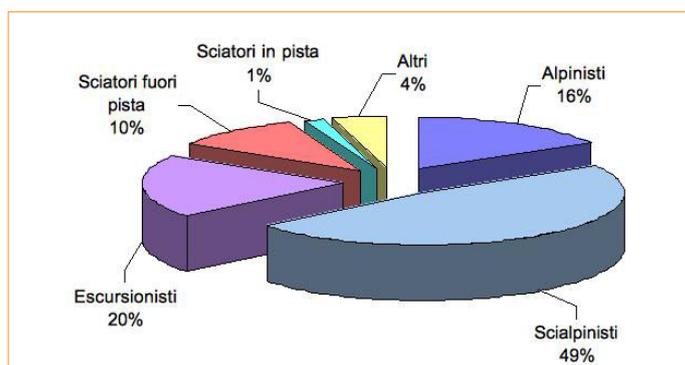
L'unico incidente mortale si è verificato sulle Alpi Marittime, in Valle Gesso, il 13 febbraio, dopo un periodo di intense precipitazioni nevose e forti venti. Ha causato la morte di uno sci alpinista esperto, guardia parco presso il Parco delle Alpi Marittime.

Dall'analisi dei dati dal 1984 al 2010 emerge che nella stagione 2009/10 il numero di incidenti segnalati è stato superiore alla media degli ultimi 26 anni (circa 4 incidenti all'anno) ma è stato inferiore il numero delle vittime (una soltanto a fronte di una media annuale di 2.6 - figura 15.9).



**Figura 15.9**  
Vittime e incidenti da valanga segnalati e raccolti da Arpa in collaborazione con il Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico e il Collegio Regionale delle Guide Alpine anni 1984-2010  
Fonte: Arpa Piemonte

Le persone coinvolte negli incidenti della stagione 2009/10 appartengono alle categorie degli sci alpinisti e degli sciatori fuori pista, che statisticamente sono anche quelle maggiormente soggette ad incidenti nel periodo esaminato (figura 15.10).



**Figura 15.10**  
Vittime da valanga suddivise per categorie di attività in Piemonte anni 1984-2010  
Fonte: Arpa Piemonte

#### Box 4 - IL PROGETTO PERMANET (PERMAFROST LONG TERM MONITORING NETWORK) - ATTIVITÀ 2010

Arpa Piemonte è partner del progetto europeo “PermaNet” (*Permafrost long-term monitoring network*) approvato nell’ambito del programma Spazio Alpino. Il progetto, avviato nell’estate 2008, terminerà nell’estate 2011 e vede la partecipazione di 14 partner di Italia, Francia, Svizzera, Austria e Germania.

Gli obiettivi principali di Arpa Piemonte nell’ambito di tale progetto sono: 1) mappare la distribuzione potenziale del permafrost nelle Alpi piemontesi, 2) realizzare una rete di monitoraggio del permafrost alpino, 3) analizzare le relazioni tra evoluzione del permafrost, cambiamenti climatici e rischi naturali e 4) indicare potenziali linee di indirizzo per le politiche di pianificazione e sviluppo delle aree di alta montagna.



**Figura a** - Esempi di forme censite nel nuovo catasto degli elementi morfologici indicatori del permafrost  
a: *rock glacier* di Schiantala (Valle Stura di Demonte, CN, da foto aerea); b: *protalus rampart* (Valle Maira, CN); c: *debris covered glacier* (ghiacciaio del Belvedere, Valle Anzasca, VB, da Google Earth); d: *lobi di geli flusso* (Valle di Rochemolles, TO).

Il permafrost si definisce come “un qualsiasi materiale che rimane al di sotto della temperatura di 0°C per più di due anni consecutivi”, per cui la sua esistenza è assolutamente indipendente dalla presenza o meno di ghiaccio. Il permafrost è certamente la componente della criosfera più diffusa nel mondo (oltre un quarto delle terre emerse del pianeta ne è occupato) ma è anche il meno visibile e appariscente.

Prima dell’inizio del progetto PermaNet, nelle Alpi italiane e in particolare in quelle piemontesi gli studi relativi al permafrost erano piuttosto scarsi e lacunosi. Nel corso delle prime fasi del progetto (2008-2009) sono stati condotti una serie di studi volti a definire un quadro preliminare del permafrost attuale e relitto. È stata realizzata una prima cartografia sulla distribuzione potenziale del permafrost utilizzando un modello empirico basato sul catasto di *rock glacier* e *protalus rampart*, i principali indicatori morfologici della presenza di permafrost. Il catasto degli indicatori morfologici del permafrost nelle Alpi piemontesi è stato sottoposto nel 2009-2010 a revisione e integrazione. Attualmente ospita 431 *rock glacier*, 141 *protalus rampart*, 9 *debris covered glacier* e 492 lobi di geliflusso.

*Rock glacier* e *protalus rampart* sono distribuiti in modo disomogeneo lungo l’arco alpino piemontese: il 19% sia nel settore ossolano che nelle Alpi Cozie torinesi, il 16% nel settore canavesano e il 46% nelle Alpi cuneesi; le quote minime delle forme inattive sono comprese tra i 1.390 m e i 2.150 m mentre quelle delle forme attive si attestano tra i 2.010 m e i 2.925 metri.

