

AGGIORNAMENTO E ADEGUAMENTO DEL
PIANO TERRITORIALE DI
COORDINAMENTO
PROVINCIALE



PROGETTO DEFINITIVO
ELABORATO DS4
GRUPPO DI STUDIO SULLE
DEFORMAZIONI GRAVITATIVE
DI VERSANTE

Variante al PTC I ai sensi dell'art. 10 della legge regionale n. 56/77 e s.m.i., secondo le procedure di cui all'art. 7

Adottata dal Consiglio della Provincia di Torino con deliberazione n. 26817 del 20/07/2010

Approvata dal Consiglio della Regione Piemonte con deliberazione n. 121-29759 del 21/07/2011 e pubblicato sul BUR n. 32 del 11/08/2011

Presidente:
Antonio SAITTA

Coordinatore del progetto e responsabile del procedimento:
Direttore Area territorio, trasporti e protezione civile - Paolo Foietta



D.G.R. n. 70-15074 del 17.03.2005 “Attuazione e aggiornamento del PAI: formazione di un gruppo di lavoro per la definizione di procedure operative per il coordinamento di studi, analisi e piani in materia idraulica e idrogeologica”

GRUPPO DI STUDIO SULLE DEFORMAZIONI GRAVITATIVE DI VERSANTE

ELABORATO DS4

Rapporto Finale

Arpa Piemonte Area delle attività regionali per l'indirizzo e il coordinamento in materia di prevenzione dei rischi naturali

Arpa Piemonte Centro per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Regione Piemonte Direzione Regionale Opere pubbliche, difesa del suolo, economia montana e foreste

Provincia di Torino Area Risorse Idriche e qualità dell'aria - Servizio Difesa del Suolo e attività estrattive

Università di Torino Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali - Dip. Scienze Della Terra

Marzo 2010

SOMMARIO

1. Introduzione	1
1.1 Premessa	1
1.2 Impostazione del lavoro - obiettivi	1
2. Le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV)	2
3. Analisi della documentazione bibliografica	4
3.1 Introduzione	4
3.2 Analisi dell'evoluzione delle conoscenze	4
3.2.1 <i>Analisi delle caratteristiche dei territori oggetto di studio</i>	6
3.2.2 <i>Analisi delle metodologie di indagine applicate</i>	6
4. Il quadro conoscitivo sulle DGPV in Provincia di Torino	8
4.1 Caratterizzazione preliminare del quadro esistente	8
4.2 Analisi dati PSinSAR™	16
4.3 Dati di dettaglio su alcuni casi maggiormente significativi	19
5. strumenti di monitoraggio	23
6. Riflessioni sulla normativa	24
6.1 Considerazioni generali	24
6.2 Il quadro normativo nel bacino padano	25
6.3 La normativa di riferimento per la definizione del quadro della pericolosità e del dissesto a supporto degli strumenti di pianificazione in Regione Piemonte	27
6.4 La normativa di settore ed il nuovo quadro conoscitivo	29
6.4.1 <i>Introduzione</i>	29
6.4.2 <i>Una prima ipotesi di approccio</i>	30
7. Possibili sviluppi	33
8. Glossario	34
9. Riferimenti bibliografici	36
10. Allegati	38

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

In adempimento alla D.G.R. n. 70-15074 del 17.03.2005 "*Attuazione e aggiornamento del PAI: formazione di un gruppo di lavoro per la definizione di procedure operative per il coordinamento di studi, analisi e piani in materia idraulica e idrogeologica*", la Regione Piemonte – Direzione Difesa del Suolo, nel maggio 2005 ha avviato i contatti con l'AIPO, con l'Autorità di Bacino del Po, con le altre Direzioni Regionali, con l'Arpa, con le Province Piemontesi e con le Comunità Montane.

Obiettivo del Gruppo di Lavoro è quello di definire un quadro della conoscenza sistematizzato, da utilizzare a supporto delle scelte di programmazione, finanziamento e pianificazione alla scala territoriale nonché di indirizzo e riferimento a scala locale, con particolare attenzione alle situazioni di rischio.

L'attività svolta nell'ambito del Gruppo di Lavoro costituisce inoltre supporto alle azioni previste dallo Schema di Accordo tra Regione Piemonte, Autorità di Bacino del Po e le Province Piemontesi, di cui alla DGR n.40-2043 del 23.01.06, per l'attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) attraverso i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale.

Nel corso degli incontri finalizzati alla verifica degli studi disponibili nella Provincia di Torino è emersa la necessità di attuare uno specifico approfondimento sul tema delle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV), in considerazione della elevata diffusione e della peculiarità di tali tipologie dissestive.

Queste frane sono caratterizzate da elevata estensione areale e come tali interessano generalmente più ambiti comunali, inquadrandosi quindi come fenomeni per i quali la scala di osservazione del PTCP risulta ottimale. Inoltre, sempre a causa della loro estensione, sono di frequenza sede di infrastrutture lineari (viabilità, metanodotti, fognature, elettrodotti ecc...) e talvolta di interi centri abitati.

Viceversa la normativa vigente, dettata dalle NdA del PAI e dalla normativa regionale, tratta questi processi al pari degli altri fenomeni franosi, demandando alle verifiche comunali la definizione delle loro caratteristiche puntuali, (tipologia, estensione, perimetrazione, volumi, stato di attività e quindi pericolosità).

La diversa scala di osservazione consente di superare il vincolo comunale, di confrontare DGPV sviluppatesi in ambiti territoriali diversi consentendo una più ampia riflessione sulle caratteristiche e dinamiche del fenomeno. La revisione del PTCP rappresenta quindi l'occasione di riflessione e suggerimenti sull'impalcato normativo che regola gli ambiti territoriali interessati da DGPV.

Per le finalità sopra elencate, si è quindi costituito un secondo Gruppo di Lavoro con l'obiettivo di lavorare sul quadro conoscitivo delle DGPV, per costruire una base di conoscenza più affinata e sistematizzata sul tema, da utilizzare (come previsto dalla D.G.R. a cui fa riferimento il gruppo di lavoro), per la definizione della pericolosità, a supporto delle scelte di programmazione, finanziamento e pianificazione alla scala territoriale e di indirizzo.

Oltre ai soggetti già presenti nel gruppo di lavoro istituito con D.G.R. n. 70-15074 del 17.03.2005 questo secondo gruppo di lavoro, specifico sul tema DGPV per la Provincia di Torino, si avvale della partecipazione di rappresentanti dell'Università di Torino, Facoltà di Scienze della Terra.

1.2 Impostazione del lavoro - obiettivi

L'attività condotta dal gruppo di lavoro si è svolta a partire dal mese di maggio 2007 nell'ambito di incontri con cadenza circa mensile. Nella prima fase del lavoro si è scelto di limitare l'ambito d'indagine al territorio della sola Provincia di Torino, al fine di circoscrivere lo studio ad una zona omogenea sia dal punto di vista geografico sia dal punto di vista geologico e geomorfologico. L'attività si è concretizzata sviluppando i seguenti punti:

1. è stata effettuata una ricerca bibliografica, al fine di inquadrare i fenomeni studiati sulla base della letteratura di riferimento;
2. è stata analizzata la base dati derivante dal progetto IFFI, e su questa è stata effettuata un'analisi preliminare. In seguito sono state individuate 15 DGPV ritenute maggiormente "significative" su cui sono disponibili dati di maggior dettaglio, distribuite in modo quanto più omogeneo in diverse valli della Provincia di Torino;
3. sulla base di un'ulteriore ricerca bibliografica è stata fatta una disamina dei principali metodi d'indagine utilizzati per la determinazione delle caratteristiche delle DGPV, del loro stato di attività, e dei loro "limiti" di applicabilità;
4. è stata fatta un'analisi del quadro normativo vigente in Piemonte e in altre regioni interessate da problematiche simili.

2. LE DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE DI VERSANTE (DGPV)

Le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) — l'introduzione del corrispondente termine inglese *deep-seated gravitational slope deformation* (DGSD) viene riconosciuta a Malgot (1977) — sono processi indotti dalla gravità che possono avere un'evoluzione molto lunga ed interessare interi versanti, dislocando volumi di roccia anche di centinaia di migliaia di metri cubi, su aree di diversi chilometri quadri e per profondità di diverse decine, frequentemente centinaia di metri (Dramis e altri, 1985; Soldati, 2004).

In genere, come principali caratteristiche di questi processi vengono indicate: la probabile mancanza di una superficie di rottura ben definita e la presenza, in profondità, di zone che consentono il movimento attraverso un'intensa micro-fratturazione dell'ammasso roccioso oppure tramite deformazioni viscosi (Radbruch-Hall, 1978; Mahr, 1977).

Per "Deformazione Gravitativa Profonda di Versante", tuttavia, viene anche intesa una classe di processi a cui possono essere ricondotti fenomeni gravitativi che hanno sicuramente in comune due degli aspetti prima introdotti, l'imponenza e la lentezza evolutiva, ma che possono differire tra loro sotto l'aspetto dei meccanismi deformativi per il semplice fatto di essersi impostati in contesti morfologici assai differenti.

Pertanto in letteratura, a partire dagli anni '60, è possibile trovare una terminologia abbastanza variegata, in parte anche frutto del periodo "pionieristico" di studio di questi fenomeni, con cui gli autori intendevano richiamare le caratteristiche principali dei casi presi in esame.

Ad ogni modo, i due termini più frequentemente ricorrenti ed ancora attuali per indicare fenomeni gravitativi appartenenti alla 'classe' delle DGPV e con un'accezione che consenta di inquadrarli sotto il profilo dei possibili meccanismi deformativi sono quelli di *sackung* e *lateral spreading*.

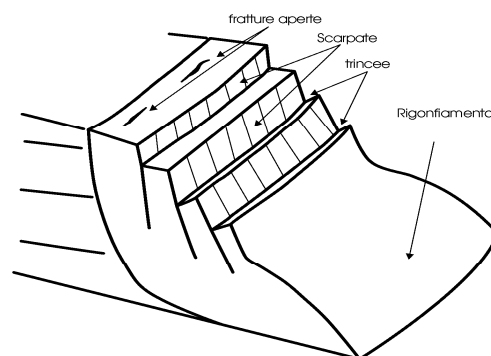


Figura 2-1: rappresentazione schematica di un sackung (Bisci e altri, 1996)

Il sackung (Figura 2-1) può essere descritto come un "insaccamento" in profondità di un

versante con un'adeguata energia del rilievo e costituito da rocce generalmente omogenee, fratturate o stratificate ed a comportamento fragile, dovuto a deformazioni presumibilmente visco-plastiche (Bisci e altri, 1996; Zischinsky,1969). Le tipiche espressioni morfologiche (alcune delle quali schematizzate in Figura 2-2) sono rappresentate da sdoppiamenti di creste, trincee, incisioni e scarpate (spesso in contropendenza, in particolare nella parte inferiore del versante secondo alcuni autori). Le parti medie ed inferiori del versante tendono invece ad assumere una forma convessa a causa di rigonfiamenti ed inarcamenti. Al piede del versante si possono, inoltre, trovare delle fratture suborizzontali.

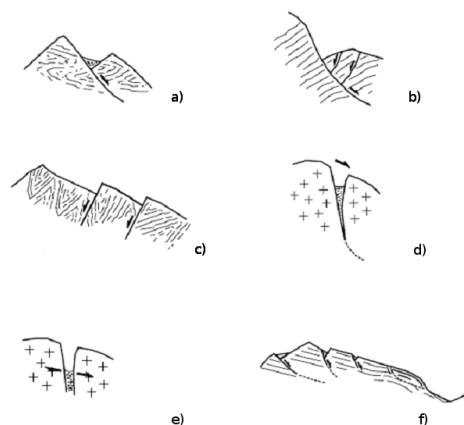


Figura 2-2: alcuni dei più caratteristici elementi morfologici associati alle DGPV: sdoppiamenti di cresta (1a); scarpate (1b); controscarpate (1c); trenches (1d, 1e); rigonfiamenti (1f)

Per quanto il meccanismo di deformazione non sia stato ancora ben definito, si pensa che il comportamento della massa rocciosa in profondità, sottoposta ad un'elevata pressione di confinamento, differisca da quello in superficie. Questo modello viene ritenuto plausibile dalla maggioranza degli autori (si veda, ad esempio, Mahr (1977)). Alle profondità maggiori, verosimilmente in corrispondenza della parte centrale del versante, viene pertanto ipotizzato lo sviluppo di deformazioni viscosi, mentre la formazione di superfici di taglio fragile dovrebbe essere possibile solo in cima ed al piede del versante (Figura 2-3).

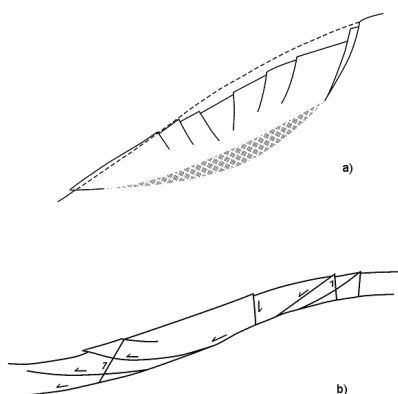


Figura 2-3: sackung: probabili meccanismi deformativi; (a) Sviluppo di deformazioni viscosi in profondità (Mahr,1977); (b) Presenza di una superficie di taglio fragile più o meno ben definita (Savage e Varnes,1987)

Sono comunque stati ipotizzati meccanismi (*lateral spreading*) che invece prevedono la presenza di una superficie di taglio più o meno ben definita (Savage e Varnes, 1987) e che delimita la massa rocciosa da considerare instabile (Figura 2-3b). Il *lateral spreading* consiste in espansioni laterali di

masse rocciose attuate per mezzo di fratture di taglio o di espansione.

Tenendo conto del contesto geologico possono essere distinti due tipi principali di espansioni laterali (Pasuto e Soldati, 1996):

1. Espansioni laterali che interessano formazioni fragili sovrastanti unità duttili, generalmente dovute a deformazioni e cedimenti del materiale sottostante. I movimenti sono prevalentemente orizzontali, lungo fratture tensili o discontinuità tettoniche subverticali. Trincee, depressioni, *graben*, depressioni chiuse simili alle doline di ambiente carsico nelle rocce competenti e rigonfiamenti nei materiali argillosi sono caratteristiche comuni in questo tipo di deformazione. L'eccesso di carico della porzione di roccia sovrastante è generalmente indicato come la causa delle deformazioni che interessano le formazioni sottostanti. Assai caratteristica è l'intrusione delle rocce meno competenti all'interno delle discontinuità delle rocce rigide e fragili sovrastanti conseguente alla loro 'spremitura'. Questa azione meccanica, inoltre, accentua l'espansione dei blocchi di rocce rigide.
2. Espansioni laterali in rocce omogenee (generalmente fragili) senza una definita superficie di taglio, oppure correlabili alla presenza di una zona di flusso viscoplastico basale.

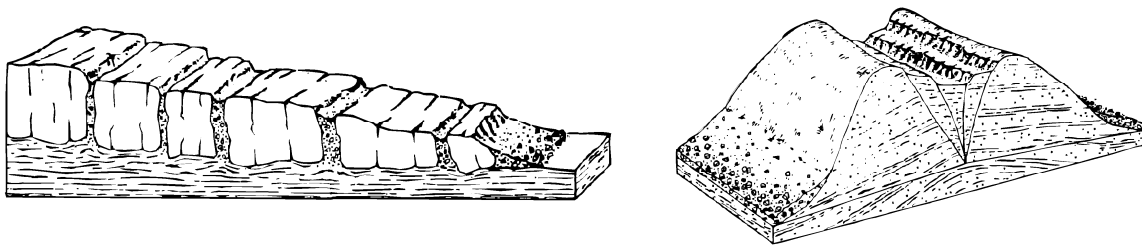


Figura 2-4: i due tipi principali di lateral spread; lateral spread di formazioni fragili sovrastanti unità duttili (a sinistra); lateral spread in rocce omogenee (a destra)

3. ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA

3.1 Introduzione

Al fine di pervenire ad una corretta e quanto più condivisa definizione delle caratteristiche peculiari dei fenomeni di DGPV si è proceduto ad un'attenta ricerca bibliografica, estendendo per quanto possibile alla più ampia casistica di tali fenomeni e privilegiando i lavori più recenti, senza tuttavia trascurare i principali studi condotti già dagli anni '70. Sulla base quindi dei contenuti di una raccolta bibliografica ritenuta essenziale dagli esperti, si è cercato di fornire un compendio sulle terminologie che più frequentemente ricorrono in letteratura: quelle utilizzate per classificare le principali tipologie dei fenomeni e quelle associate agli aspetti morfologici caratteristici.

Quanto riportato nelle pagine successive ha lo scopo di fornire, inoltre, alcuni punti di riferimento nell'ormai vasta tematica delle deformazioni gravitative profonde di versante.

Tutte la bibliografia raccolta è stata schedata al fine di permetterne una facile diffusione, ricerca e consultazione. I documenti sono stati organizzati suddividendo la bibliografia di carattere generale da quella che fa riferimento in modo specifico a tecniche di indagine e/o monitoraggio.

3.2 Analisi dell'evoluzione delle conoscenze

Con riferimento all'arco alpino occidentale, lo studio delle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante definite con i termini inglesi Deep-Seated Gravitational Slope Deformation (DSGSD nel prosieguo) segna nel 1987, con la ricerca di Mortara & Sorzana, un importante momento di approfondimento innovativo per sistematicità ed ampiezza regionale. Il lavoro citato si pone

cronologicamente al termine di un periodo, lungo qualche decennio (1935-1985), che vide il crescente interesse per le DGPV esprimersi attraverso una notevole produzione bibliografica nazionale e internazionale, e trae origine dalle indagini condotte dall'IRPI di Torino per la realizzazione della "Carta dei dissesti" della Regione Piemonte.

Nel lavoro, come in altri afferenti al suddetto periodo (dal Piazz 1936, Forcella 1983; Tosatti 1987), si individuano numerosi casi di DGPV e si adottano criteri di riconoscimento e di differenziazione dalle altre tipologie di frana (dal 1978 in poi frequentemente classificate secondo la sistematizzazione di D. J. Varnes) unicamente sulla scorta di considerazioni morfologiche. A queste DGPV riconosciute vengono associate ed analizzate le caratteristiche geologiche, tettoniche e geometriche dei territori da esse coinvolti con l'intenzione di individuare, per analogia con altri casi studiati da diversi Autori (Radbruck-Hall et.al. 1976; Zichinsky 1966, 1969, Mahr 1977), i principali meccanismi di deformazione (viscoso-plastica, rigida) e di evoluzione dei fenomeni. Nel contempo viene constatato che i casi esaminati potevano corrispondere ai fenomeni tipo *sackung* descritti per la prima volta negli anni '60 da Zichinsky. Il notevole numero di casi studiati (191), nonché la scala regionale del lavoro (arco alpino occidentale), consentiva agli Autori (Mortara & Sorzana, 1987), da un lato di proporre uno schema evolutivo per le DGPV in tre stadi di sviluppo (iniziale, intermedio, evoluto) basato sulle diverse caratteristiche morfologiche e dall'altro di individuare numerose concause predisponenti e/o favorevoli allo sviluppo delle deformazioni stesse.

L'esame della bibliografia, inerente le DGPV prodotta prima degli anni '90, consente quindi già chiaramente di riconoscere i diversi approcci alla tematica sviluppati dagli studiosi e dai professionisti e da modo di riconoscerne le modificazioni e gli arricchimenti intervenuti nel tempo.

La necessità di individuare le DGPV, come fenomeni specifici non riconducibili alla sistematica tradizionale delle frane degli inizi, viene ad essere a mano a mano integrata da approfondimenti di diverso genere sulle interdipendenze tra il contesto tettonico regionale, la condizione strutturale, gli effetti paleoclimatici e climatici e il movimento gravitativo. Questo approfondimento avviene attraverso la ricerca dei fattori predisponenti, dei fattori innescanti e dei fattori di controllo dei movimenti in essere e viene messo in atto con studi di dettaglio eseguiti su singole deformazioni o in localizzati ambiti montani e con studi che privilegiano l'approccio reologico e fisico-meccanico.

L'affinamento degli strumenti informatici a partire dagli anni '90 favorisce un grande impulso all'applicazione della modellazione matematica nello studio delle DGPV e con il passare del tempo avvicina a questi fenomeni studiosi con specializzazioni diverse che con il loro contributo arricchiscono da un lato, ma complicano dall'altro, il quadro conoscitivo relativo alle DGPV. Si assiste così ad una certa dispersione e settorializzazione delle conoscenze e delle informazioni che porta in alcuni casi a qualche confusione persino sull'individuazione tipologica stessa delle DGPV il campo delle quali viene talora ampliato a comprendere fenomeni che secondo la sistematica classica dovrebbero rientrare forse più opportunamente nella categoria delle grandi frane complesse.

Sempre con riferimento all'arco alpino occidentale d'interesse in questo contesto, lo studio delle DGPV segna nel 1999 un altro importante momento di approfondimento, significativo per sistematicità ed ampiezza, con l'avvio dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia che aggiorna e cerca di uniformare il quadro conoscitivo nazionale relativo ai fenomeni franosi comprendendo nella suddivisione tipologica anche le DGPV. L'IFFI assume notevole significato per la definizione che riporta dei fenomeni DGPV, per la ripermimetrazione aggiornata delle stesse DGPV e per il tentativo di raccolta in un unico "contenitore" di tutte le informazioni rintracciabili in letteratura, tramite fotointerpretazione, con rilevamenti sul terreno e tramite dati strumentali. Allo stato attuale il risultato del lavoro, sempre in corso di aggiornamento ed approfondimento, fornisce il quadro conoscitivo più completo e accreditato a livello nazionale per quel che concerne l'individuazione delle singole DGPV e la loro delimitazione, nonché per ciò che riguarda il riconoscimento dell'eventuale presenza, all'interno delle ampie aree in deformazione, di fenomeni franosi tipologicamente diversi.

Nella scelta bibliografica qui commentata si è proceduto alla raccolta e all'esame degli articoli più recenti (1995-2008); sono stati schedati 30 articoli focalizzando l'attenzione su alcuni temi variamente presenti, quali:

- analisi delle caratteristiche dei territori oggetto di studio;
- analisi delle tecnologie di indagine applicate;

E' importante mettere in evidenza che l'insieme degli articoli analizzati sono inseribili in due

categorie: la prima comprende studi realizzati su vaste porzioni di territorio, che comprendono più fenomeni scelti sulla base di diversi criteri (spesso connessi al quadro tettonico di quel preciso settore di territorio). In questo tipo di pubblicazioni i risultati raggiunti assumono rilevanza per i risvolti di "sistema" che sviluppano e per l'adeguatezza che uno studio eseguito su un vasto territorio ha nei confronti della complessità e del grande numero di fattori che intervengono a generare una DGPV. La seconda si riferisce ad articoli monografici espletati su singoli fenomeni che vedono di volta in volta approfondito o dettagliato uno specifico approccio allo studio del fenomeno stesso, a volte sulla base di tecnologie individuate per quella precisa finalità.

3.2.1 Analisi delle caratteristiche dei territori oggetto di studio

L'analisi delle caratteristiche dei territori oggetto di studio in ogni singolo articolo riveste notevole importanza perché consente il confronto e l'osservazione delle analogie e delle diversità tra i vari territori coinvolti in DGPV. E' un fatto che il ventaglio delle litologie coinvolte nelle DGPV risulti piuttosto ampio, così come differenziato appaia il contesto geologico-tettonico nel quale le deformazioni si possono insediare, sebbene le facies scistose, con i Calcescisti in testa e l'ambiente metamorfico siano risultati i più favorevoli allo sviluppo di questi fenomeni. Al di là delle varie attribuzioni geologiche, sicuramente interessante e discriminante è risultata la distinzione tra territori montuosi ad alta energia di rilievo, e i territori a bassa energia di rilievo. Tale distinzione ha consentito di riferire al primo gruppo la stragrande maggioranza degli articoli schedati e di individuare come, nel solo articolo riferibile al secondo gruppo, siano stati oggetto di attenzione anche alcuni fattori antropici quali fattori intervenenti in qualche misura nel processo deformativo.

Inoltre, l'attenzione che i diversi Autori pongono nell'analisi del contesto geologico non riveste un'importanza meramente intrinseca e di informazione ma consente di mettere in evidenza le correlazioni tra l'ambito geologico in cui si opera e la tecnologia più frequentemente usata per l'analisi del quadro deformativo. Indicativo a questo proposito risulta il peso che di volta in volta viene attribuito alla comprensione nel dettaglio dell'assetto strutturale, che in qualche caso si spinge fino all'analisi mineralogica, e che in altri studi viene proposto come un interessante ma non indispensabile corollario.

Eloquente risulta anche l'attenzione con cui viene trattata la copertura quaternaria che in alcuni casi viene completamente trascurata e che in altre situazioni, magari simili dal punto di vista del contesto generale, costituisce la chiave di lettura del quadro deformativo.

Da quanto sopra riportato ne consegue il fatto che lo studio delle DGPV non ha visto, come avvenuto per altri settori delle Scienze, lo svilupparsi di un "modus operandi" più o meno standardizzato e reiterato dal quale partire per aggiungere nuovi tasselli alla conoscenza di questi fenomeni, bensì approcci "in ordine sparso" guidati da condizioni e possibilità contingenti. Questa limitazione emerge con forza proprio nell'ambito dell'analisi del territorio di insediamento delle DGPV ed è in parte connessa proprio alla realtà delle DGPV, fatta di ampi territori montani che necessitano di notevoli risorse per essere investigati, e alla quantità di parametri da analizzare che richiederebbe forse l'apporto contemporaneo di più specializzazioni sia appartenenti alle Scienze della Terra sia ad altre discipline afferenti alle Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.

3.2.2 Analisi delle metodologie di indagine applicate

Nel corso degli studi riguardanti le DGPV, l'analisi delle caratteristiche del territorio che ospita una o più DGPV e le tecnologie d'indagine su di esso applicate sono sempre unite da un legame diretto che vede molto spesso le seconde conseguenza delle prime (primo caso). Malgrado l'apparente incongruenza, non raramente, accade invece il contrario, in particolar modo laddove la tecnologia che si intende applicare è relativamente una "novità" nel campo di studio delle DGPV e di conseguenza la tecnologia, che in tale specifica situazione necessita spesso di test applicativi, determina a priori quali aspetti del territorio possano o debbano essere investigati (secondo caso).

Rientrano nel primo caso, quegli studi per i quali la superficie che si intende investigare è molto ampia (per es. un'intera dorsale montuosa), in questa situazione l'approccio diffusamente utilizzato è quello della fotointerpretazione multitemporale con l'ausilio di fotografie aeree e della fotogrammetria che negli anni più recenti (da metà degli anni '90 ad oggi) sono state affiancate dall'uso dell'interpretazione satellitare. Le caratteristiche che accomunano queste tecnologie sono:

- relativa economicità di risorse e di tempo in rapporto alle ampie superfici analizzate;
- relativa semplicità di esecuzione, sebbene siano tecnologie per le quali la personale esperienza dell'operatore assume un notevole peso proporzionale alla percentuale di soggettività intrinseca dei risultati;
- nessun intervento in campo e semplice strumentazione costituita da: immagini, cartografia e strumentazione di laboratorio con software connessi.

Tali tecnologie consentono di investigare in primo luogo gli aspetti morfologici delle DGPV attraverso i quali, vista l'ampiezza del territorio osservabile, operare confronti e cercare analogie di forma tra i diversi fenomeni deformativi individuati e, in seconda battuta, delineare il quadro tettonico di riferimento a piccola scala, nonché ricostruire le mesostrutture interferenti.

In questo ambito la fotogrammetria costituisce un approfondimento di indagine verso la quantificazione delle forme consentendo di identificare la posizione spaziale di tutti i punti d'interesse dell'oggetto considerato. È una tecnica di rilievo che permette l'acquisizione dei dati metrici di un oggetto (forma e posizione) tramite l'acquisizione e l'analisi di immagini fotografiche a prospettiva centrale. L'analisi fotogrammetrica multitemporale consente di conseguenza di misurare le modificazioni topografiche avvenute nel tempo.

Quando l'ampiezza del territorio investigato, le risorse e le finalità del lavoro lo consentono, alle tecnologie sopra riportate si aggiunge sempre la morfometria di terreno alla quale in sede di analisi si applica la modellazione numerica e l'uso di modelli digitali di elevazione (Digital Elevation Model, DEM nel prosieguo) che vengono arricchiti da ricostruzioni morfostrutturali in 3D e che costituiscono molto frequentemente la base necessaria per il lavoro di analisi interpretativa volto alla definizione del quadro deformativo che si intende proporre. In questi termini l'uso di DEM si presta particolarmente laddove si concentra l'attenzione su di una sola DGPV o su di un settore di versante di relativamente limitate dimensioni.

Recentemente (1992-2001) alle tecnologie adottate per le indagini su ampie porzioni di territorio si è aggiunta l'Interferometria Satellitare (InSAR) con la tecnica PS (PSinSAR) che consente misure morfometriche molto precise e che, basandosi su immagini radar, funziona anche in condizioni atmosferiche avverse, al contrario di tutte le tecnologie che si basano su immagini ottiche precedentemente utilizzate. Questa tecnica richiede in primo luogo la presenza di riflettori significativi (spigoli di edifici, rocce esposte, strutture metalliche ecc...) nell'area da investigare (i Permanent Scatters PS nel prosieguo) e consente di:

- acquisire una serie storica statisticamente rappresentativa di dati puntuali di deformazione del terreno spazialmente distribuiti (anche a scala regionale);
- di ricostruire mappe di velocità di spostamento laddove si tratti di velocità molto basse e di spostamenti limitati (al massimo 5-6 cm/anno), movimenti lenti che peraltro caratterizzano quasi sempre le DGPV.

In considerazione delle limitazioni che la PSinSAR™ presenta e che allo stato attuale risultano ancora difficilmente superabili l'uso di tale tecnologia richiede di individuare preliminarmente le caratteristiche che i territori devono presentare per poter essere analizzati dalla tecnologia stessa, facendo rientrare gli studi e i lavori ad essa afferenti nel secondo caso delineato in apertura di paragrafo. Allo stato attuale i risultati ottenuti con la tecnologia PSinSAR™ vengono sempre più frequentemente incrociati con i riscontri provenienti da rilievi strutturali, modelli numerici bi/tri dimensionali, analisi statistiche.

A volte, gli studi riguardanti ampi settori di territorio interessati da DGPV risultano oggetto di ricostruzione climatica (generalmente dall'epoca glaciale al presente), Per tali ricostruzioni climatica sono usati gli studi palinologici, la dendrocronologia, lo studio degli isotopi naturali, le datazioni con il radiocarbonio, la termoluminescenza (TL), la luminescenza ottica simulata (OSL). Altri aspetti studiati a questa scala sono: l'analisi della successione stratigrafica degli eventi franosi l.s., l'analisi geologica regionale e locale, l'analisi strutturale alla scala di Formazione geologica, lo studio delle evidenze connesse alla neotettonica locale. Nello studio territoriale a piccola scala, anche in considerazione dello sforzo di risorse che tale tipo di indagine richiede, più raramente, interviene la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi, la datazione con il carbonio 14 dei depositi glaciali, l'esecuzione di indagini dirette finalizzata alla raccolta di parametri geomeccanici e alla realizzazione di prove e test in situ. In situazioni del genere spesso però si ricorre ai dati di bibliografia ad integrazione di quelli

raccolti sul terreno.

In generale l'approccio di studio alla singola DGPV o di aree di limitate dimensioni risulta spesso occasione per l'applicazione di tecnologie più specialistiche fra le quali, durante l' "escursus" bibliografico effettuato, hanno di volta in volta attirato l'attenzione:

- la monumentazione di punti di misura GPS misurati con tecnologia che garantisce la precisione subcentrimetrica che hanno consentito di apprezzare direzione e velocità di movimento in vari settori della DGPV;
- l'applicazione della sismica a rifrazione che, tramite la generazione di impulsi prodotti da una massa battente, ha consentito la ricostruzione della superficie di scorrimento basale e la comprensione della storia evoluzione delle DGPV prese in esame;
- l'applicazione di tecniche paleosismologiche unite ad analisi morfometriche che, attraverso le sismiti (tracce di attività paleosismica), hanno consentito valutazioni circa l'età e la cinematica dei movimenti in atto nei fenomeni studiati. E' interessante osservare come tale tecnologia abbia richiesto lo scavo di *trench* artificiali lunghi 200 m e profondi 6-8 m;
- l'uso della datazione isotopica che insieme all'esecuzione di rilievi morfometrici e strutturali di dettaglio nonché di campionamenti mirati ha consentito il riconoscimento del tipo di movimento in atto, della sua origine gravitativa connessa a decompressione glaciale e non a cause tettoniche;

Negli ultimi anni, lo sviluppo e l'applicazione allo studio delle DGPV di tecnologie derivanti dal sistema satellitare, coadiuvate da applicativi informatici sempre più raffinati, hanno dato impulso a studi basati sul raffronto dei risultati derivanti dall'applicazione contemporanea, nell'analisi dello stesso fenomeno, di più tecnologie di questo tipo. Si può quindi, per esempio, leggere di confronti tra dati derivanti da *Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry (DiffSAR)* e dati Electronic distance-meter (EDM) e dati provenienti da misure GPS, o ancora informazioni SAR confrontate con dati derivati da DEM.