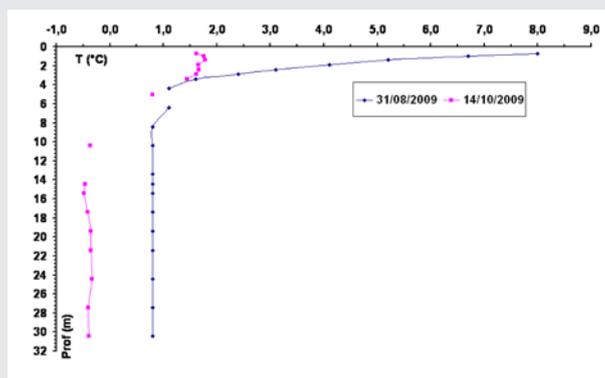
I risultati del modello empirico indicano che circa l’8,5% del territorio piemontese è interessato dalla presenza di permafrost distinto tra permafrost relitto (non più in equilibrio con le condizioni climatiche attuali e recenti), recente possibile e recente probabile. Nel 2010 è stata avviata una fase di revisione della distribuzione potenziale del permafrost utilizzando un modello fisico che considera principalmente la distribuzione altimetrica e stagionale di temperature e precipitazioni nevose. I risultati di tale applicazione saranno disponibili nella seconda metà del 2011 e costituiranno la base informativa attraverso la quale verranno implementati i modelli previsionali degli scenari di cambiamento climatico.

Le analisi condotte nella prima fase hanno rappresentato la base di partenza per la costituzione della rete di monitoraggio del permafrost nelle Alpi piemontesi. Il monitoraggio viene condotto attraverso analisi indirette (BTS e rilievi geoelettrici) e dirette (stazioni termometriche in foro). La metodologia BTS (*Bottom Temperature of the Snow cover*) consiste nel rilevare la temperatura del suolo al di sotto di una coltre di neve di potenza superiore a 100 cm nel raggio di 10 m, al termine dell’inverno ma prima che la fusione del manto nevoso abbia inizio.



**Figura b** - Fasi delle misurazioni BTS al sito del Passo dei Salati (q. 2990 m slm circa, Alagna Valsesia, VC)

Da sinistra verso destra: fase di preparazione del foro di misura, inserimento del sensore termico nel foro di misura, ubicazione con GPS del punto di misura e rilevazione della temperatura BTS.



**Figura c** - Confronto tra il profilo termico ottenuto con catena termometrica circa 15 giorni dopo la fine della perforazione (31/08/09) e valori medi misurati dalla stazione automatica il 14 ottobre 2009 nel sito del Corno dei Camosci

Fonte: Arpa Piemonte

- Istituto Mosso (Alagna Valsesia, VC, quota 2.890 m foro da 5 m), 4) Colle del Sommeiller (Bardonecchia, TO, quota 2.985 m, fori da 5, 30 e 100 m), 5) La Colletta (Bellino, CN, quota 2.840 m, foro da 30 m) e 6) Passo della Gardetta (Canosio, CN, 2.490 m, foro da 30). I primi dati disponibili derivanti dalla rete di monitoraggio forniscono un quadro piuttosto disomogeneo, come, peraltro, era nelle aspettative. Ciò è legato, in generale, alla stabilizzazione termica dei fori in seguito alla fase di perturbazione creata durante la perforazione stessa.

Inoltre, le stazioni 1, 2, 4 e 6 hanno subito un danneggiamento a causa di acque infiltratesi sia nelle perforazioni che negli strumenti che hanno richiesto importanti interventi di manutenzione straordinaria per il ripristino di tali stazioni tuttora in corso.

Negli anni 2009 e 2010 sono stati rilevati circa 300 punti misura BTS in diversi siti piemontesi che hanno consentito da un lato di testare e validare la carta della distribuzione potenziale del permafrost, dall'altra di verificare la variabilità spaziale dell'andamento termico superficiale.

Per quanto riguarda le prospezioni geofisiche, le analisi geoelettriche sono certamente il tipo di prospezione geofisica più idonea alla determinazione della presenza del permafrost (con ghiaccio) in contesto montano. Nell'ambito del progetto PermaNet sono state condotte tomografie elettriche e sondaggi elettrici verticali (SEV) finalizzati: 1) ad individuare i siti idonei per l'installazione delle stazioni di monitoraggio del permafrost, 2) per costituire la base dati di partenza per valutare nel tempo la presenza e distribuzione del ghiaccio interstiziale e 3) per analizzare alcune forme indicatrici del permafrost. Negli anni 2009-2010 sono state condotte prospezioni geofisiche in 6 siti lungo l'arco alpino piemontese, ciascuno caratterizzato da specifiche condizioni geologico-geomorfologiche e climatiche.

La rete di monitoraggio diretto del permafrost è costituita da 6 stazioni di misura in 8 pozzi verticali in roccia di profondità variabile (da 5 m a 100 m). Nelle perforazioni sono inserite catene termometriche con sensori che misurano le temperature a diverse profondità. Sono inoltre presenti sensori superficiali sia di temperatura che di umidità del suolo. Tutti i sensori sono collegati a datalogger collocati in vani sotterranei unitamente alle batterie di alimentazione. Le stazioni nelle Alpi piemontesi sono le seguenti: 1) Passo Monte Moro (Macugnaga, VB, quota 2.870 m, pozzo da 30 m), 2) Passo dei Salati - Corno dei Camosci (Alagna Valsesia, VC, quota 3.010 m foro da 30 m), 3) Passo dei Salati

## ATTIVITÀ SISMICA

Arpa Piemonte dispone di una rete di stazioni automatiche teletrasmettenti in tempo *quasi-reale* per il monitoraggio dell'attività sismica, afferenti alla rete sismica regionale per l'Italia Nord-Occidentale (RSNI: *Regional Seismic network of Northwestern Italy*). Nel corso del 2010 sono stati rilevati e localizzati dalla rete 1708 eventi sismici a distanza locale o

regionale, di cui 921 con magnitudo superiore o uguale a 1 (figura 15.11).

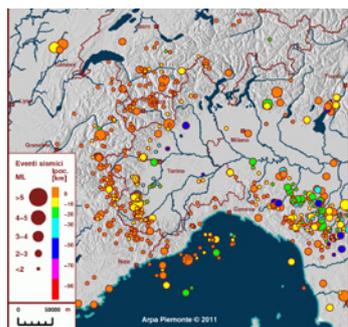
Nelle tabelle 15.1 e 15.2 si riportano le distribuzioni dei terremoti in funzione della distanza dell'epicentro rispetto ai limiti regionali e in funzione rispettivamente della profondità focale e della magnitudo locale.

Vengono inoltre riportati i principali parametri relativi agli eventi con la magnitudo più elevata per ciascun intervallo di distanza degli epicentri dai limiti regionali (tabella 15.3). Si sottolinea che terremoti a grandi distanze e con elevati gap azimutali (angolo formato tra due stazioni con l'epicentro dell'evento nel vertice) sono localizzati con minore accuratezza, in particolare per quanto riguarda la profondità. I telesismi rilevati non sono inclusi nella presente analisi.

**Figura 15.11**

Localizzazione dei sismi

Fonte: Arpa Piemonte



**Tabella 15.1**

Terremoti con magnitudo  $MI \geq 1$  anno 2010

Fonte: Arpa Piemonte

Profondità (km)	Distanza degli epicentri rispetto ai limiti regionali					
	in Piemonte	< 25 km	25-50 km	50-75 km	75-100 km	> 100 km
<10	59	170	67	41	21	104
10-20	243	26	30	11	14	31
20-30	7	3	6	8	12	25
30-40	6	1	1	1	1	9
40-50	0	0	0	1	2	3
50-60	4	0	1	0	0	9
60-70	1	0	0	1	1	1
$\geq 70$	0	0	0	0	0	0
Totale	320	200	105	63	51	182

**Tabella 15.2**

Terremoti con magnitudo  $MI \geq 1$  in funzione della profondità anno 2010

Fonte: Arpa Piemonte

Magnitudo (MI)	Distanza degli epicentri rispetto ai limiti regionali					
	in Piemonte	< 25 km	25-50 km	50-75 km	75-100 km	> 100 km
1 - 2	275	177	92	46	33	66
2 - 3	41	22	10	17	15	91
3 - 4	4	1	3	0	3	19
$\geq 4$	0	0	0	0	0	6
Totale	320	200	105	63	51	182

Sisma con massima magnitudo locale	Distanza degli epicentri rispetto ai limiti regionali					
	in Piemonte	< 25 km	25-50 km	50-75 km	75-100 km	> 100 km
Magnitudo (MI)	3.2	3.2	3.5	2.7	3.6	4.4
Data (UTC)	24/10/2010	15/05/2010	04/07/2010	06/12/2010	11/05/2010	09/11/2010
Ora (UTC)	11:29:41	05:09:43	16:34:55	06:41:25	02:13:44	18:23:40
Profondità (km)	13.9	0.2	4.3	2.5	20.0	30.0
Longitudine (°E)	7.229	7.700	8.182	6.924	9.652	7.005
Latitudine (°N)	44.600	46.144	43.779	46.019	45.832	42.362
Max gap	163	199	194	146	155	262
Municipalità	Sampeyre	-	-	-	San Pellegrino Terme	-
Province	Cuneo	Valais	-	Haute-Savoie	Bergamo	-

**Tabella 15.3**

Principali parametri dei terremoti con le più alte magnitudo anno 2010

Fonte: Arpa Piemonte

### SCIAME SISMICO IN VAL VARAITA

Nel 2010 è stato rilevato un numero particolarmente elevato di terremoti in relazione allo sciame sismico verificatosi nelle Alpi Cozie, in Val Varaita, prevalentemente nel Comune di Sampeyre, concentrato principalmente tra metà ottobre e metà novembre.

Lo sciame sismico è stato caratterizzato da una frequenza particolarmente elevata di eventi con magnitudo generalmente bassa, prevalentemente al di sotto di 1. La rete ha rilevato e localizzato con le ordinarie procedure di sorveglianza sismica 575 terremoti nell'area (487 ad ottobre, 78 a novembre, 10 a dicembre), di cui 2 di magnitudo superiore a 3 e 20 di magnitudo tra 2 e 3. La maggior parte de-

gli epicentri (518) e in particolare quelli più energetici sono stati localizzati nel Comune di Sampeyre (tabella 15.4). La profondità media dei terremoti più energetici ( $MI \geq 2$ ) è di circa 13,5 km +/- 0,5 km.

Una successiva revisione dei segnali sismici registrati nelle stazioni installate in prossimità dell'area ha portato all'individuazione di oltre 3.500 eventi in totale; gli eventi non rilevati dalle procedure ordinarie (ottimizzate per la sorveglianza sismica ai fini di protezione civile) presentano livelli energetici molto bassi, tali da essere difficilmente localizzabili a causa del limitato numero di stazioni che li hanno misurati.

Magnitudo (MI)	Numero di terremoti rilevati	
	Nell'intera area	Nel Comune di Sampeyre
Rilevati da apposita revisione	~ 3000	
$0.1 \leq MI < 1$	385	344
$1 \leq MI < 2$	168	153
$2 \leq MI < 3$	20	19
$3 \leq MI$	2	2

**Tabella 15.4**

Terremoti dello sciame sismico in Val Varaita ottobre-dicembre 2010

Fonte: Arpa Piemonte

## BANCA DATI GEOTECNICA

Sul territorio regionale piemontese si effettuano costantemente campagne di indagini geognostiche a supporto di interventi diretti sul territorio, quali progetti di grandi opere, piani regolatori comunali, studi di fattibilità o attività istruttorie per leggi di competenza regionale.