4. IL QUADRO CONOSCITIVO SULLE DGPV IN PROVINCIA DI TORINO

4.1 Caratterizzazione preliminare del quadro esistente

Al fine di analizzare il quadro delle DGPV che interessano il territorio della Provincia di Torino sono state utilizzate le informazioni derivanti dal Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), ora confluito all'interno del Sistema Informativo dei Fenomeni franosi in Piemonte (SIFraP). Il progetto è stato sviluppato secondo una metodologia condivisa a livello nazionale e basata sui più recenti criteri di classificazione ed analisi definiti in letteratura. Questo ha permesso di ottenere un quadro del dissesto di versante, esteso su tutto il territorio regionale, con caratteristiche di completezza ed omogeneità tali da costituire un buon quadro di riferimento, utile per ottenere indicatori territoriali a scala regionale o di bacino, e al fine di contribuire, insieme ad altri indicatori, ad una caratterizzazione del territorio alla medesima scala (APAT 2007). Nell'ambito del Progetto, realizzato nel periodo tra il 2000 ed il 2003, sono state raccolte le principali informazioni relative ai dissesti di versante su tutto il territorio regionale; tali informazioni sono oggetto di continuo aggiornamento da parte di Arpa Piemonte. In particolare vengono archiviate all'interno del SIFraP informazioni di maggior dettaglio ed approfondimento inizialmente non contemplate dall'IFFI. Per la caratterizzazione preliminare del quadro esistente si è fatto riferimento ai dati aggiornati al 2005 e reperibili mediante sistema WebGIS sul sito internet di Arpa Piemonte (<http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>). Considerati gli obiettivi del presente lavoro ed i tempi per la sua realizzazione, non si è ritenuto opportuno procedere ad un'ulteriore verifica *ad hoc* delle informazioni già presenti. Sempre al fine di inquadrare i fenomeni di DGPV sono state raccolte ed organizzate ulteriori informazioni, elencate in Tabella 4-1, utili all'analisi ed alla comprensione delle interazioni tra le DGPV ed il territorio in esame.

Tabella 4-1: informazioni di base raccolte per la caratterizzazione di base delle DGPV

Dataset	Proprietario
Modello digitale del terreno 50m	Regione Piemonte
Modello digitale del terreno 10m	Arpa Piemonte
Litologia 1:100.000	Regione Piemonte
Carta Geologica d'Italia 1:100.000	Regione Piemonte
Corine Land Cover 1:100.000	Arpa Piemonte
Banca dati Geotecnica	Arpa Piemonte
Sistema di Monitoraggio	Arpa Piemonte
Dati Rete Sismografica RSNI	Arpa Piemonte
Classificazione Comuni Sismici	Regione Piemonte
Copertura PSinSAR™	Arpa Piemonte
Dati di diversa natura relativi a infrastrutture, opere, centri abitati, viabilità, beni ambientali ecc...	

In Piemonte, sono stati identificati in totale 562 fenomeni classificabili come DGPV, di questi 273 interessano il territorio della Provincia di Torino (vedi Tabella 4-2). Al fine di escludere fenomeni di secondaria importanza sono state analizzate solo le DGPV con superficie superiore a 60'000 m², riducendo così il campione a 255 casi. La scelta di utilizzare tale valore è del tutto arbitraria e non è legata ad alcun significato fisico.

Per tutte le DGPV sono stati ricavati i principali dati morfometrici utilizzando come base il modello digitale di elevazione a maglia 50m della Regione Piemonte. I dati ricavati sono stati analizzati per evidenziare eventuali parametri significativi ai fini della loro caratterizzazione. In particolare sono stati calcolati i seguenti parametri:

- estensione areale;
- quota (minima, massima, media, deviazione standard);
- energia di rilievo (minima, massima, media, deviazione standard);
- pendenza (minima, massima, media, deviazione standard);
- esposizione (minima, massima, media).

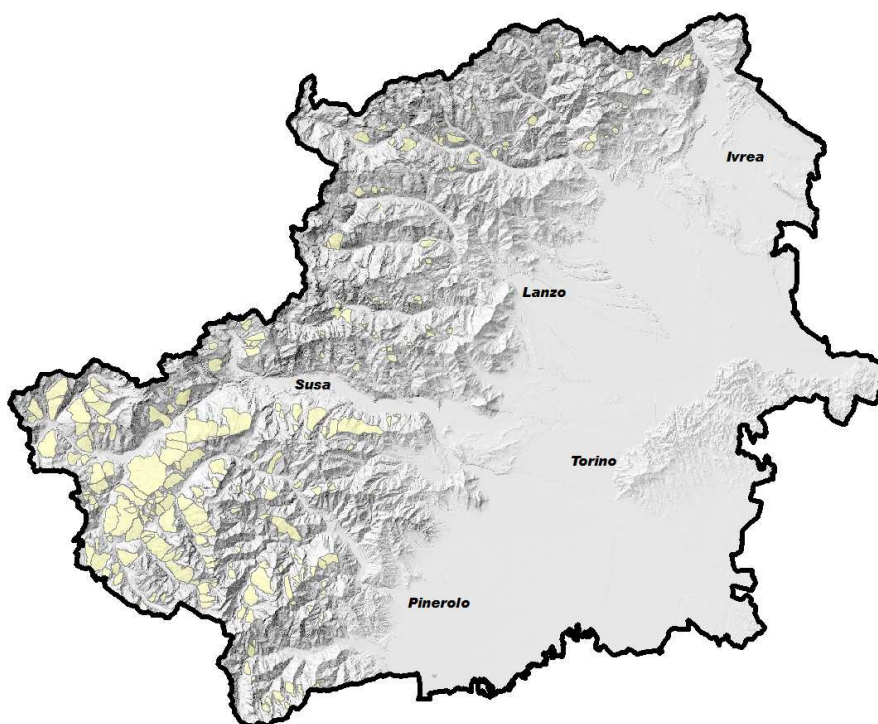


Figura 4-5: distribuzione delle DGPV in Provincia di Torino; dati derivanti dal Progetto IFFI (Arpa Piemonte, 2003)

L'analisi dei dati evidenzia che la Provincia di Torino risulta di gran lunga quella interessata dal maggior numero di DGPV (oltre il 48,5% delle DGPV presenti sull'intero territorio regionale). Anche dal punto di vista areale i valori di superficie interessata da questi fenomeni sono nettamente superiori alle altre province piemontesi. Le deformazioni si presentano particolarmente frequenti lungo la dorsale spartiacque dei bacini della Val di Susa e Val Chisone, dove la percentuale di territorio in DGPV, calcolata rispetto alla sola porzione di bacino montuoso/collinare, raggiunge valori che superano il 15-16%, a differenza degli altri bacini dove questa percentuale non supera mai valori del 5% (Tabella 4-3).

Tabella 4-2: percentuale di territorio regionale in DGPV suddiviso per provincia.

Province	Superfici e totale km ²	DGPV n°	Superficie in DGPV km ²	Superficie montuoso/collinare ¹ km ²	Superficie in DGPV rispetto al totale %	Superficie in DGPV rispetto al territorio montuoso/collinare %
Alessandria	3.562,25	5	2,19	1.809,96	0,06	0,12
Biella	913,83	7	2,31	589,09	0,25	0,39
Cuneo	6.895,99	161	168,55	4.718,86	2,44	3,57
Torino	6.830,21	273	413,85	4.215,92	6,06	9,82
Verbania	2.261,47	80	101,15	2.053,22	4,47	4,93
Vercelli	2.083,05	36	22,73	805,31	1,09	2,82
Asti	1510,46	0	0,00	1024,56	0,00	0,00
Novara	1338,09	0	0,00	229,07	0,00	0,00

¹ Con territorio montuoso/collinare si intende la porzione di territorio con acclività superiore ai 4°

Tabella 4-3: percentuale di territorio regionale in DGPV suddiviso per bacino

Bacino	Superficie del territorio montuoso/collinare del bacino	DGPV n°	Superficie in DGPV km ²	Superficie in DGPV rispetto al territorio montuoso/collinare del bacino
	Km ²			%
CHISONE	580,25	56	90,80	15,6
CHIUSELLA	165,80	5	2,44	1,4
DORA BALTEA	131,71	3	4,06	3,0
DORA RIPARIA	1098,78	97	186,54	16,9
ELVO	8392,70	1	0,21	>0,01
ORCO	705,57	27	22,33	3,1
PELLICE	268,06	22	13,02	4,8
SANGONE	151,02	4	1,11	0,7
STURA DI LANZO	629,86	40	3,18	0,5

I fenomeni rilevati hanno un'estensione generalmente elevata, che in alcuni casi supera i 20 Km² (come nel caso della deformazione di Sauze d'Oulx), ma presentano un massimo di frequenza (circa 150 casi) per estensioni comprese tra 0,5 e 1 km². Dal punto di vista altimetrico si distribuiscono tra i 375m, raggiunti dalla parte distale della DGPV presente in Comune di Vaie (Val Susa), smentendo in parte l'idea che si tratti di fenomeni caratteristici solo di ambienti di alta montagna, ed i 3160m della sommità della DGPV di P.ta 3 merli (Val Thuras). Le quote medie, invece, sono distribuite tra i 600 m ed i 2900 m, con un valore medio che si attesta intorno ai 1900-2000 m (Figura 4-6a).

Per quanto riguarda l'energia di rilievo, considerata da diversi autori un fattore fondamentale per l'evoluzione delle DGPV, il grafico di Figura 4-6b evidenzia come il dislivello tra la parte sommitale e quella distale della deformazione abbia un campo di variazione molto ampio, da circa 200 m fino ad oltre 1800 m, con una moda (oltre 20 casi) intorno ai 500 m.

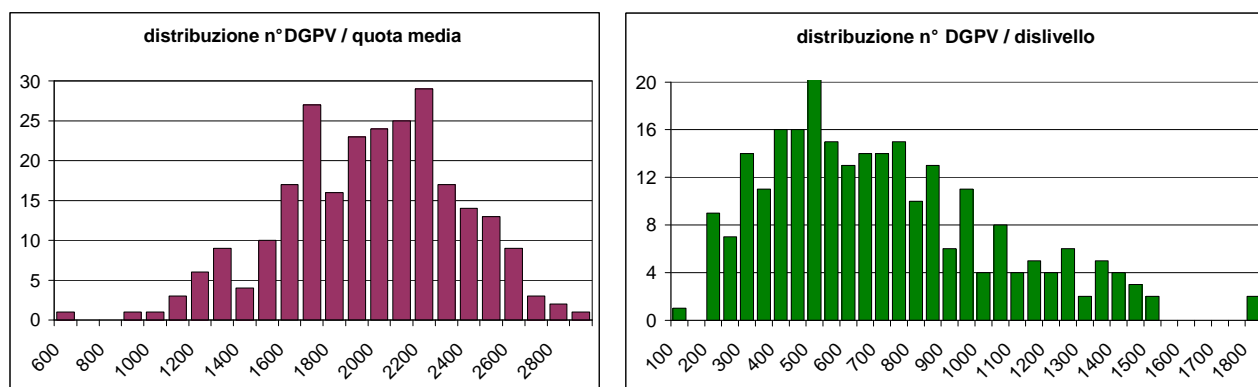


Figura 4-6: distribuzione altimetrica delle DGPV per classi di quota media (a sinistra); distribuzione del dislivello tra parte sommitale e parte distale per classi di dislivello (a destra)

I fenomeni di deformazione interessano in varia misura tutte le unità litologico-strutturali presenti nella Provincia di Torino², come messo in luce dal grafico di Figura 4-7. E' evidente una netta preponderanza di casi all'interno dell'Unità dei Calcescisti della Zona Piemontese, sia dal punto di vista puramente numerico (117 casi su 255, corrispondente a circa il 45%), sia dal punto di vista areale (con un'area totale di 268 Km² in DGPV impostate all'interno di quest'unità, corrispondente circa al

² Si è fatto riferimento alle classi litologiche identificate dal dataset della Carta Litologica della Regione Piemonte - Scala 1:100.000

66%). Il dato più significativo è legato però all'indice di franosità, cioè il rapporto tra l'area in deformazione e la superficie di territorio appartenente ad una determinata classe litologica. A fronte di un indice di franosità che si attesta su valori che variano dall'1% al 6% per le altre unità, nei calcescisti questo valore supera il 27%. Mortara & Sorzana (1987), basandosi sulla precedente *Carta dei Dissesti della Regione Piemonte - Scala 1:100.000* - realizzata negli anni '80, riportano per l'*Unità dei Calcescisti della Zona Piemontese* un valore pari al 7%, calcolato però sull'intero territorio piemontese.

Non trascurabile, comunque, la presenza di deformazioni all'interno delle altre unità (*Serpentiniti della zona Piemontese, Gneiss Minuti dei Massicci del Dora Maira e del Sesia Lanzo, e Gneiss Occhiadini dei massicci del Monte Rosa e Gran Paradiso*), ad esclusione delle *Dolomie e Calcari delle Unità mesozoiche*, in cui la presenza di fenomeni di deformazione è pressoché nulla.

Tabella 4-4: tabella riassuntiva dell'indice di franosità per le DGPV suddiviso per unità litologica.

Litologia	DGPV	Area DGPV	Area totale Unità litologica	area DGPV/ Area totale Unità litologica
	n°	Km ²	Km ²	%
Serpentiniti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	53	37	768,77	4,81
Calcescisti. (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	117	268	978,10	27,40
Dolomie e calcari. (Unità Mesozoiche)	2	1	90,77	1,10
Gneiss minuti. (Massicci del Dora-Maira, Sesia-Lanzo)	53	72	1102,26	6,53
Gneiss occhiadini. (Massicci Monte Rosa e Val d`Ossola)	30	35	712,49	4,91

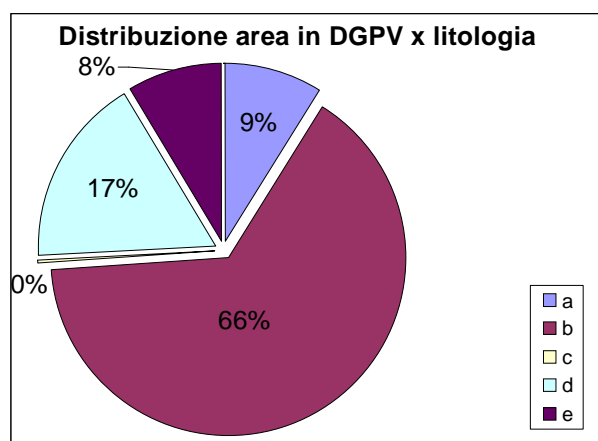
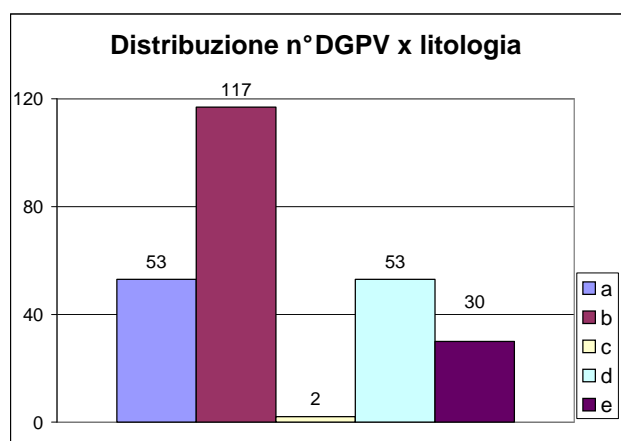


Figura 4-7: numero di DGPV suddivise per litologia (a sinistra); area in DGPV suddivisa per litologia (a destra), legenda a) Serpentiniti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo), b) Calcescisti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo), c) Dolomie e calcari (Unità Mesozoiche), d) Gneiss minuti. (Massicci del Dora-Maira, Sesia-Lanzo), e) Gneiss occhiadini. (Massicci Monte Rosa e Val d`Ossola)

Forlati et al. (1987), partendo dall'esame delle informazioni raccolte negli archivi del Sistema Informativo Geologico della Regione Piemonte, hanno analizzato 152 casi di movimenti franosi originatisi in settori di versante coinvolti da DGPV, associandoli ad ambiti litologici con diverso comportamento "globale" dell'ammasso roccioso. A tal fine hanno raggruppato le classi litologiche della *Carta Litologica della Regione Piemonte - Scala 1:100.000* (la stessa qui presa in considerazione)

in due classi: una caratterizzata da comportamento tendenzialmente "fragile", contrapposta ad una con comportamento tendenzialmente "duttile" e verificando l'esistenza, per le due classi proposte, di fenomeni caratterizzati da diversi "stili deformativi", a cui corrispondono diverse evidenze morfologiche e diverso comportamento (Figura 4-8). Si è provato ad analizzare il nuovo quadro di riferimento (limitato alla Provincia di Torino), secondo la suddivisione proposta da Forlati et al. Ovviamente, in questa prima fase è possibile confrontare unicamente i dati relativi alle caratteristiche morfometriche, lasciando ad un'analisi più approfondita, e limitata ad un minor numero di casi, le considerazioni di tipo morfologico ed evolutivo. Il dato di maggior spicco è quello relativo all'acclività media dei versanti (Tabella 4-5), con valori che vanno da circa 25° per i litotipi con comportamento *duttile* ai quasi 29° per quelli con comportamento *fragile*. Questa significativa differenza nel valore dell'angolo di attrito equivalente è da attribuire alla presenza di materiali con caratteristiche geotecniche e geomeccaniche più scadenti nelle Unità dei Calcescisti con Pietre Verdi e negli Gneiss Minuti (che si traduce in una maggiore elongazione delle masse in deformazione), contrapposta ad una maggiore resistenza dell'ammasso roccioso per le altre Unità litologiche.