Al fine di non disperdere e preservare il prezioso patrimonio conoscitivo che ne deriva, Arpa Piemonte provvede alla raccolta, omogeneizzazione e analisi delle informazioni riguardanti la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, delle rocce e degli ammassi rocciosi attraverso la gestione del servizio “Banca Dati Geotecnica”.

La Banca Dati Geotecnica si inserisce come componente specialistica indipendente ma interconnesso con altri moduli all’interno del Sistema Informativo Geologico di Arpa.

È lo strumento creato per acquisire ed elaborare le principali informazioni di carattere geotecnico quali descrizioni stratigrafiche delle perforazioni, classificazione delle terre, analisi di risultato di prove di laboratorio e prove in situ per la determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità, rilievi geostrutturali e di caratterizzazione dell’ammasso roccioso.

Metodo di Perforazione a carotaggio del suolo  
Foto: Arpa Piemonte



Cassetta catalogatrice contenente i campioni estratti da sondaggio  
Foto: Arpa Piemonte

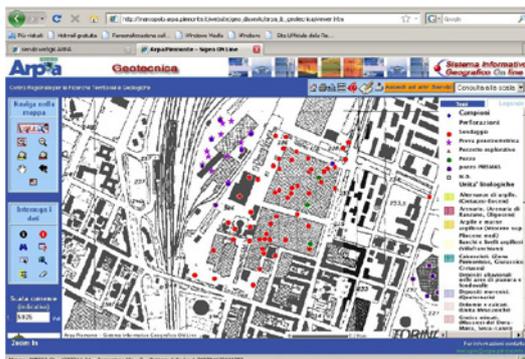


La Banca Dati è strutturata in modo da aggregare e organizzare in maniera logica gerarchica e sistematica il dato tecnico, a diversi livelli di approfondimento, e di rappresentarlo geograficamente sul territorio collocandolo nello spazio rispetto ad un sistema di riferimento in coordinate

metriche (WGS 84/UTM zona 32N, EPSG:32632). I dati raccolti sono costantemente resi pubblici, in maniera controllata e semplificata, attraverso gli strumenti WebGIS, disponibili sul portale istituzionale di Arpa.

**Figura 15.12**

Esempio di visualizzazione e distribuzione spaziale di sondaggi, campioni e altro sul servizio WebGIS di Arpa.  
Fonte: Arpa Piemonte

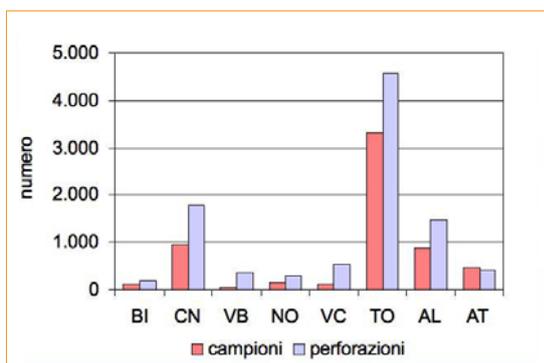


L'utenza è diversificata e comprende i diversi livelli della Pubblica Amministrazione centrale e locale, il mondo dell'imprenditoria e della libera professione, i vari poli accademico - scientifici e di ricerca ambientale.

I fruitori del servizio informativo, secondo specifiche chiavi di ricerca e determinate condizioni di accesso, possono consultare e raccogliere nel dettaglio le informazioni ambientali e i parametri geotecnici principalmente per una

conoscenza preliminare del territorio a supporto di studi a carattere applicativo.

L'archivio Banca Dati Geotecnica contiene attualmente informazioni su oltre 9.500 perforazioni tra sondaggi, pozzi, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e dinamiche e su oltre 6.000 campioni (figura 15.13).



**Figura 15.13**

Dati presenti nella Banca Dati Geotecnica anno 2011

Fonte: Arpa Piemonte

## PROGETTO CARG

Arpa Piemonte è il soggetto che realizza in Piemonte il Progetto di Cartografia Geologica e Geotematica d'Italia alla scala 1:50.000, il programma di aggiornamento della cartografia geologica del territorio italiano, denominato progetto CARG.

Il progetto CARG è coordinato e in gran parte finanziato da Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - e prevede per la copertura dell'intero territorio nazionale la realizzazione di 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000, di cui 104 stampati al marzo 2011. I Fogli geologici alla scala 1:50.000 rappresentano un essenziale strumento di conoscenza su cui basare le politiche di pianificazione territoriale e di mitigazione del rischio idrogeologico; esse inoltre hanno una significativa valenza scientifica e una potenziale valenza economica, come supporto di base per le indagini finalizzate all'attuazione di infrastrutture e alla gestione delle risorse naturali. Le carte geotematiche sono finalizzate ad evidenziare specifici aspetti, quali la pericolosità per instabilità dei versanti, connessa ai movimenti franosi, o le aree colpite da eventi alluvionali.