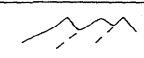
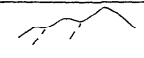

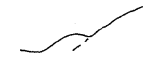
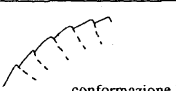
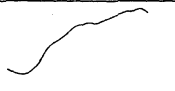
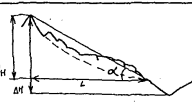
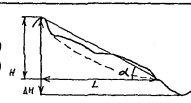
	Comportamento "FRAGILE"	Comportamento "DUTTILE"
Tratti morfologici	Marcati	Meno marcati ed evidenti
Parte sommitale del versante	doppie creste 	doppie creste 
	contropendenze 	contropendenze 
Parte mediana e medio-inferiore del versante	 conformazione locale ad elevata inarcatura	 generale rigonfiamento
Fenomeni e manifestazioni collaterali	Campo <i>detritico</i> a grossi blocchi e porzioni lapidee sia nella parte sommitale del versante, sia nella parte medio-inferiore in settori a non elevata pendenza ed in assenza di pareti rocciose da cui possano essere generati i detriti. Coesistenza di volumetrie spesso molto differenziate. Crolli anche di singoli massi localizzati al piede ed al limite del tratto inferiore della zona inarcata.	Campo <i>detritico</i> a grossi blocchi assente; talora presenza di pietraie estese pur in assenza di pareti rocciose da cui normalmente si originano. Disarticolazione dell'ammasso roccioso. Talora presenza di crolli in corrispondenza delle testate delle incisioni che intersecano la parte medio-inferiore del versante.
Risposta dell'ammasso roccioso agli sforzi	Probabile pronunciato e rapido decadimento della resistenza, una volta superate le condizioni di picco	Probabile lento e continuo decadimento della resistenza nel tempo.
Movimenti franosi originatisi nei settori medio-inferiori di versanti coinvolti da DGPV: geometria	h: 515 m (150-800) Δh: 740 m (300-1500) L: 990 m (308-1770 m) α: 28° (11-45) 	h: 680 m (150-1600) Δh: 870 m (150-1865) L: 1630 m (392-4000) α: 23° (12-37) 
Movimenti franosi originatisi nei settori medio-inferiori di versanti coinvolti da DGPV: stadio evolutivo	Attive: 5 % Quiescenti: 95 %	Attive: 42 % Quiescenti: 58 %

Figura 4-8: principali caratteristiche delle DGPV suddivise per tipologia di comportamento geomeccanico (da Forlati et. al., 1987)

Tabella 4-5: principali dati morfometrici delle aree interessate da DGPV suddivise per unità litologica, valori medi; a) e b) litotipi riconducibili a comportamento di tipo duttile; c), d), e) litotipi riconducibili a comportamento di tipo fragile

Unità litologica	Quota media (m)	Energia di rilievo media (m)	Pendenza media (°)
a) Calcescisti. (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	2090	761.30	24.6
b) Gneiss minuti. (Massicci del Dora-Maira, Sesia-Lanzo)	1651	691.87	26.8
c) Serpentiniti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	1850	470.14	27.0
d) Dolomie e calcari. (Unità Mesozoiche)	2128	582.65	28.6
e) Gneiss occhiadini. (Massicci Monte Rosa e Val d'Ossola)	1790	649.77	30.7

Le zone interessate da deformazione dell'ammasso roccioso presentano, in genere, una maggior predisposizione alla formazione di dissesti di altra tipologia. In particolare la forte fratturazione dell'ammasso roccioso può portare ad una maggior propensione allo sviluppo di fenomeni di crollo, mentre, come indicato anche da Mortara e Sorzana (1987), gli stadi evoluti di deformazione sono spesso associati alla presenza di grandi frane che si sviluppano secondo meccanismo di tipo complesso. Inoltre, la presenza di grandi quantità di materiale detritico in prossimità degli alvei, generato dalle deformazioni o da fenomeni ad esso associati, è sicuramente un fattore predisponente per lo sviluppo di colate detritiche. Risulta tuttavia molto difficile quantificare numericamente quanto la presenza delle deformazioni influisca sulla possibilità che si inneschino fenomeni di altra natura; è comunque interesse analizzare quali fenomeni si trovano più spesso associati alle deformazioni. Dalla Figura 4-9 risulta evidente una preponderanza di fenomeni di tipo complesso o di scivolamento roto-traslativo nelle unità classificate in precedenza come a comportamento "duttile", contrapposta ad una maggior presenza di fenomeni di crollo per le Unità litologiche definite come "fragili". Anche in questo caso emerge che la componente litologica ha una forte influenza sulla tipologia di dissesti associati.

Tabella 4-6: principali fenomeni associati alle aree interessate da DGPV suddivisi per unità litologica. a) e b) litotipi riconducibili a comportamento di tipo duttile; c), d), e) litotipi riconducibili a comportamento di tipo fragile

Unità litologica	Fenomeni associati (n°)	Densità fenomeni associati (n°/km²)
a) Calcescisti. (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	549	2,049
b) Gneiss minuti. (Massicci del Dora-Maira, Sesia-Lanzo)	59	0,819
c) Serpentiniti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)	72	1,946
d) Dolomie e calcari. (Unità Mesozoiche)	2	-----
e) Gneiss occhiadini. (Massicci Monte Rosa e Val d`Ossola)	45	1,286

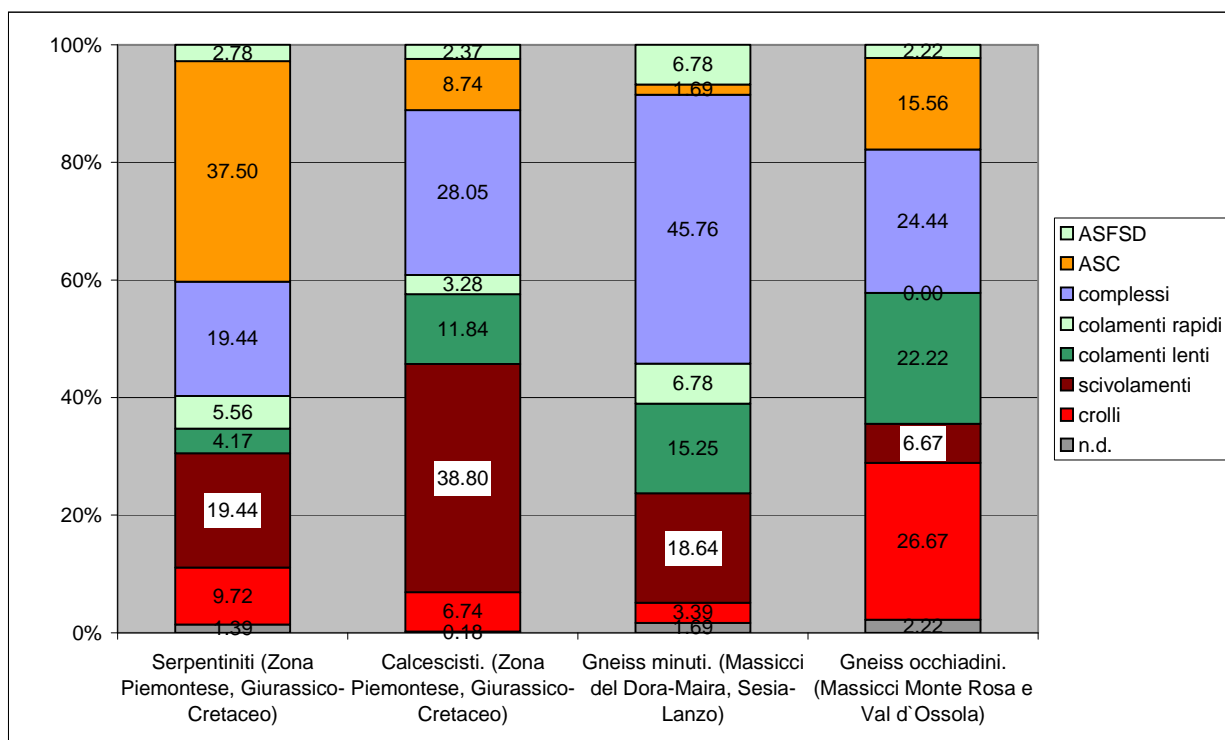


Figura 4-9: principali tipologie di frane associate alle aree interessate da DGPV, suddivise per unità litologica. Il valore indicato all'interno del grafico rappresenta la presenza (in percentuale) di ogni specifica tipologia rispetto al totale, suddivise per litologia. In legenda si intende per ASFSD aree soggette a frane superficiali diffuse e per ASC aree soggette a crolli (APAT, 2007)

È infine da evidenziare come, sebbene le DGPV si sviluppino prevalentemente in aree di alta montagna, l'interferenza con le opere antropiche non è trascurabile. Utilizzando i dati derivanti dalla Carta Tecnica Regionale - scala 1:10'000 - (aggiornata al periodo 1991-1995), si può ricavare una prima stima degli elementi a rischio per fenomeni di DGPV. Per quanto riguarda la viabilità, questa risulta interessata per oltre 515 Km, di cui circa 11 Km sono autostrade, 73 Km strade statali o provinciali e 7,8 Km di ferrovie. I restanti 422 Km sono riferibili a strade di altro tipo (comunali, interpoderali, ecc...). Anche per quanto riguarda le altre infrastrutture lineari i valori di beni esposti non sono trascurabili, con oltre 125 Km di condotte per acque potabili e 48 km di elettrodotti. In Tabella 4-7 sono riportate nel dettaglio le infrastrutture lineari su cui è stato possibile reperire informazioni.

Tabella 4-7: infrastrutture di tipo lineare che insistono su aree interessate da DGPV

	Tipo	Lunghezza (Km)
Viabilità	Autostrada	11,1
	Statale	21,2
	Provinciale	52,3
	Altre strade	422,8
	Ferrovie	7,8
Impianti a fune	Linee di trasporto a cavo	93,7
	Tratta di teleferica per materiali	1,4
Acquedotto	Condotte di rete	21,5
	Condotte di impianti di acquedotto	105,4
Elettrodotti	Elettrodotti	48,9

Per quanto riguarda il numero degli insediamenti abitativi la Figura 4-10 (a sinistra) evidenzia come, sebbene sulla maggioranza delle DGPV non insistano edifici (121 casi), anche in questo caso la presenza di elementi di natura antropica non è trascurabile. In particolare per 134 casi di DGPV (corrispondenti ad oltre il 52% del totale) è presente una qualche forma di insediamento antropico. Valutando la superficie degli edificati e non il puro dato numerico si è stimata una superficie interessata pari a 55 Km². In questo caso è necessario ricordare che tale valore è relativo alla superficie occupata dai soli edifici, escludendo qualsiasi altro tipo di infrastruttura. La distribuzione delle aree edificate rispetto alle DGPV è riportata in Figura 4-10b.

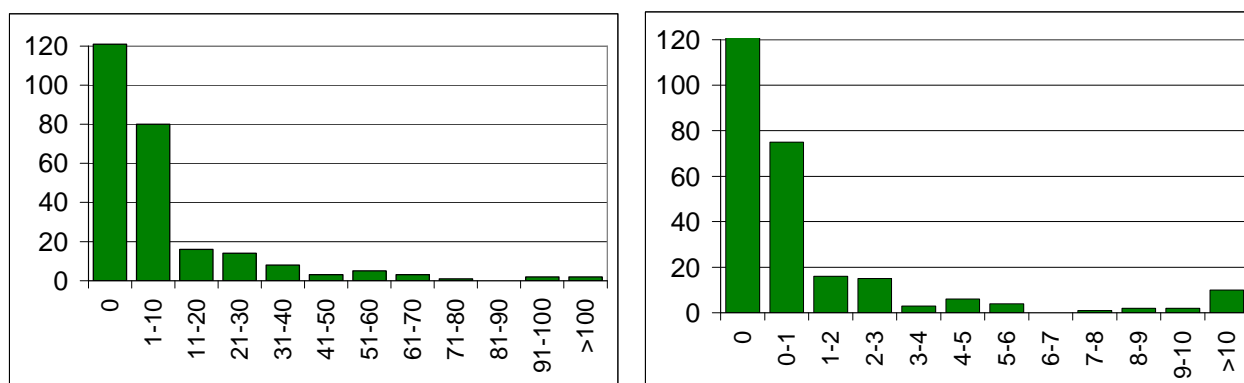


Figura 4-10: il grafico di sinistra riporta, in ordinate, il numero di DGPV in base al numero di nuclei abitati che insistono su di esse (in ascisse); a destra è riportata la stessa statistica ma per superficie edificata, i valori delle ascisse sono espressi in ettari (dati derivati dalle CTR 1991)

Inoltre, è importante ricordare la presenza, in aree interessate da fenomeni di deformazione, di opere di elevato interesse sociale e ad elevata vulnerabilità; basti ricordare le dighe di Rochemolles e di Ceresole (di competenza Nazionale) o le diverse opere realizzate per le olimpiadi invernali del 2006, prima tra tutte la pista di bob di Cesana - San Sicario.

Come già accennato in precedenza le statistiche fanno riferimento ai dati derivati dalle CTR, aggiornate agli anni 1991-1995. Le precedenti valutazioni sono pertanto sicuramente sottostimate, anche in luce della notevole quantità di opere ed edifici realizzati nell'ultimo decennio in ambito montano, anche a seguito dell'evento olimpico del 2006.

4.2 Analisi dati PSinSAR™

Nel 2006 il Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di Arpa Piemonte ha finanziato un'indagine che ha comportato l'acquisizione della copertura dei dati interferometrici ottenuti tramite tecnica dei *Permanent Scatterers* (PSinSAR™) per l'intero territorio regionale. La tecnica permette di valutare con alta precisione fenomeni di deformazione della superficie terrestre o di manufatti (legati a frane, subsidenze, deformazioni di edifici ecc...). I dati PS oggi disponibili si riferiscono all'intervallo di tempo compreso tra gli anni 1992 e 2001 e provengono dalle piattaforme satellitari ERS1 e ERS2 dell'Agenzia Spaziale Europea.

I PS sono tipicamente parti di edifici, strutture metalliche, rocce esposte, in generale elementi già presenti al suolo, le cui caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente di acquisizione in acquisizione; questo non accade invece alla vegetazione, il cui aspetto muta di continuo.

Si può immaginare la griglia dei PS come una sorta di rete di stazioni GPS (*Global Positioning System*) "naturali" per il monitoraggio di vaste aree di interesse, con una frequenza di aggiornamento del dato mensile e con una densità spaziale di punti di misura estremamente elevata (in aree urbane fino a 100-400 PS/km²).

La tecnica PSinSAR™ consente di valutare solo variazioni di distanza sensore-bersaglio pari ad una frazione della lunghezza d'onda del sensore (5,66 cm per i satelliti ESA-ERS). Per i satelliti ESA-ERS è teoricamente possibile misurare 1 cm di spostamento tra due acquisizioni successive e che, nell'ipotesi di campionamento regolare (cioè ogni 35 giorni), in un anno (10 acquisizioni) si possono

rilevare spostamenti di 10 cm al più.

I valori tipici delle precisioni ottenibili con analisi locali (<2 km²) per dati ESA-ERS con più di 4-5 acquisizioni/anno sono riportati in Tabella 4-8, dove è possibile apprezzare la notevole precisione della tecnica soprattutto nella stima della velocità di spostamento lungo la congiungente sensore-bersaglio a terra (indicata generalmente con l'acronimo LOS).

Tabella 4-8: valori tipici di precisione per le diverse grandezze misurate mediante analisi locale con tecnica PSinSAR™. Per analisi su ampie porzioni di territorio questi valori risultano generalmente superiori

Grandezza	Precisione
Velocità di spostamento lungo la linea di vista del sensore (circa 23 gradi)	< 0.3 mm/anno
Stima dello spostamento (su ogni singola misura)	< 5mm
Coordinate planimetriche (Nord/Est)	< 5m
Elevazione dei punti di misura	< 2m

I principali vantaggi e i limiti di tale tecnica possono così essere riassunti.

Vantaggi: presenza di un archivio storico (dal 1992 al 2001), da cui la possibilità di indagini su fenomeni passati; misure differenziali, con accuratezza elevata; elevata densità spaziale di bersagli radar (in area urbana fino a ~400 PS/km²), già presenti sul territorio; abbattimento dei costi e dei tempi di indagine per la zonazione del territorio, su larga scala; integrabilità in ambiente GIS; applicazioni sinergiche con altre tecniche di rilevamento; accuratezza delle misure in direzione verticale superiore rispetto alla tecnica GPS; monitoraggio di vaste aree di territorio con la frequenza del dato (35 giorni); possibilità di integrare più geometrie di acquisizione.