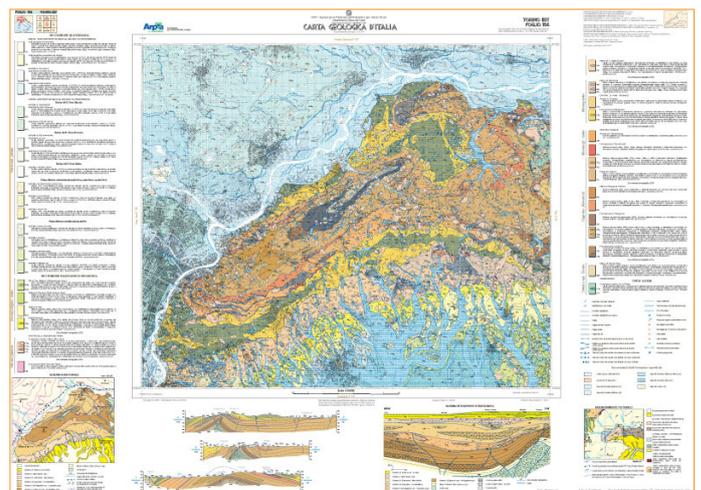
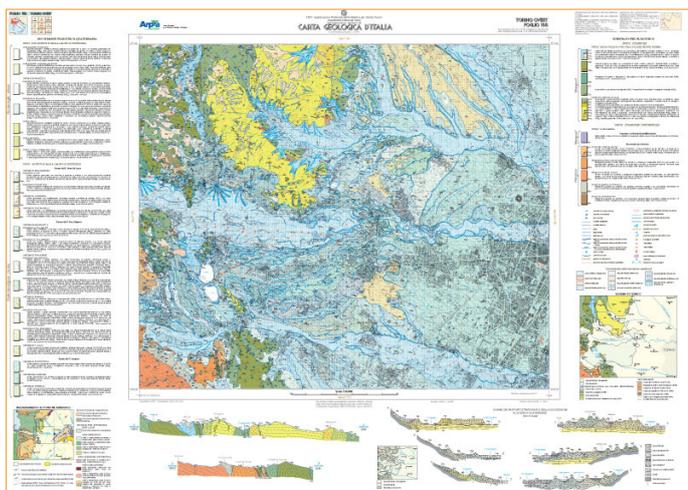
Il Progetto prevede l'esecuzione di una base dati georeferenziata dei caratteri geologici e geologico-strutturali del territorio, derivante da rilevamenti di terreno a scala

1:10.000, integrati con dati bibliografici e analitici e rielaborati in allestimenti cartografici alle scale 1:25.000 e 1:50.000. I fogli stampati sono associati a una memoria specifica (Note Illustrative) e sono realizzati secondo linee guida predisposte e aggiornate da Ispra.

In Piemonte sono stati stampati 5 fogli geologici alla scala 1:50.000 (n° 132-152-153 Bardonecchia, n° 154 Susa, n° 155 Torino Ovest, n° 156 Torino Est, n° 157 Trino), il foglio geotematico alla scala 1:50.000 sulla pericolosità geologica per instabilità dei versanti (n° 211 Dego) e 3 fogli geotematici sui processi di instabilità geologica a seguito dell'evento alluvionale dei giorni 4-6 novembre 1994 (n° 193 Alba, n° 210 Fossano, n° 211 Dego).

Altri 4 fogli geologici alla scala 1:50.000 sono in corso di completamento: il foglio n° 211 Dego è in corso di stampa al momento della redazione del presente rapporto, il foglio n° 196 Cabella Ligure è pronto per la stampa, il foglio n° 194 Acqui Terme è in preparazione per la stampa; l'allestimento alla scala 1:50.000 del foglio n° 171 Cesana Torinese è in elaborazione.

La diffusione dei prodotti si realizza anche attraverso uno specifico Servizio WebGIS di consultazione e di scarico dati sviluppato e gestito direttamente da Arpa Piemonte ([http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco\\_servizi/index.html](http://webgis.arpa.piemonte.it/elenco_servizi/index.html)).

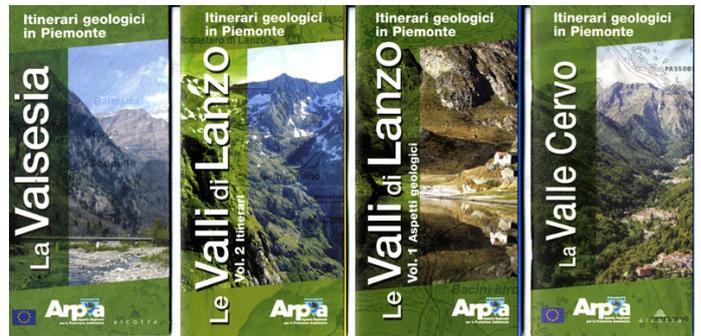


## DIVULGAZIONE

### ITINERARI GEOLOGICI IN PIEMONTE

Le guide geologiche della collana “Itinerari geologici in Piemonte” permettono di comprendere meglio un territorio attraverso la conoscenza della sua struttura geologica e il riconoscimento delle forme del paesaggio e dei processi che hanno portato alla loro formazione; offrono la possibilità di avvicinarsi alle tematiche geologiche e geomorfologiche a coloro che non hanno familiarità con la materia e nel contempo di approfondire aspetti specifici a chi ha già delle conoscenze in tal senso.

Gli itinerari possono essere un supporto per le attività professionali e per la didattica e una base per percorsi di apprendimento e approfondimenti personali.



Le guide sono illustrate con fotografie e schemi e presentano un formato che ne consente un agevole utilizzo sul terreno; sono disponibili la Valsesia, le Valli di Lanzo (in 2 volumi), la Valle Cervo.

### EVENTI NATURALI - CONOSCERE E OSSERVARE IL TERRITORIO

La collana dedicata agli eventi naturali “Conoscere e osservare il territorio” ha la finalità di diffondere informazioni e esperienze per riaffermare l’importanza del territorio come valore da conservare e tutelare e la consapevolezza dei rischi connessi ai fenomeni naturali.