Limiti: non possono essere monitorati senza informazioni "a priori" i moti rapidi (superiori a 1 cm ogni due acquisizioni successive); assenza di misure in aree senza bersagli radar; difficile previsione della posizione dei PS in aree non urbanizzate; necessaria un'elaborazione minima di 25-30 immagini radar; carico computazionale elevato; misure unidimensionali relative allo spostamento sensore-bersaglio lungo la linea di vista congiungente.

Viste le peculiarità delle DGPV (modeste velocità di movimento, elevata estensione areale) la tecnica di analisi PSinSAR™ ha caratteristiche tali da trovare una buona applicabilità nello studio di questi fenomeni, anche se il generale il basso grado di antropizzazione dell'ambiente montano e la diffusa vegetazione che caratterizza i versanti può limitare fortemente la presenza di *Permanent Scatters*. Ulteriori limitazioni sono legate alla capacità di apprezzare deformazioni unicamente lungo la direzione di vista del satellite (cioè approssimativamente lungo la verticale); è inoltre importante ricordare che la tecnica PSinSAR™, come nel caso del monitoraggio GPS, è indicativa unicamente di movimenti superficiali, e ovviamente non da indicazioni su come si distribuisce l'entità del movimento in profondità. I valori di movimento misurati sono relativi rispetto ad un punto di riferimento (*reference point*), unico all'interno della scena analizzata, e la precisione delle misure diminuisce tanto più ci si allontana da tale punto. Inoltre, la precisione è funzione anche della densità di PS presenti: nel caso diminuisca la densità di PS presenti si ha una minore precisione delle misure.

I dati PS rappresentano quindi un'importante informazione per l'analisi delle DGPV, ma, per giungere ad una corretta interpretazione del dato interferometrico è necessario un'accurata analisi, che valuti criticamente le numerose variabili presenti. L'esame dei dati PS fatta nel seguito prende in considerazione l'intero *dataset* disponibile: proprio per la natura territorialmente estesa del lavoro i risultati ottenuti sono da intendersi unicamente come informazioni di carattere statistico e preliminare. Considerazioni "geologicamente" più fondate, possono essere invece fatte in seguito ad un adeguato studio di approfondimento su singoli fenomeni.

I dati interferometrici sono stati elaborati da Tele Rilevamento Europa (TRE) mediante un approccio di tipo "standard" (SPSA - *Standard PS Analysis*), che permette l'analisi su ampie porzioni di

territorio. TRE ha sviluppato inoltre, una tecnica, specifica per analisi approfondite su porzioni di territorio limitate (Modalità "Advanced"), che permette di ottenere una maggior densità di informazione.

Il dato interferometrico è stato ricavato sulla base di immagini SAR delle missioni ERS1 ed ERS2, su orbite sia ascendenti sia discendenti. Le analisi hanno prodotto tre tipologie di *dataset*, due di questi derivanti dall'analisi dell'intero archivio interferometrico disponibile (*dataset FULL*), rispettivamente su orbita ascendente e discendente. Al fine di limitare l'effetto di perdita del dato legato alle presenza di copertura nevosa durante i mesi invernali, per il *dataset* discendente è stata fornita un'analisi "filtrata", che prende in considerazione solo le immagini nel periodo compreso tra aprile e novembre (*dataset SUMMER*). L'analisi estiva risulta generalmente più ricca di informazioni ma fornisce un dato caratterizzato da maggior incertezza a causa del minor numero di immagini analizzate.

In totale l'analisi fornita da TRE ha individuato sul Piemonte oltre 2 milioni di punti PS, suddivisi in 118 *dataset*. La porzione montana della Provincia da Torino risulta coperta dai *dataset* riportati in Tabella 4-9, con una densità media che varia da 9 a 100 PS/km².

Tabella 4-9: riepilogo dei PS per i dataset disponibili per il territorio montano della Provincia di Torino

		FULL		SUMMER	
		PS	Densità	PS	densità
		n°	PS/km ²	n°	PS/km ²
Discendente	Biella	183'397	95	172'042	90
	Locana	34'670	34	86'493	85
	Pinerolo	126'404	48		
	Pragelato	9'030	9	19'254	19
	Susa	7'460	23	14'382	44
	Torino	293'219	104		
Ascenden	Fenestrell	26'634	12		
	Ivrea	27'753	22		
	Locana	10'174	15		

Relativamente alle aree interessate da fenomeni di DGPV, la distribuzione del numero di PS, è evidenziata in Figura 4-11: nella maggior parte dei casi (213) sono presenti meno di 20 PS, i rimanenti casi hanno un numero di PS crescenti fino ad arrivare ad un massimo di 4 casi con più di 250 PS. Dal punto di vista della densità dell'informazione i valori si muovono dall'assenza di dato interferometrico, fino ad una densità di circa 0,9 PS/ha. È da evidenziare che spesso il dato PS mostra un forte effetto di "clusterizzazione": i *Permanent Scatters* tendono infatti ad addensarsi in aree limitate (in genere aree antropizzate o caratterizzate dalla presenza di roccia affiorante o detrito a grossi blocchi) ma a lasciare ampie porzioni di territorio prive di informazione.

Il grafico di Figura 4-12 riporta la distribuzione delle velocità medie dei 62 casi di DGPV in cui sono presenti almeno 20 PS, suddivise per unità litologica. Ad una prima analisi si evidenzia come le velocità di abbassamento superficiale delle aree in DGPV lungo la LOS mostrino valori compresi tra 0 e 12 mm/anno. Le deformazioni appartenenti all'*Unità dei Calcescisti della Zona Piemontese* sono quelle che mediamente presentano i valori di allontanamento dal satellite più elevati, raggiungendo, nel caso della DGPV di Sauze d'Oulx valori massimi di abbassamento puntuale di oltre 20 mm/anno. Valori di abbassamento più contenuti caratterizzano le deformazioni presenti nelle altre unità. È evidente come, a fronte di fenomeni spesso indicati in inventari delle frane o studi geologici allegati a piani regolatori come "paleofrane", frane "relitte" o "frane quiescenti", siamo invece in presenza di fenomeni caratterizzati da movimenti, che seppur di modesta entità, non possono essere considerati come trascurabili.

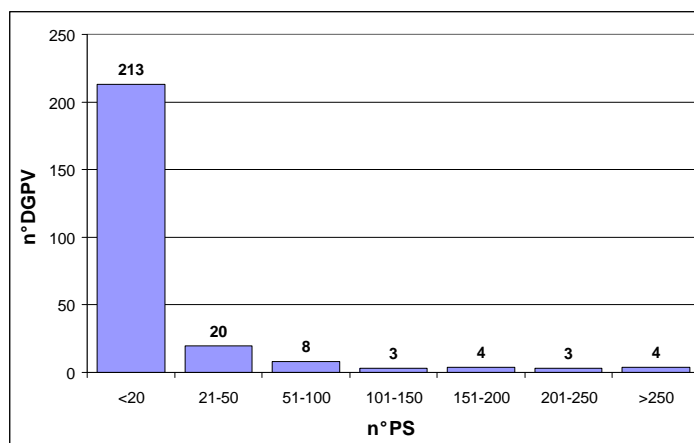


Figura 4-11: numero di DGPV rappresentate per quantità di PS che ricadono al loro interno. Solo 42 DGPV hanno più di 20 PS. Elaborazione sul dataset discendente full. Il numero sale a 62 se si utilizza anche il dataset full summer

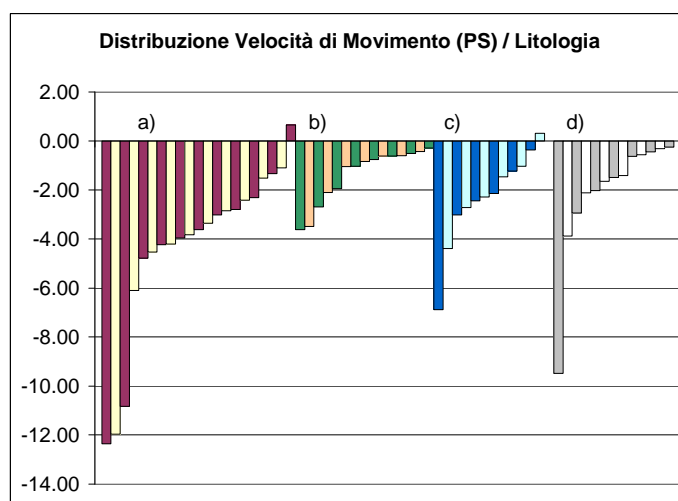


Figura 4-12 - Velocità medie indicate dai PS suddivise per classi litologiche sulle 62 DGPV con più di 20 PS. Legenda a) Calcescisti. (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo); b) Gneiss minuti. (Massicci del Dora-Maira, Sesia-Lanzo); c) Gneiss occhiadini. (Massicci Monte Rosa e Val d'Ossola); d) Serpentiniti (Zona Piemontese, Giurassico-Cretaceo)

4.3 Dati di dettaglio su alcuni casi maggiormente significativi

Il quadro precedentemente analizzato, derivante dal progetto IFFI, costituisce un livello informativo di base, omogeneo su tutto il territorio regionale, ma con approfondimento limitato. Tuttavia, lo studio di fenomeni peculiari quali le DGPV implica l'analisi di una realtà nella quale diversi elementi interagiscono reciprocamente come un sistema complesso (Agliardi et al, 2001), e che richiede quindi, per la corretta comprensione di questi fenomeni, la realizzazione di uno studio multidisciplinare approfondito, mediante la raccolta, l'organizzazione e l'analisi di una considerevole mole di dati. In particolare, Martinotti et al. (2008) identificano le seguenti informazioni come ottimali per lo studio delle DGPV:

- informazioni di carattere geomorfologico relative a frane e altre forme del paesaggio;
- dati stratigrafici e sedimentologici su depositi superficiali;
- dati litologici e geo-strutturali relativi al substrato;
- informazioni idrologiche e idrogeologiche e geochimiche sulle acque di superficie e profonde;
- dati geotecnici e geomeccanici relativi al materiale coinvolto;
- caratteristiche deformative;
- dati pedologici e vegetazionali sull'uso del suolo e sulle unità di suolo;
- dati storici derivanti da archivi su eventi di instabilità passati.

Uno studio di estremo dettaglio, che tenga conto di tutti gli elementi precedentemente elencati, può essere effettuato solo su un numero estremamente limitato di casi e in seguito ad un'attività molto onerosa sia in termini economici sia di tempo. E' importante perciò che tutte le informazioni già rilevate in precedenza, nell'ambito di studi specifici o della letteratura scientifica di riferimento, siano messe a disposizione dei professionisti che intraprendono un nuovo lavoro di approfondimento o degli Enti Pubblici che necessitano di una base conoscitiva di partenza per la gestione del territorio. Per la corretta fruizione dei dati è inoltre indispensabile che tali informazioni siano organizzate secondo una modalità quanto più semplice e chiara possibile, che permetta di reperire le informazioni in modo immediato.

Il gruppo di lavoro, in sintonia con quanto stabilito nell'ambito dell'attività definita con D.G.R. n. 70-15074 del 17.03.2005, si è posto l'obiettivo di raccogliere ed organizzare le informazioni già disponibili presso Enti Pubblici ed in letteratura, utili alla caratterizzazione dei fenomeni di DGPV.

Tutti i dati utilizzati nel Capitolo 4 per la caratterizzazione della quadro conoscitivo della Provincia di Torino sono stati organizzati all'interno di un ambiente GIS al fine di permetterne una rapida consultazione; in particolare per ogni DGPV sono disponibili ed interrogabili le informazioni riportate in Tabella 4-9.

Per un numero limitato dei fenomeni alcuni dei fenomeni inventariati sono già disponibili, all'interno del SIFraP, ulteriori informazioni di maggior dettaglio (approfondimento al II livello). Il sistema Informativo di Arpa Piemonte contiene, inoltre, dati di carattere geotecnico (Banca Dati Geotecnica e Rocce), dati relativi al monitoraggio dei fenomeni franosi (REte Regionale Controllo Movimenti Franosi - RERCOMF), informazioni di carattere storico e documentale o studi di approfondimento (Banca Dati Geologica - BDG). Si è cercato, inoltre, di integrare tali informazioni con quanto ulteriormente disponibile presso altri Enti coinvolti (Provincia di Torino, Regione Piemonte, Università di Torino). Il quadro così emerso ha permesso di identificare, in questa prima fase, 15 casi per cui sono disponibili una maggior quantità di dati rispetto alle informazioni di base precedentemente analizzate. In Tabella 4-11 è riportata una sintesi delle principali informazioni raccolte per i fenomeni precedentemente citati. Le principali informazioni riportate in seguito sono disponibili secondo le modalità riportate in allegato.

Tabella 4-10: riepilogo di tutte le informazioni disponibili per le 255 DGPV presenti in Provincia di Torino

Informazioni Generali	
Campo	Descrizione
Id	Identificativo Frana
Idfrana	Identificativo IFFI
Sigla	Sigla

Parametri morfometrici ricavati da DEM 50m

Campo	Descrizione
Area	Area
Elev_low	Quota minima
Elev_high	Quota massima
Elev	Dislivello max
Elev_mean	Quota media
Elev_std	Deviazione standard quota
Slp_low	Pendenza Minima
Slp_high	Pendenza Massima
Slp	Massimo range pendenza
Slp_mean	Pendenza Media
Slp_std	Deviazione standard pendenza
Asp_low	Esposizione minima
Asp_high	Esposizione massima
Asp	Massimo Range Esposizione
Asp_mean	Esposizione Media
Asp_std	Deviazione Standard Esposizione

Litologia

Campo	Descrizione
Claslito	Classe Litologica
Desclito	Descrizione Litologia

Dati strumentali

Campo	Descrizione
Strum	Presenza di monitoraggio
Perf	Presenza di sondaggi
N_ps_d	n° PS DISCENDENTI FULL all'interno della DGPV
N_ps_dsum	n° PS DISCENDENTI SUMMER all'interno della DGPV
Ave_Vel	Velocità media PS FULL
Min_Vel	Velocità minima PS FULL
Max_Vel	Velocità massima PS FULL
StdDev_Vel	Deviazione standard velocità PS FULL
Ave_Coherence	Coerenza media PS FULL

Dati strumentali

Campo	Descrizione
Min_Coherence	Coerenza minima PS FULL
Max_Coherence	Coerenza massima PS FULL
StdDev_Coherence	Deviazione standard coerenza PS FULL
Ave_Vel	Velocità media PS SUMMER
Min_Vel	Velocità minima PS SUMMER
Max_Vel	Velocità massima PS SUMMER
StdDev_Vel	Deviazione standard velocità PS SUMMER
Ave_Coherence	Coerenza media PS SUMMER
Min_Coherence	Coerenza minima PS SUMMER
Max_Coherence	Coerenza massima PS SUMMER
StdDev_Coherence	Deviazione standard coerenza PS SUMMER

Interferenza con infrastrutture

Campo	Descrizione
n_edifici	Numero di edifici che insistono sulla DGPV, ricavati dalle CTRN
sup_edifici	Superficie di edifici che insistono sulla DGPV, ricavati dalle CTRN
l_strade_tot	lunghezza totale (in Km) di rete viaria e ferroviaria interessata da DGPV
l_ferrovie	lunghezza (in Km) di rete ferroviaria interessata da DGPV
l_statali	lunghezza (in Km) di strade statali interessata da DGPV
l_provinciali	lunghezza (in Km) di strade provinciali interessata da DGPV
l_altre	lunghezza (in Km) di altre strade interessate da DGPV
l_impianti_fune	lunghezza (in Km) di impianti a fune interessati da DGPV
l_acquedotti	lunghezza (in Km) di rete acquedottistica interessata da DGPV
l_elettrodotti	lunghezza (in Km) di rete elettrica interessata da DGPV

Tabella 4-11: deformazioni per cui sono disponibili informazioni di maggior dettaglio: presenza di strumentazione gestita da Arpa, dettaglio dei dati derivanti da analisi PSinSARtm, ambito litologico, eventuali lavori di approfondimento.