Sono stati finora pubblicati i volumi “Vivere la montagna”, dedicato agli effetti dei processi naturali sull’ambiente montano e la loro interazione con le attività umane, “Non solo in piena. L’acqua e i fiumi protagonisti del territorio”, inteso ad approfondire la conoscenza dei corsi d’acqua, e “Tutti i laghi senza lacune. Ecosistemi, risorse, patrimonio da preservare”. Volumi disponibili sul sito di Arpa Piemonte alla voce pubblicazioni



## PROGETTI EUROPEI

Le attività relative alle conoscenze dei fenomeni naturali e alla riduzione dei rischi che ne derivano sono state sviluppate anche attraverso la partecipazione di Arpa Piemonte ai Programmi di Cooperazione Territoriale tra gli Stati dell'Unione Europea (Alpine Space 2007 - 2013) e ai progetti italo-francesi ALCOTRA (Alpi Latine Cooperazione Transfrontaliera 2007-2013), al Programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Svizzera (Fondi strutturali UE 2007-2013).

Nell'ambito dei programmi di Cooperazione Territoriale Alpine Space 2007 - 2013 il **Progetto Adaptalp** (*Adaptation to Climate Change in the Alpine Space*) ha come obiettivo il miglioramento dell'informazione sulle conseguenze dei cambiamenti climatici e la sperimentazione di metodologie per la mappatura della pericolosità e la valutazione e la gestione del rischio nello Spazio Alpino. Le aree individuate per lo svolgimento delle attività previste sono la Valle Divedro, la Valle Vigezzo e la Valle di Viù. Il **Progetto PermaNET** (*Permafrost long-term monitoring network; www.permanet-alpinespace.eu*) prevede lo studio delle relazioni tra il permafrost in ambiente alpino e le variazioni climatiche, anche attraverso la creazione di una rete di monitoraggio (vedi box 4). Il **Progetto PARAMOUNT** si focalizza sulla valutazione dell'interazione tra i sistemi di trasporto e viabilità e le dinamiche dei processi naturali nelle regioni alpine. In particolare la mitigazione del rischio e della vulnerabilità delle infrastrutture agli estremi meteorici deve essere definita anche in relazione ai possibili scenari di cambiamento climatico in una strategia di riduzione dei danni, indotti da eventi catastrofici tramite misure strutturali (mitigazione) e non strutturali (per annuncio operativo).

Nell'ambito dei progetti ALCOTRA (Alpi Latine Cooperazione Transfrontaliera 2007-2013) Arpa Piemonte partecipa al **Progetto MASSA** (*Medium And Small Size rock fall hazard Assessment*), dedicato all'armonizzazione dei metodi di valutazione della pericolosità per cadute di blocchi e crolli in roccia sulle infrastrutture stradali nelle zone di frontiera italo-franco-svizzera e allo sviluppo di nuovi metodi di monitoraggio geofisico e di modellazione della propagazione per i crolli di volume intermedio. Le attività di Arpa Piemonte nel progetto MASSA riguardano:

- l'applicazione delle metodologie sviluppate nell'ambito del progetto PROVIALP ad alcuni siti-pilota ove saranno applicati metodi analoghi sviluppati da altri partner

al fine di promuovere un confronto

- lo sviluppo di sistemi e tecniche di controllo dell'instabilità dei versanti con particolare attenzione all'analisi e l'interpretazione delle risultanze al fine della comprensione dei meccanismi di innesco ed evoluzione
- l'acquisizione dei dati geologici di base necessari per l'applicazione di modelli di invasione su tre siti-pilota in Piemonte
- l'integrazione delle basi dati geotematiche.

Nel quadro del **Progetto Strategico RISK NAT**, anche esso parte dei progetti ALCOTRA Alpi Latine Cooperazione Transfrontaliera 2007-2013, Arpa Piemonte è il soggetto attuatore di gran parte delle attività tecniche previste a carico della Regione Piemonte (partner ufficiale) relativamente alla creazione del portale di progetto e alle attività di analisi, comprensione e sviluppo di modellistica relative all'instabilità dei versanti e ai processi fluvio-torrentizi.

Il Progetto RISK NAT si propone di rafforzare l'azione dei servizi tecnici - pubblici di protezione contro i rischi naturali verso soluzioni di politiche di sviluppo territoriale impostate sulla sostenibilità, di costituire una piattaforma interregionale di scambio delle esperienze e di valorizzazione delle informazioni, di mettere a punto servizi e metodi innovativi di previsione e mitigazione ad alto contenuto tecnologico, di realizzare degli interventi pilota per arrivare a definire buone pratiche per la gestione dei rischi naturali.

Il **Progetto RISE** (*Réseaux Intégrés de Surveillance sismologique et d'Echange*) consiste nell'aggiornamento strumentale e nel miglioramento del monitoraggio nell'area transfrontaliera italo francese, con l'installazione di stazioni e con nuove procedure per lo scambio di segnali rilevati e dati sismici in tempo reale. L'integrazione delle reti sismiche comporterà un miglioramento delle *performances* del sistema di monitoraggio per ottenere informazioni in tempo reale affidabili ed univoche per i terremoti significativi.

Nell'ambito del programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Svizzera (2007-2013) il **Progetto FLORA** è volto a migliorare l'utilizzo di strumenti per la difesa dalle alluvioni in un'area ad orografia complessa come quella dalle valli alpine italo-svizzere. Ha come obiettivo l'applicazione di nuove tecnologie a supporto dei sistemi di monitoraggio e di allerta per il miglioramento della stima delle precipitazioni a piccola scala spazio temporale, utile alla valutazione delle piene dei bacini montani, in termini di previsione (modelli meteorologici) e di osservazione (radar).