IDFRANA	Toponimo	Tipo Strumentazione	Inclinometri n°	Prof. Max m	PS Full Disc n°	PS Summer n°	AREA Km ²	Densità PS n°/Km ²	Litologia	Lavori tecnici di approfondimento
10046701	Ceresole Reale	GPS	0		355	1367	2,36	580	Gneiss occhiadini	
17554900	Grange Sises	Inclinometri, piezometri, inclinometri fissi	13	121	3	10	0,37	27	Calcescisti	Cartografia di dettaglio; diversi studi di approfondimento.
17554800					49	91	0,87	105	Calcescisti	
17554700					74	436	7,99	55	Calcescisti	
17555000	Champlas du col	Inclinometri, piezometri, inclinometri fissi	7	110	64	98	5,15	19	Calcescisti	
17556300	Sestriere Borgata	Inclinometri, piezometri, inclinometri fissi	10	50	5	15	1,50	10	Calcescisti	
17556200	Pragelato - Duc	Inclinometri, piezometri, inclinometri fissi	3	80	7	21	3,01	7	Calcescisti	
10096401	Cels	GPS	0		0	0	3,40	0	Gneiss minuti.	Cartografia di dettaglio e studio di approfondimento (Tesi Facoltà di Geologia)
10000501	Grange della Rho	Inclinometri, piezometri, inclinometri fissi, GPS	9	92	0	0	3,41	0	Calcescisti	
17555300	San Sicario	Inclinometri, piezometri	9	70	239	439	5,99	73	Calcescisti	
17555100			24		87	10,89	8	Calcescisti		
10075601	Sauze d'Oulx	Inclinometri, piezometri, misuratore giunti	19	200	897	1224	21,77	56	Calcescisti	Studio di dettaglio GBinSAR. Studio fotogrammetrico per la stima della velocità di deformazione.

IDFRANA	Toponimo	Tipo Strumentazione	Inclinometri	Prof. Max	PS Full Disc	PS Summer	AREA	Densità PS	Litologia	Lavori tecnici di approfondimento
10073301	Rosone	Inclinometri, Incl. fissi, estensimetri mb in foro, catene est., piezometri, teodolite autom, GPS			495	1110	2,08	533	Gneiss occhiadini.	Diversi studi di approfondimento, per la messa in funzione del sistema di allertamento di protezione civile
17553700	Cima del Bosco									Cartografia e studio di dettaglio (dottorato Geologia)
10292201	Traverse lla				477	1159	1,19	976	Gneiss minuti	
10152601	Bussole no				120	35	5,43	6	Gneiss minuti.	
10011101	Perrero - Freidour				27		2,36	11	Gneiss minuti.	
15003102	Balme				45	182	0,47	388	Serpentini ti	
15003101					274	556	3,61	154	Serpentini ti	

5. STRUMENTI DI MONITORAGGIO

Come già introdotto nel Capitolo 0.03.2.2 le tecnologie di studio delle DGPV sono molteplici. Negli ultimi anni ai tradizionali metodi di studio si sono affiancate nuove tecniche che hanno notevolmente ampliato le possibilità di analisi di questi tipi di fenomeni. Nel seguente capitolo vengono riportate schematicamente le metodologie di monitoraggio ritenute maggiormente interessanti ed applicabili, incontrate durante la ricerca bibliografica precedentemente citata. In particolare si è fatto riferimento a quanto riportato nel report finale del Progetto Interreg IIB Alpine Space CLimChalp WP6 - Slope Monitoring Methods - A state of the Art Report (2008).

Tabella 5-12: principali tecniche di monitoraggio per fenomeni caratterizzati da movimenti lenti ed estensioni areali medie (1-25 Km²). Da Climchalp, 2007 Modificato.

Metodologia	Quantità misurata	Accuratezza	Commenti
RTK-GPS	misura relativa 3D o assoluta di singoli punti	P: 3-4 cm H: 6-8 cm	Per monitoraggio di alta precisione è necessario disporre di capisaldi all'interno della frana e punti di controllo in posizione stabile. Il monitoraggio real time richiede la presenza di una connessione GSM o radio.
R/DGPS	misura relativa 3D o assoluta di singoli punti	P: 1-2 cm H: 2-4 cm	Per monitoraggio di alta precisione è necessario disporre di capisaldi all'interno della frana e punti di controllo in posizione stabile. Il monitoraggio in continuo richiede l'installazione di un centro di elaborazione connesso in tempo reale con il sensore.
Monitoraggio Topografico	misura relativa 3D o assoluta di singoli punti	1-4 cm	Per monitoraggio di alta precisione è necessario disporre di capisaldi all'interno della frana e punti di controllo in posizione stabile. Il monitoraggio in continuo richiede l'installazione di una stazione totale automatizzata connessa in tempo reale con il sensore.
Livellazione di Precisione	misura di altitudine di singoli punti	0.15-3 mm/km	Per monitoraggio di alta precisione sono necessari punti di misura in posizione stabile.
Geoelettrica Microsismica	Cambiamenti in resistività elettrica della superficie di scivolamento magnitudo del segnale acustico		La distribuzione delle variazioni di resistività indicano cambiamenti nel regime idrico delle frane e possono essere visti come evidenze di cambiamenti all'interno della frana.
Fotogrammetria aerea (elicottero)	Differenza in quota tra diverse superfici	$\sim (1.5 - 4) \times$ camera distance	Questo metodo permette la costruzione di vettori di movimento in 3 dimensioni.
Laserscanning aereo (elicottero)	Differenza in quota tra diverse superfici	15-25 cm	

6. RIFLESSIONI SULLA NORMATIVA

6.1 Considerazioni generali

L'approfondirsi delle conoscenze e la disponibilità di nuovi strumenti per lo studio ed il monitoraggio dei fenomeni di deformazione gravitativa profonda induce ad una riflessione sul quadro normativo piemontese in tema di prevenzione dei rischi naturali e di indirizzo alla pianificazione territoriale.

L'impiego sempre più diffuso di sistemi di monitoraggio a terra ed interferometrici hanno posto in evidenza come i fenomeni di DGPV, generalmente considerati quiescenti, possano essere localmente soggetti a movimenti anche in assenza di evidenze morfologiche o di fenomeni di dissesto associati.

Come documentato in numerosi studi di settore, redatti in ambito accademico o a supporto degli

strumenti di pianificazione, estese porzioni di versante interessate da processi di deformazione gravitativa profonda sono infatti coinvolte in lenti e costanti movimenti che risultano a tutti gli effetti classificabili come *frane attive*.

La normativa vigente in ambito piemontese (vedi "Legenda Regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei PRGC redatta in conformità alla circolare P.G.R. N. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99". - Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico. Allegato 2 della D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656.), pur distinguendo le frane sulla base della tipologia dei processi (classificazione proposta da Varnes) non prevede una valutazione di pericolosità basata sulle caratteristiche dei fenomeni ma, prioritariamente, in relazione al loro stato di attività.

Stesso tipo di distinzione è proposta dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) il quale, pur distinguendo nell'Atlante dei Rischi diverse tipologie di dissesto, nelle cartografie e nelle Norme di Attuazione al Piano differenzia le frane in base al loro stato di attività, associando ad esse norme d'uso che prescindono dal tipo di movimento, dai materiali coinvolti, dall'estensione dei fenomeni, dalle velocità, ecc...

Classificare una DGPV quale frana attiva significa, sulla base della normativa vigente, attribuirvi lo stesso livello di pericolosità e quindi di vincolo d'uso, previsti per tipologie di frane che presentano caratteristiche alquanto differenti.

Note, viceversa, le caratteristiche peculiari di taluni fenomeni di DGPV tra cui, non ultime, l'estensione, la velocità ed anche il livello di antropizzazione che molte di queste presentano nella Provincia di Torino, è evidente l'esigenza di pervenire ad una più precisa caratterizzazione dei fenomeni e di riflettere sull'adeguatezza della normativa vigente alla luce delle nuove conoscenze.

Questa problematica specifica è stata affrontata nel caso della DGPV di Sauze d'Oulx: verificato attraverso l'applicazione di diverse tecnologie di indagine che la DGPV presenta una velocità di movimento non trascurabile, tale quindi da dover essere classificata come attiva, al contempo considerando la tipologia di movimento e l'attuale grado di antropizzazione si è ritenuto opportuno condividere, tra i diversi Enti che si occupano di pianificazione del territorio, l'applicazione di una normativa locale che permetta un utilizzo del territorio compatibile con le condizioni di rischio rilevate.

6.2 Il quadro normativo nel bacino padano

Considerato che i fenomeni di DGPV sono presenti diffusamente nell'arco alpino ed appenninico e che le norme previste dal PAI interessano l'intero bacino padano, sono stati speditamente consultati i testi di alcune leggi regionali e taluni elaborati redatti a supporto di strumenti di pianificazione delle regioni: Valle d'Aosta, Lombardia, Toscana, Veneto ed Emilia Romagna, osservati secondo due chiavi di lettura:

- a. come l'impalcato normativo affronta il rapporto tra diversi strumenti di pianificazione a diversa scala;
- b. come è stato catalogato il dissesto.

a) Come l'impalcato normativo affronta il rapporto tra diversi strumenti di pianificazione a diversa scala

In relazione al rapporto tra i piani (regionali, provinciali, comunali, ecc...) la normativa osservata presenta un approccio simile a quello adottato in Regione Piemonte, secondo il quale gli studi e gli strumenti di pianificazione elaborati per territori estesi (ad esempio studi regionali a piccola scala) rappresentano strumenti di coordinamento ed indirizzo per studi a più grande scala (ad esempio studi a scala provinciale e/o comunale). Questi ultimi, in virtù del maggior dettaglio con il quale vengono redatti, possono approfondire, dettagliare, aggiornare ed integrare il quadro del dissesto definito dai piani redatti a scala minore. In relazione agli strumenti analizzati:

alla scala regionale il quadro conoscitivo e di supporto alle scelte contenute nel Piano Territoriale Regionale è generalmente rappresentato dagli studi redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

I Piani Stralcio che compongono il Piano di Bacino quali il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), i Piani Stralcio delle Fasce Fluviali, le specifiche tecniche dettate dall'Autorità e/o gli studi di area vasta sviluppati in ambito regionale su specifici tematismi (ad esempio il catasto delle valanghe) o per

ambiti territoriali, indirizzano e supportano le scelte strategiche e strutturali che caratterizzano la pianificazione a scala regionale. I Piani Regionali a loro volta forniscono indicazioni e specifiche per la realizzazione degli studi e dei piani alla scala provinciale e/o comunale.

alla scala provinciale il Piano Territoriale di Coordinamento o i Piani di Bacino Regionali (questi ultimi adottati ad esempio nelle province toscane) dettagliano, nel territorio di competenza, le informazioni fornite a scala regionale, affinando il quadro conoscitivo anche sui temi del dissesto.

A questa scala, alcuni Piani Provinciali (ad esempio la Provincia di Sondrio con la "*Carta dei dissesti, delle valanghe e dei vincoli di tipo idrogeologico*") adottano carte inventario sulla base di studi e documentazioni già disponibili, quale ad esempio l'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (Progetto IFFI). Numerose province predispongono inoltre studi di settore soprattutto in tema di corsi d'acqua e/o di fenomeni dissestivi a scala sovracomunale.

Il quadro del dissesto così delineato è proposto quale aggiornamento al PAI, attraverso le intese con Autorità di Bacino, previste dall'art. 1 comma 11 delle Norme di Attuazione del PAI.

Il Piano Provinciale definisce inoltre gli strumenti con cui i comuni dovranno procedere nell'approfondimento delle conoscenze specifiche, nelle proposte di intervento e nella redazione della normativa d'uso del territorio.

agli studi redatti alla scala comunale è demandata infine la verifica e, se del caso, l'implementazione del quadro del dissesto contenuto negli studi sovra-territoriali, in funzione di una più approfondita ed aggiornata conoscenza dello stato dei luoghi, anche in relazione ad eventuali opere di sistemazione idrogeologica eseguite. Ai piani di scala comunale è inoltre demandata l'indicazione dei vincoli, le opere di prevenzione e mitigazione del dissesto, nonché la redazione delle norme d'uso a scala locale.

Nello specifico caso della Regione Piemonte il quadro del dissesto definito dagli studi geologici redatti a supporto dei piani regolatori comunali ed intercomunali costituisce, inoltre, la documentazione di riferimento per l'aggiornamento del PAI (D.G.R. 31-3749 del 6 agosto 2001).

Sulla base di una prima speditiva osservazione del quadro normativo citato, sebbene risultino evidenti le relazioni tra gli strumenti di pianificazione redatti alle diverse scale territoriali, non sembrano emergere modalità di copianificazione tra i diversi enti. Come già ribadito è generalmente adottato il criterio in base al quale ai piani di area vasta spettano compiti di indirizzo e coordinamento, mentre i piani comunali, supportati da studi di maggior dettaglio, definiscono il quadro del dissesto, integrano ed approfondiscono gli studi ed i piani redatti su più estesi territori e, fatti salvi alcuni vincoli derivanti da norme statali, stabiliscono le norme d'uso del suolo e la fruibilità del territorio a fini urbanistici.

b) come è stato catalogato il dissesto

Secondo quanto speditamente osservato, tutte le regioni considerate dispongono di cartografie tematiche che individuano e cartografano il dissesto sulla base di indagini puntuali, generalmente svolte a scala comunale e, per quanto attiene ai dissesti di versante, spesso tali cartografie sono di approfondimento al quadro fornito dall'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (come ad esempio nelle Regioni Lombardia e Toscana). Nella stessa carta tematica o in carte separate le cartografie di dettaglio distinguono i diversi tipi di dissesto, nonché il loro stato di attività. In relazione allo stato di attività, a seconda delle Regioni, sono adottate classificazioni più o meno articolate che distinguono tra: dissesti attivi, quiescenti e stabilizzati; o tra dissesti attivi, riattivati, sospesi quiescenti, stabilizzati, relitti, ecc.... Talune legende prevedono inoltre l'individuazione di aree predisponenti o di dissesto incipiente.

Sulla base della tipologia di frana e dello stato di attività sono distinti i livelli di pericolosità del territorio, introducendo specifiche cartografie di pericolosità dei versanti o cartografie di sintesi della pericolosità geomorfologica, solo successivamente è valutata la "fattibilità geologica delle azioni di piano".

Le legende di pericolosità adottate dalle regioni presentano terminologie differenti, recependo in toto o approfondendo localmente le distinzioni in aree a rischio molto elevato, medio o moderato previste dal PAI.

Anche le norme d'uso previste per le diverse classi di "fattibilità" variano a seconda delle regioni, prevedendo, in generale, classi di fattibilità gravate da più o meno pesanti limitazioni a seconda del grado di attività del dissesto, ma solo raramente tali da vietare la realizzazione di nuove edificazioni e facendo in ogni caso eccezione per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico.

Per quanto riguarda i fenomeni di DGPV non è stata al momento individuata in alcuna regione una normativa specifica; per quanto osservato, tali fenomeni sono generalmente catalogati come quiescenti.

6.3 La normativa di riferimento per la definizione del quadro della pericolosità e del dissesto a supporto degli strumenti di pianificazione in Regione Piemonte

Tenendo in considerazione che, come già detto nel paragrafo 06.1, le DGPV sono genericamente classificate come frane attive o frane quiescenti, nel prosieguo sono sinteticamente riportati alcuni stralci della normativa vigente in Piemonte atta a normare l'uso del suolo in relazione alla pericolosità idrogeologica e geomorfologica ai fini della pianificazione territoriale:

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

7. Norme di Attuazione

[...]

Art. 9 - Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico.

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

- frane:

- Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata);
- Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata);
- Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata).

[...]

2. Fatto salvo quanto previsto [...] nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche [...]

Art. 18 - Indirizzi alla pianificazione urbanistica

[...]

2. I Comuni, in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti [...] effettuano una verifica della compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto presenti o potenziali rilevate anche nella citata cartografia di Piano, avvalendosi, tra l'altro, di analisi di maggior dettaglio eventualmente disponibili [...].

Legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56. "tutela ed uso del suolo" e s.m.i.

Art. 13 - Prescrizioni operative del Piano Regolatore Generale

[...]

7. Sono inedificabili:

[...]

b) le aree che, ai fini della pubblica incolumità, presentano caratteristiche negative dei terreni o incombenti o potenziali pericoli;

[...]

Art. 30 - Zone a vincolo idrogeologico e zone boscate

[...]

5. In ogni caso nuove costruzioni ed opere di urbanizzazione sono vietate:

[...]

b) in tutte le aree soggette a dissesto, a pericolo di valanghe o di alluvioni o che comunque presentino caratteri geomorfologici che le rendano inadatte a nuovi insediamenti.

**Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 N. 7/LAP e Nota Tecnica Esplicativa dicembre 1999
Specifiche tecniche per la redazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici**

CLASSE III Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.

Suddivisione della Classe III

Lo studio, la perimetrazione e la prescrizione di norme d'uso degli ambiti a pericolosità rilevante, individuati nelle cartografie di P.R.G.C. rientranti nelle Classi III l.s. della Circolare 7/LAP, soddisfa alla "...verifica di compatibilità..." prevista **all'art.18 punto 3 delle N.d.A. del P.A.I.** e come tale, secondo quanto indicato al punto 4 dello stesso articolo: "*All'atto di approvazione delle varianti di adeguamento dello strumento urbanistico alle prescrizioni del piano le delimitazioni zonali delle aree in dissesto e le relative norme d'uso del suolo, conseguenti alla verifica di compatibilità di cui al precedente comma, sostituiscono quelle di cui agli artt. 8 e 9 delle presenti Norme*".

Classe IIIa) Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia).

Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es, ai parchi fluviali), vale quanto già indicato all'art.31 della L.R. 56/77.

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. [...].

D.G.R. 15 luglio 2002 n.45-6656 - Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico

Allegato 2. Legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatta in conformità alla Circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99

- **DISSESTO ATTIVO (pericolosità molto elevata):** il fenomeno è da considerarsi attivo in presenza di movimenti attuali evidenti (presenza di indicatori cinematici di neoformazione) e/o nel caso in cui vi siano notizie di riattivazioni significative in tempi recenti, permanendo le condizioni geomorfologiche che hanno dato origine al dissesto.

[...]

7) CARTA DI SINTESI: CLASSI DI IDONEITA' E GRAFIE

Vengono di seguito riportate delle proposte di classificazione da adottare nella carta di sintesi dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, redatta ai sensi della Circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99, in funzione dei dissesti rilevati.

Le classificazioni proposte sono da intendersi come indicazioni di riferimento. Eventuali scelte differenti, più cautelative o più permissive, dovranno essere adeguatamente giustificate sulla scorta dei dati emergenti dall'indagine effettuata.

[...]

FRANE

Movimento	Stato	Codice	Classi 7/LAP
Vari	Attivo	FA1-10	IIIa, IIIC, IIIb
	Quiescente	FQ1-10	III Ind., IIIa, IIIC, IIIb
	Stabilizzato	FS1-10	III Ind., IIIa, IIIb, II

Nel sottolineare quindi la "prevalenza" dello strumento urbanistico locale sulle disposizioni più generali dettate a livello di bacino, si ribadisce la **necessità di una congruenza fra i due strumenti di pianificazione**, che dovrà derivare da un'attenta analisi delle indicazioni cartografiche e normative contenute nel PAI.

6.4 La normativa di settore ed il nuovo quadro conoscitivo

6.4.1 Introduzione

Dall'analisi dei documenti sopra richiamati, emerge che in Regione Piemonte il quadro del dissesto, della pericolosità e del rischio idrogeologico presenti sul territorio derivano in parte da quanto definito dall'Autorità di Bacino nell'ambito del PAI, il cui contenuto è verificato, integrato ed aggiornato dai Piani Regolatori Generali Comunali. In relazione al PAI questo processo di definizione, integrazione aggiornamento del quadro del dissesto, per la regione Piemonte, è in corso dal 2001. Alla data di redazione di questo documento il 61% dei comuni piemontesi ha portato a termine gli studi inerenti l'adeguamento al PAI, il 19% in corso di adeguamento, mentre il 20% non ha ancora dato via ad alcuna procedura in tal senso (Arpa Piemonte, 2008). Tuttavia solo il 34% dei 1206 comuni piemontesi dispone di uno strumento urbanistico adeguato al PAI approvato.

Dal punto di vista normativo, per essere idonei a proporre tale aggiornamento, i Piani locali devono contenere studi geologici ed idrogeologici redatti secondo le indicazioni della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96 della D.G.R. 15 luglio 2002 n.456656 "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico"

Tali piani dovranno inoltre risultare congruenti con quanto indicato dagli strumenti di pianificazione d'area vasta, sia dal punto di vista cartografico (fatto salvo dovuti approfondimenti) sia dal punto di vista vincolistico delle norme d'uso.

L'approvazione da parte della Giunta Regionale del progetto definitivo di Piano Regolatore o di analoghi strumenti urbanistici, renderà infine attuativi vincoli le previsioni di uso del territorio, compatibili con il quadro del dissesto.

Dal punto di vista della catalogazione del dissesto e della pericolosità, come richiamato nelle pagine precedenti, le cartografie contenute nel PAI non distinguono le frane secondo tipologie specifiche, individuando esclusivamente aree di frana attiva, quiescente e stabilizzata distinguendo, al più, tra fenomeni areali (cartografabili cioè alla scala di piano) e puntuali.

La legenda regionale, che si richiama ai criteri indicati nella Circ. P.G.R. n.7/LAP/96, prevede per le aree soggette a dissesto attivo e incipiente la catalogazione in Classe IIIa, nel cui ambito le aree inedificate dovranno rimanere tali, mentre qualora urbanizzate dovranno prevedere l'esecuzione di opere per la mitigazione del rischio, escludendo la realizzazione di nuovi interventi (Classe IIIb l.s.).

Allo stesso modo la L.R. 56/77 esclude ogni compatibilità tra le aree in dissesto attivo ed eventuali nuove edificazioni. Il quadro conoscitivo disponibile sino ad alcuni anni fa consentiva di definire gli estesi versanti sede di DGPV come aree soggette fenomeni gravitativi quiescenti, alle quali risultavano spesso associati limitati superficiali fenomeni di dissesto attivi.

In riferimento alla normativa d'uso dei suoli, sia in ambito PAI sia in ambito regionale, tale classificazione di stato "quiescente" escludeva la realizzazione di nuovi edifici, consentendo, nelle aree già edificate, modesti incrementi di carico antropico.

Per numerosi settori di versante soggetti a DGPV le indagini da satellite oggi disponibili hanno viceversa fornito indicazioni di movimenti attivi, in essere da almeno 10 anni. Allo stesso modo sistemi di monitoraggio a terra (inclinometri, estensimetri, capisaldi GPS) posti in opera negli ultimi 58 anni registrano situazioni di attività, iniziando a fornire indicazioni di dettaglio per un arco significativo di tempo.

Come già anticipato, prendere atto che più moderni strumenti di monitoraggio registrano in numerosi settori di DGPV evidenze di movimento, per quanto lente e profonde, induce la necessità di una riflessione in merito alle relazioni tra il quadro del dissesto, l'uso del territorio e la normativa di settore vigente.

6.4.2 Una prima ipotesi di approccio

Considerata la notevole estensione delle aree interessate da fenomeni di DGPV, la presenza in alcune di queste di importanti centri abitati e di frazioni montane di interesse turistico, nonché la presenza diffusa di opere di tipo infrastrutturale e l'opportunità di valorizzazione del patrimonio edilizio esistente a favore di una maggiore permanenza antropica nelle zone montane, è utile valutare la possibilità di individuare procedure di studio e di approfondimento di indagine che possano portare ad una valutazione oggettiva e condivisa del livello di pericolosità ad una responsabile presa in carico del rischio in ambito di DGPV.

E' qui proposto un percorso formulato sulla base del quadro conoscitivo disponibile della normativa vigente. Successivamente, l'approfondimento dello studio sui fenomeni di deformazione gravitativa profonda sulle metodologie di indagine potranno definire modalità di studio di intervento maggiormente mirate e dettagliate, da proporre alle amministrazioni interessate ed ai professionisti incaricati della redazione degli studi di supporto degli strumenti urbanistici, anche attraverso la definizione di specifiche tecniche per la redazione degli studi in tali ambiti.

1ª FASE – indagine speditiva

L'approccio speditivo allo studio di un settore in DGPV ai fini della sua perimetrazione e della valutazione dello "stato di attività" del fenomeno, potrà prevedere:

- individuazione perimetrazione dell'area in DGPV su basi bibliografiche di ricerca storica (ad esempio studio IFFI, precedenti studi geologici a supporto del PRGC, specifiche monografie

- disponibili, ecc...);
- indagine geomorfologica su base fotointerpretativa di terreno.

Qualora il fenomeno non mostri nel suo complesso evidenti segni di attività o di movimento incipiente e questi non risultino documentati nella bibliografia disponibile, in assenza di ulteriori approfondimenti d'indagine sarà possibile:

- delimitare le aree interessate da fenomeni di dissesto attivi compresi nella zona in DGPV da indicare come Fa;
- delimitare la restante parte di versante, compresa nella deformazione, come fenomeno quiescente Fq.

Per quanto attiene la valutazione di pericolosità di idoneità all'utilizzazione urbanistica degli ambiti

indagati, in assenza di indagini di dettaglio sarà da attribuire all'area un livello di pericolosità di Classe III, distinguendo ambiti di **Classe IIIa** qualora ineditati, di **Classe IIIb3/IIIb4** per gli ambiti edificati. Saranno quindi escluse nuove edificazioni saranno da escludere cambi di destinazione d'uso degli edifici esistenti sia in **Classe IIIb3** sia, maggior ragione, in **Classe IIIb4**.

2ª FASE – studio di dettaglio

Sarà necessario prevedere un approfondimento delle indagini nei seguenti casi:

- qualora l'indagine speditiva evidenzi un possibile stato di attività del fenomeno tale da rendere necessari interventi di mitigazione del rischio a favore della pubblica incolumità;
- qualora gli strumenti urbanistici intendano valutare la possibilità di un recupero del patrimonio edilizio esistente, anche attraverso cambi di destinazione d'uso degli edifici, con un conseguente incremento di carico antropico.

In questi casi, uno specifico studio di settore dovrà individuare le più idonee tipologie di indagine delle aree prevedendo, in ogni caso, l'acquisizione di dati derivanti da monitoraggi a terra (ad esempio GPS, inclinometri, piezometri) e da monitoraggi satellitari (ad esempio SAR/PS).

Il monitoraggio dovrà essere protratto per un tempo opportuno per la definizione dello stato di attività del fenomeno e della classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica. Il sistema di monitoraggio dovrà essere mantenuto in funzione anche successivamente a tali valutazioni. A tale proposito sarà facoltà dell'amministrazione comunale valutare la possibilità di avvalersi del supporto di Arpa Piemonte per la definizione del piano di monitoraggio ed eventualmente per le letture degli strumenti, **prevedendo di conseguenza l'individuazione di porzioni di territorio in Classe IIIb3 e IIIb2 di pericolosità.**

Lo studio dovrà quantomeno rispettare i seguenti standard:

profondità sondaggi: la profondità dei sondaggi andrà determinata a seguito della definizione delle caratteristiche delle aree in esame sulla base della preventiva indagine speditiva ed in considerazione del quadro conoscitivo derivante da precedenti indagini geognostiche qualora disponibili. Sulla base di esperienze pregresse sviluppate nei settori montani dell'Alta Valle di Susa, qualora il sondaggio non intercetti il substrato roccioso indisturbato, si suggerisce, in linea generale, di realizzare sondaggi a profondità prossime ai 50 m di profondità ed in numero non inferiore a 2.

frequenza di lettura: anche in questo caso la frequenza andrà valutata in relazione a dati e caratterizzazioni disponibili, in linea generale si suggerisce che dalla data di effettuazione delle misure inclinometriche e piezometriche di origine dovrà decorrere un periodo di monitoraggio preliminare di almeno 36 mesi, con effettuazione di una serie di almeno 6 misure con frequenza semestrale, al termine di tale periodo dovrà essere valutata l'opportunità di prolungare il periodo di monitoraggio nel caso di situazioni ancora incerte, o viceversa valutata la presenza di fenomeni con caratteristiche dinamiche ed evolutive incolpabili con la fattibilità degli interventi in progetto, o viceversa accertata la loro fattibilità.

In caso di individuazione di settori all'intero della DGPV con diverso comportamento lo studio dovrà avere un approfondimento significativo per i singoli settori e le misure strumentali dovranno avere una densità ed una distribuzione tale da consentire la valutazione delle caratteristiche di movimento e pericolosità delle singole aree di interesse.

a) Verificato uno stato di attività diffuso sul versante, e quindi **in presenza di movimenti consistenti**, dovrà essere definito il livello di pericolosità e di rischio dell'area. **Il fenomeno di DGPV andrà classificato quale frana attiva (FA)**. In base alle indicazioni della Circ.7/LAP/96 nella carta di sintesi saranno indicate aree in **Classe IIIa**, o in **Classe IIIb4** in presenza di abitazioni, ad escludere nuove edificazioni, completamenti ed incrementi di carico antropico.

Lo strumento urbanistico, attraverso un dettagliato cronoprogramma delle attività, dovrà prevedere gli opportuni interventi per la mitigazione del rischio, quali:

- il mantenimento e l'eventuale implementazione dei sistemi di monitoraggio;
- l'attivazione di un piano di protezione civile;
- l'attuazione di interventi di sistemazione atti a mitigare, qualora possibile, la pericolosità dei fenomeni del versante;
- l'attivazione di procedure per l'eventuale rilocalizzazione degli ambiti a maggior rischio (**Classe IIIc**);

b) In assenza di movimenti o in presenza di movimenti arealmente limitati sarà possibile catalogare tutto o parte del fenomeno di DGPV (a seconda dell'estensione delle porzioni indagate) **come frana quiescente (FQ) con locali porzioni in frana attiva (FA)**, prevedendo aree di **Classe IIIb2** per gli ambiti già edificati, o in **Classe IIIa** in assenza di edificati. Al fine di contenere l'urbanizzazione in aree che risultano in ogni caso geologicamente vulnerabili si esclude, in ambito di DGPV, l'individuazione di aree di **Classe II**, anche al fine di evidenziare il livello di pericolosità dell'area la cui fruizione dovrà in ogni caso essere condizionata dal mantenimento di sistemi di monitoraggio sullo stato di attività e sul grado di stabilità dell'area.

Nei versanti soggetti a fenomeni di deformazione gravitativa profonda si escludono quindi nuove edificazioni in ambiti non ancora edificati (esclusi quindi nuovi nuclei abitativi) ma solo un possibile completamento in zone già edificate.

Ulteriori accorgimenti dovranno essere contenuti nelle NdA del piano, quali:

- la necessità di contenere le superfici impermeabilizzate;
- la realizzazione di nuove edificazioni condizionate alla preventiva realizzazione di sistemi fognari;
- interventi di regimazione acque superficiali.
- la realizzazione di fondazioni continue e collegate per gli edifici di nuova costruzione.

c) Qualora gli esiti del monitoraggio rilevino **movimenti diffusi ma contenuti**, testimoniando un lento movimento dell'area in frana (come spesso rilevato attraverso le più recenti tecniche di monitoraggio satellitare) **il fenomeno dovrà essere catalogato come attivo (FA)** e dovrà essere definito il livello di pericolosità e di rischio dell'area, anche con una possibile differenziazione in diversi settori. Sarà quindi possibile attribuire all'area un livello di pericolosità di Classe III, distinguendo ambiti di **Classe IIIa** qualora ineditati, di **Classe IIIb3/IIIb4** per gli ambiti edificati. Saranno quindi sempre escluse nuove edificazioni, mentre saranno **possibili cambi di destinazione d'uso degli edifici esistenti (Classe IIIb3)**, o il mantenimento dell'esistente (**Classe IIIb4**).

Lo strumento urbanistico, ai fini del recupero del patrimonio edilizio esistente, dovrà prevedere, attraverso un dettagliato cronoprogramma delle attività, gli opportuni interventi per la mitigazione del rischio, quali:

- l'applicazione di criteri sismici come previsti per la realizzazione di edifici in zona 2 di classificazione sismica, come previsto dall'O.P.C.M. 20.03.2003 n. 2347 e s.m.i.;
- il mantenimento e l'eventuale implementazione dei sistemi di monitoraggio;
- l'attivazione del piano di protezione civile;
- l'attuazione di interventi di sistemazione atti a mitigare, qualora possibile, la pericolosità dei fenomeni del versante;

- la realizzazione di allacciamenti fognari prima del rilascio di concessioni edificatorie;
- l'individuazione interventi di regimazione acque;
- raccolta delle acque di prima pioggia in apposite vasche (vasche di prima pioggia) che consentano un successivo utilizzo dell'acqua raccolta o un graduale rilascio delle stesse in impluvi. (vedi articolo.... delle norme di attuazione al PTCP)

Come previsto dalla circolare 7/LAP/96 qualora gli approfondimenti interessassero elaborati di piano precedentemente approvati e dovessero suggerire una classificazione di minor pericolo rispetto ad aree in precedenza classificate come più pericolose, l'aggiornamento del quadro di pericolosità e di rischio (elaborati di analisi e di sintesi) dovrà avvenire attraverso una variante urbanistica di tipo strutturale.

La normativa proposta, nel rispetto dei criteri già contenuti delle Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, costituirà uno strumento a supporto delle norme del piano provinciale e potrebbe rappresentare un'eventuale proposta all'Autorità di Bacino quale finestra di dettaglio nell'ambito delle considerazioni tecniche contenute nell'Atlante dei rischi All. 3 del PAI e nelle cartografie allegate.

7. POSSIBILI SVILUPPI

La peculiarità dei fenomeni analizzati, il consistente quadro delle conoscenze già disponibili, la varietà di tematiche associate al tema della DGPV, hanno suggerito di limitare l'attività a quanto specificato in precedenza, e di rinviare ipotesi normative o "procedurali" ad una fase successiva di lavoro.

Quanto emerso dall'attività svolta, potrà costituire un contributo alla redazione di future linee guida, indirizzi, o impalcati normativi, ad esempio in un'eventuale finestra di dettaglio nell'ambito delle considerazioni tecniche contenute nell'Atlante dei rischi All. 3 del PAI. Tale approfondimento dovrà essere definito nell'ambito di un tavolo aperto ad altre componenti quali l'amministrazione regionale, con i propri tecnici competenti, i professionisti incaricati, ecc...