# IL CONTRIBUTO DELL'INTERFEROMETRIA PS-IN SAR™ SATELLITARE NELLA VALUTAZIONE DELLA MOBILITÀ TETTONICA IN PIEMONTE

Nell'ambito dell'approfondimento delle conoscenze geologiche del territorio, particolare interesse è stato rivolto in questi ultimi anni alle risultanze di applicazioni interferometriche satellitari ERS-1, ERS-2 SAR e Radarsat in relazione alla mobilità tettonica del territorio piemontese. Tale sperimentazione ha lo scopo di valutare potenzialità e limiti delle tecniche interferometriche satellitari, di verificarne l'affidabilità delle risultanze e il contributo in studi sulla tettonica attiva.

Le tecniche di interferometria radar satellitare hanno la capacità di identificare piccoli movimenti della superficie terrestre. Differenti metodi di elaborazione interferometrica sono attualmente utilizzati; uno dei più promettenti è il metodo dei *Permanent Scatterers* (PS) proposto da Ferretti et al., 2001 (PS-InSAR™). Questo metodo consiste nel riconoscimento su immagini radar dei satelliti ERS-1, ERS-2 SAR e Radarsat di singoli punti di riferimento (PS) da utilizzare per le misure di deformazione con un'accuratezza molto elevata (la velocità media ottenuta da un PS è di 0,1 mm/anno).

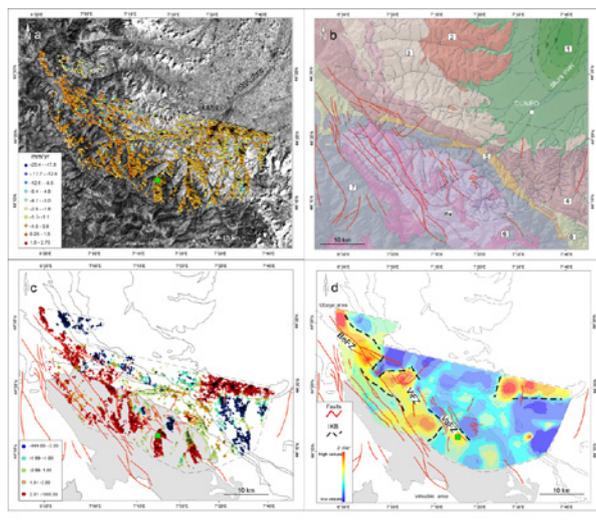
Per questo lavoro sono state elaborate su tutto il territorio piemontese 614 immagini ERS-SAR, nel periodo 1992-2001, e 170 immagini Radarsat-1, nel periodo 2003-2009 relative all'area della provincia di Cuneo e di Torino, immagini che hanno permesso di individuare rispettivamente più di 2.000.000 e 1.800.000 PS.

Questa mole di dati è stata analizzata attraverso tecniche di analisi geostatistiche e di analisi cluster (Hot Spot) che hanno coniugato sia la statistica di tipo tradizionale sia l'informazione spaziale. L'applicazione di tali tecniche è stata rivolta principalmente a definire delle carte isocinematiche da confrontare con l'assetto tettonico del territorio piemontese.

In particolare sono stati analizzati i domini tettonici del Gran Paradiso, dell'Argentera, del Monferrato e dei bacini pliopleistocenici adiacenti (Savigliano e Alessandria), domini in cui l'espressione di una tettonica attiva è manifestata da una bassa o moderata sismicità.

Dal confronto tra le carte cinematiche prodotte e i modelli geologici esistenti in letteratura, si evidenzia una distribuzione di settori in sollevamento e in abbassamento separati da zone di transizione (limiti iso-cinematici) corrispondenti a diverse tipologie di elementi strutturali: i) faglie conosciute o sepolte o non note; ii) settori caratterizzati da effetti flessurali tra aree in subsidenza e in sollevamento, iii) allineamenti di fenomeni gravitativi profondi sui versanti.

In senso più generale, la mobilità crostale superficiale indicata dal dato PS-InSAR, è solo parzialmente congruente con i modelli di evoluzione geologica recente, tuttavia fornisce nuovi vincoli per il miglioramento o la revisione dei modelli geologici disponibili.



**Figura 15.14**

Alpi Marittime

a: distribuzione dei PS ERS-1/2 espressa in mm/anno su immagine satellitare Landsat TM; b: Carta geologica (CNR, 1990); 1: successione Plio-Quaternaria 2: Unità Pennidiche superiori; 3: unità ofiolitiche e oceaniche; 4: unità Pennidiche medie; 5: unità Subbrianzonesi; 6: Massicci cristallini esterni (6a: ortogneiss); 7: unità Elvetico Delfinese; 8: Flysch a Elmintoidi.

Le linee rosse e blu rappresentano rispettivamente le faglie principali e i corsi d'acqua. c: risultati dell'analisi cluster (Hot Spot), i punti rossi e blu rappresentano rispettivamente concentrazioni di valori bassi e alti di velocità dei PS ottenute dall'analisi Hot Spot. d: carta iso-cinematica espressa in aree dei valori bassi (in blu) e alti (in rosso) relativi alle concentrazioni di velocità dei PS ottenute dall'analisi Hot Spot. BeFZ: zona di faglia di Bersezio; ViFZ: zona di faglia di Vinadio; VaFZ: zona di faglia di Valdieri. Le linee nere tratteggiate rappresentano i limiti iso-cinematici.

Il quadrato verde rappresenta il punto di riferimento delle scene analizzate.

# PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

## E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

A cura di. Antonia Impedovo – Regione Piemonte

L'attività di monitoraggio delle procedure relative all'adeguamento dei PRGC piemontesi al PAI è condotta dal 2003 dalla Direzione Regionale Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, dall'Arpa Piemonte e dalla Direzione Programmazione Strategica - Politiche Territoriali - Edilizia, con la collaborazione del CSI Piemonte.

Le procedure di adeguamento dei piani regolatori hanno come finalità la verifica della compatibilità del quadro del dissesto idrogeologico presente su ciascun territorio comunale con le previsioni urbanistiche contenute nel Piano Regolatore vigente, in adeguamento alle disposizioni previste dall'art. 18 delle Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico.

Gli studi finalizzati alla verifica sono condotti da professionisti incaricati delle Amministrazioni comunali e secondo gli standard regionali previsti dalla Circolare PGR n° 7/LAP/96, dalla relativa Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare, e in linea con quanto definito dalla DGR 15 luglio 2002 numero 45-6656 e seguenti, oggi aggiornate con la DGR n° 31-1844 del 7 aprile 2011, pubblicata sul BUR n° 17 del 28 aprile 2011.

I comuni che hanno ad oggi un quadro del dissesto condiviso o che comunque hanno attivato le procedure per l'adeguamento al PAI sono quasi 1.000, infatti solo 215 comuni non hanno attivato alcuna procedura. Le varianti approvate, sia con le procedure della legge regionale 56/77 sia con le procedure della Legge regionale 1/07, sono, al marzo 2011, 609. Tali comuni dispongono dunque di un quadro conoscitivo delle problematiche relative al dissesto e alla pericolosità idrogeologica (rischio di esondazione, frane, valanghe, ecc) di elevato dettaglio.

Per circa 500 dei comuni che dispongono di uno strumento approvato e adeguato al PAI è stata effettuata l'informatizzazione delle perimetrazioni e delle tipologie dei dissesti rilevati, trasmessa all'Autorità di bacino del Po come contributo alla composizione del quadro del dissesto del bacino verificato a livello locale, e disponibile in internet sul sito <http://gis.regione.piemonte.it/disuw/>. L'attività di trasposizione è coordinata dalla Regione Piemonte in collaborazione con Arpa Piemonte.

Tale attività, nel 2010, per carenza di fondi regionali, è

proseguita unicamente per la provincia di Torino che si è autofinanziata.

### CENSIMENTO DELLE AREE PERICOLOSE INDIVIDUATE NEI PRGC

A fronte di un quadro conoscitivo di dettaglio che interessa un numero via via crescente di comuni sul territorio regionale, conseguente all'attività di adeguamento e aggiornamento prevista dal PAI, la Direzione Regionale Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia montana e foreste ha avuto la necessità di integrare la normale attività di trasposizione del quadro del dissesto, con nuovi elementi di acquisizione informatica relativi alle aree di classe IIIB e IIIC contenute, nella Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, elaborato a supporto degli studi di ciascun Piano Regolatore comunale.

Tali aree, secondo quanto indicato al punto 3 dalla Circolare 7/LAP/96, individuano:

- **CLASSE IIIB:** *“Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.....”*
- **CLASSE IIIC:** *“Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla Legge 9/7/1908 n.445.....”*

L'attività, avviata a metà del 2009, attuata dalle Strutture di Prevenzione dei rischi naturali di Arpa Piemonte (oggi Servizi regionali di prevenzione territoriale del rischio geologico) in collaborazione con il CSI Piemonte, è finalizzata alla realizzazione di un ulteriore strumento a supporto delle scelte operative della stessa Direzione per l'individuazione di situazioni di rischio da assoggettare alla realizzazione di opere di messa in sicurezza, pianificazione degli interventi, finanziamenti, provvedimenti cautelari, rilocalizzazioni di edifici in aree a elevato rischio, ecc..

Al momento l'attività ha interessato 65 comuni, nei quali sono state censite un totale di 398 aree in Classe IIIB e 106 aree in Classe IIIC. L'attività però non è proceduta nel 2010 per carenza di fondi regionali.

Per quanto riguarda le *fasce fluviali* nel 2010 sono state avviate attività di revisione dei torrenti Orco, Pellice e Chisone, Orba, Bormida, oltre alle attività legate ai program-

mi di gestione dei sedimenti, che sono in corso per i fiumi Orco, Pellice, Chisone, Stura di Demonte, Maira, Varaita, e al programma operativo sul Po tratto casalese.

Per quanto riguarda le *aree RME* - aree a rischio molto elevato - e alcune aree IIIb individuate nei piani regolatori adeguati al PAI, nel corso del 2010 è stato affidato ad Arpa uno studio, coordinato dal Settore regionale Pianificazione Difesa del suolo - Dighe, volto ad operare una ricognizione

sullo stato di attuazione delle RME, sia in termini di interventi, che di verifica della perimetrazione. Inoltre sono stati condotti approfondimenti su aree campione selezionate, sia RME che IIIb, esame delle azioni intraprese ai fini della mitigazione del rischio, valutazione delle azioni da intraprendere in ordine alle specifiche declinazioni del Piano di protezione civile. Il lavoro è stato presentato nel seminario tenutosi il 3 marzo 2011 i cui atti sono pubblicati sul sito: <http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesasuolo/>.

- Boni G., Parodi A., 2001. *Sintesi pluviometrica regionale: realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi franco-italiane*. Rapporto Finale, Progetto INTERREG II Italia - Francia. Azione 3, 61-80.
- Tiranti D., Rabuffetti D., 2010. *Estimation of rainfall thresholds triggering shallow landslides for an operational warning system implementation*. Landslides 7: 4. 471-481.
- Ferretti A., Prati C. & Rocca F., 2001. *Permanent scatterers in SAR interferometry*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 39, 1: 8-20.