Oltre che per le finalità precedentemente citate, sulla base di tali dati è possibile ipotizzare, nell'ambito di un'ulteriore proseguimento dell'attività del gruppo di lavoro, una fase di indagine volta a:

1. comprensione e validazione del dato interferometrico: per poter utilizzare in modo corretto le informazioni derivanti dall'analisi radar è necessario comprendere appieno il significato fisico e geologico dei movimenti evidenziati dai dati PS; il confronto con i dati di monitoraggio ottenuti con altri sistemi permette inoltre di verificare la reale congruenza delle informazioni interferometriche nonché di integrare tra loro sistemi di analisi con peculiarità differenti (ad esempio, dati relativi a velocità di movimento superficiali ed estese, con dati di tipo puntuale ma relative a movimenti in profondità).
2. comprensione delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche degli ammassi rocciosi interessati da deformazione, sia per giungere ad una migliore comprensione dei fenomeni, sia per poter predisporre al meglio le indagini necessarie per la loro caratterizzazione;
3. definizione di una legenda per la cartografia geomorfologica dei fenomeni di DGPV, che rifacendosi alla letteratura, si adatti al meglio alle peculiarità del territorio piemontese ed alle esigenze di caratterizzazione ai fini della pianificazione;
4. verificare la possibilità di identificare, all'interno di fenomeni descritti genericamente come DGPV, l'esistenza di tipologie diverse con caratteristiche peculiari;
5. Possibilità di "zonare" le DGPV in ambiti con caratteristiche morfo-evolutive omogenee, in modo da migliorare la possibilità di utilizzazione del territorio, che nel caso di attribuzione generica a zona in DGPV può risultare troppo limitante per alcune zone di territorio e troppo permissiva per altre.
6. Comprensione dei rapporti tra le deformazioni ed i fenomeni associati.
7. Individuazione di tipologie costruttive per edifici ed infrastrutture

8. GLOSSARIO

I termini e le definizioni di seguito riportate sintetizzano le principali voci incontrate nell'attività del gruppo di lavoro. Queste sono prevalentemente tratte dalla bibliografia ufficiale alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti. Obiettivo è la diffusione di un vocabolario condiviso che permetta a quanti coinvolti nelle attività di ricerca e prevenzione di dialogare con maggiore facilità, rigore e chiarezza.

Controscarpate: scarpate rivolte verso monte, solitamente presenti in un contesto di alti e bassi morfo-strutturali legato alle dinamiche di versante.

Deformazione duttile: La risposta agli sforzi di taglio alla base dell'ammasso roccioso da considerare in deformazione gravitativa in presenza delle elevate pressioni di confinamento che si sviluppano a grandi profondità. I cinematismi del pendio sono pertanto riconducibili alla presenza di una "zona basale" al cui interno la roccia ha comportamento visco-plastico e non ad una superficie di discontinuità ben definita.

Depressioni e dorsali allungate: vallecole e dossi che possono essere disposte sia longitudinalmente che trasversalmente al pendio. Sono generalmente caratterizzate da una morfologia poco marcata per effetto delle coperture che "ammorbidiscono" le discontinuità del substrato o per cedimenti graduali lungo il profilo trasversale

Depressioni chiuse: elementi morfologici che possono ricordare le doline carsiche (con la presenza, in taluni casi, di fratture aperte sul fondo che "simulano" un inghiottitoio). Sono espressioni superficiali e localizzate di fenomeni di collasso provocati dall'apertura di vuoti all'interno dell'ammasso roccioso, dovuti sia agli sforzi tensionali che a fenomeni di dissoluzione.

Inarcamento (cambering): termine sostanzialmente sinonimo di "rigonfiamento", ma sovente usato in associazione a quest'ultimo, come se ne fosse un rafforzativo, per sottolineare la peculiarità del profilo di un versante soggetto a deformazione gravitativa profonda.

Lateral spreading (spandimento laterale): una delle due tipologie di Deformazioni Gravitative di Versante che più frequentemente si trovano citate in letteratura (l'altra è il "sackung"). Possono essere schematizzati due contesti geologici principali in cui uno spandimento laterale può evolvere: a) rocce fragili sovrastanti rocce duttile (sforzi tensionali orizzontali prevalenti e "spremitura" delle rocce duttili all'interno delle fratture delle rocce fragili); b) rocce omogenee a comportamento fragile, intensamente fratturate e mancanza di una superficie di scorrimento basale ben definita

Rigonfiamento (bulging) termine usato per descrivere la tipica morfologia convessa che assume la parte medio-bassa di un pendio interessato da deformazione gravitativa, soprattutto quando il fenomeno è di tipo Sackung (vedi)

Sackung: termine che in letteratura ricorre più frequentemente per indicare la "tipica" deformazione gravitativa profonda di versante caratterizzata dall'insaccamento della parte superiore del versante e dalla protrusione di quella inferiore. La dislocazione delle porzioni di versante instabili possono avvenire lungo superfici di scorrimento basali con andamento e profondità più o meno ben definibili o tramite zone di taglio duttile (vedi "Deformazione duttile")

Scarpate: espressioni morfologiche di piani di scivolamento. Una DGPV presenta solitamente una grande scarpata principale, riconducibile alla presenza di una superficie di taglio basale più o meno definita e numerose scarpate secondarie, associate a piani di scivolamento, che articolano il profilo del versante all'interno dell'area di instabilità.

Trench (trincea), termine usato per indicare grandi fratture aperte nell'ammasso roccioso lunghe anche centinaia di metri e con profondità ed aperture che possono essere pluridecametriche.

Creep: termine utilizzato per indicare un'evoluzione gravitativa di un pendio molto lenta, in particolare se paragonata alla dinamica "catastrofica" delle frane.

Ribaltamento: tipologia di frana in roccia che si può verificare nell'ambito dei dissesti correlati ad un versante in deformazione gravitativa profonda in presenza di particolari condizioni lito-strutturali

quando la perpendicolare del centro di massa di blocchi rocciosi esce al di fuori dell'area della superficie di appoggio.

Sdoppiamenti di cresta: uno degli aspetti morfologici caratteristici delle DGPV, soprattutto per lo stadio evolutivo iniziale. Il ribassamento della porzione sommitale di un versante in prossimità della linea di cresta crea una controscarpata la cui orientazione è parallela alla linea di displuvio.

La dorsale apparirà quindi con due creste, separate da una trincea più o meno ampia e profonda.

9. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agliardi F.; Crosta G.; Zanchi A. (2001). Structural constraints on deep-seated slope deformation kinematics. *Engineering Geology*, 59, 83–102.
- Ambrogio S. (2002). Studio del fenomeno gravitativo di Clot Brun (Exilles, Media Val di Susa). Tesi di laurea inedita, Università di Torino, Facoltà di Scienze M.F.N., corso di Laurea in Scienze Geologiche.
- APAT (2007). Rapporto sulle frane in Italia. Il progetto IFFI - metodologia, risultati e rapporti regionali. APAT, rapporto 78/2007. ISBN 978-88-448-0310-0.
- Arpa Piemonte (2008). Rapporto sullo stato dell'ambiente in Piemonte. Arpa Piemonte. ISBN 978-887479-104-0
- Bisci C.; Dramis F.; Sorriso-Valvo M. (1996). Rock flow (sackung) In *Landslide recognition: Identification, movement and causes*. A cura di Dikau R., Brunsden D., Schrott L., Ibsen M.-L., pp. 150–160. John Wiley & Sons Ltd.
- Crosta G. (1996). Landslide, spreading, deep seated gravitational deformation: analysis, examples, problems and proposals. *Geogr. fis. Dinam. Quat.*, 19(2), 297–313.
- Dramis F. (1996). Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle deformazioni gravitative profonde. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103, 681–687.
- Dramis F.; Maifredi P.; Sorriso-Valvo M. (1985). Deformazioni gravitative profonde di versante. aspetti geomorfologici e loro diffusione in Italia. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 20(2), 377–390.
- Forlati F.; Gioda G.; Scavia C. (2001). Finite element analysis of a deep-seated slope deformation. *Rock Mech. Rock Eng.*, 34(2), 135–159.
- Guida M. (1997). Un approccio metodologico per lo studio a scala regionale delle deformazioni gravitative profonde. *Geogr. fis. Dinam. Quat.*, 20(2), 87–91.
- Jahn A. (1964). Slopes morphological features resulting from gravitation. *Z. Geomorphol.*, 5(supp.), 59–72.
- Mahr T. (1977). Deep-reaching gravitational deformations of high mountain slopes. *Bull. IAEG*, 16, 121–127.
- Malgot J. (1977). Deep-seated gravitational slope deformations in neovolcanic mountain ranges of Slovakia. *Bull. IAEG*, 16, 106–109.
- Mirit Nervo B. (2004). Analisi e prevenzione di grandi fenomeni franosi in ambiente alpino: metodologie digitali di fotointerpretazione, cartografia morfodinamica e zonazione territoriale. Tesi di dottorato inedita, Dottorato di ricerca in difesa dell'ambiente e organizzazione del territorio - Ciclo XVI bis.
- Mortara G.; Sorzana P. F. (1987). Fenomeni di deformazione gravitativa profonda nell'Arco Alpino occidentale italiano. considerazioni lito-strutturali e morfologiche. *Boll. Soc. Geol. It.*, 106, 303–314.
- Olivero S. (1993). Studio geologico del fenomeno gravitativo di Serre la Voute (Alta Valle di Susa). Tesi di laurea inedita, Università di Torino, Facoltà di Scienze M.F.N., corso di Laurea in Scienze Naturali.
- Pasuto A.; Soldati M. (1996). Rock spreading In *Landslide recognition: Identification, movement and causes*. A cura di Dikau R., Brunsden D., Schrott L., Ibsen M.-L., pp. 122–136. John Wiley & Sons Ltd.
- Puma F.; Ramasco M.; Stoppa T.; Susella G. (1989). Movimenti di massa nelle Alte Valli di Susa e Chisone. *Boll. Soc. Geol. It.*, 108, 391–399.
- Radbruch-Hall D. H. (1978). Gravitational creep on rock masses on slopes In *Rockslides and avalanches*. A cura di Voight B., pp. 607–675. Elsevier.

Ramasco M.; Stoppa T.; Susella G. (1989). La deformazione gravitativa profonda di Rosone in Valle dell'Orco. *Boll. Soc. Geol. It.*, 108, 401–408.

Savage W. Z.; Varnes D. J. (1987). Mechanics of gravitational spreading of steep-sided ridges (sackung). *Bull. IAEG*, 35, 31–36.

Soldati M. (2004). Deep-seated gravitational slope deformation In *Encyclopedia of Geomorphology*. A cura di Goudie A. S., pp. 226–228. Routledge.

Zischinsky U. (1969). "Über sackungen. *Rock Mech.*, 1(1), 30–52. In lingua tedesca.

Zischinsky U. (1991). Bergzerreißung e talzuschub. *Il Quaternario*, 4(1b), 215–222. Traduzione dall'originale: "Über Bergzerreißung und talzuschub - Geologische Rundschau, 58(3), 1969 - a cura di A. Pasuto, M. Soldati e F. Zanetti.

10. ALLEGATI

- 1. Carta del quadro delle DGPV in Provincia di Torino - scala 1:200'000**
- 2. Schede descrittive dei dati di base utilizzati**

Schede descrittive dei dati di base utilizzati

Marzo 2010

Dati Bibliografici e documentali DGPV

Autori: Gruppo di Lavoro sulle DGPV.

Ambito territoriale: Provincia di Torino.

Descrizione: Nell'ambito dell'attività svolta dal Gruppo di Lavoro sono state raccolte ed organizzate informazioni di carattere storico e documentale o studi di approfondimento relative ai fenomeni di DGPV. I dati derivano principalmente dal sottosistema Fonti e Documentazione di Arpa Piemonte integrati con quanto ulteriormente reso disponibile dagli altri Enti coinvolti (Provincia di Torino, Regione Piemonte, Università di Torino).

Modalità di diffusione: consultazione interna

Sottosistema dissesti di versante (SIFraP - Progetto IFFI)

Autori: ARPA Piemonte in collaborazione con le Amministrazioni Provinciali piemontesi, CNR (Istituto di Geoscienze e Georisorse di Torino) e Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa.

Ambito territoriale: Regione Piemonte.

Descrizione: Il sottosistema si basa sulle informazioni raccolte nell'ambito del *Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia* promosso dall'APAT (IFFI), a cui ha partecipato un gruppo di lavoro composto dalle Regioni e Province Autonome, dalle Autorità di Bacino, dalle Amministrazioni rappresentate nel Comitato dei Ministri e dal CNR. Il progetto ha comportato il censimento delle principali informazioni disponibili sui fenomeni franosi, nonché l'acquisizione e l'integrazione di nuovi dati. Le informazioni sui fenomeni franosi sono state strutturate in tre diversi livelli di approfondimento; il primo livello di approfondimento, raggiunto per tutti i dissesti rilevati, prevede il rilevamento delle informazioni di base quali: geometria, tipologia e stato di attività dei fenomeni franosi. Informazioni di maggior dettaglio (secondo e terzo livello di approfondimento) sono disponibili per oltre 300 fenomeni. Arpa Piemonte, nell'ambito della sua attività ordinaria, provvede a mantenere aggiornata la base dati mediante modifiche, integrazioni e affinamenti periodici (Sistema Informativo Frane in Piemonte - SIFraP).

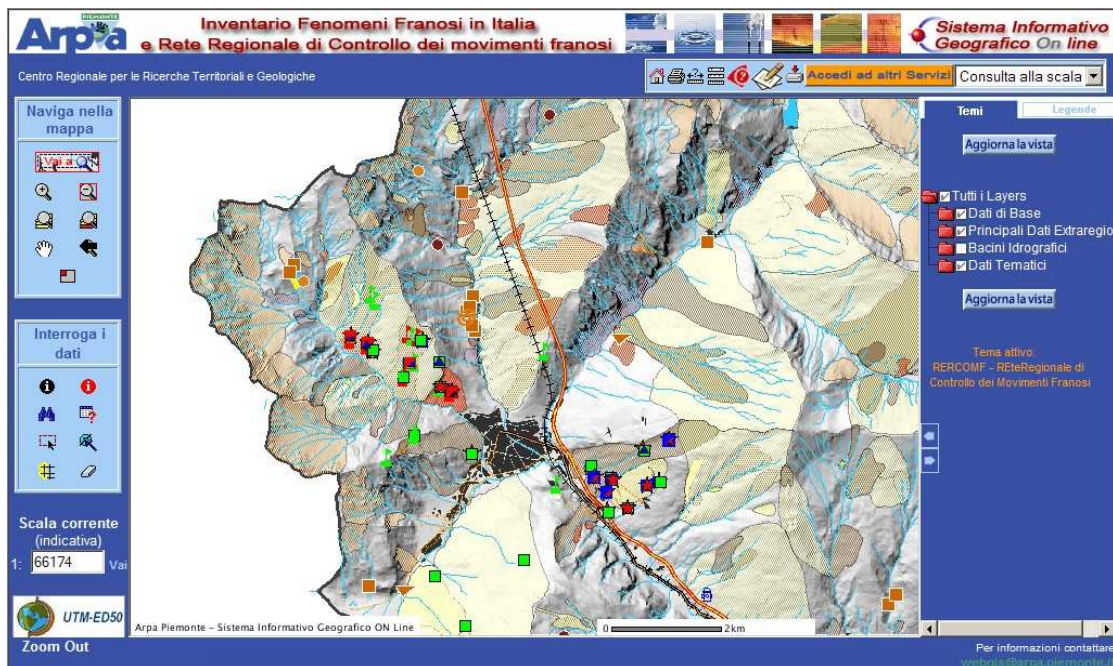
Dati: Nel Sistema Informativo sono raccolte informazioni su circa 34'000 dissesti di versante con un livello di dettaglio di base (perimetrazione, tipologia, stato di attività, metodo di rilevamento e eventuali danni) e per oltre 300 di questi ad un maggior livello di dettaglio. Le informazioni relative al primo livello di approfondimento vengono distribuite mediante sistema WebGIS.

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

Ultimo aggiornamento servizio: Giugno 2009

Download: SI

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>



RERCOMF – REte Regionale Controllo Movimenti Franosi

Autori: ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte

Descrizione: Direttamente interrelato al Sottosistema Geotecnica di cui condivide la base dati, è finalizzato alla gestione ed analisi dei dati provenienti della rete di monitoraggio regionale dei movimenti franosi. L'obiettivo del sottosistema è l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione dei dati provenienti dai sistemi di controllo dei movimenti franosi installati sul territorio regionale. Attualmente i dati del RERCOMF sono diffusi mediante sistema WEBGIS congiuntamente con i dati del "Sottosistema dissesti di versante". Il nuovo strato informativo riporta i principali dati relativi agli strumenti gestiti da Arpa Piemonte, ed inoltre alcuni sistemi di monitoraggio non direttamente gestiti, ma per i quali l'Agenzia collabora in diversa forma e misura con altri soggetti pubblici e/o privati.

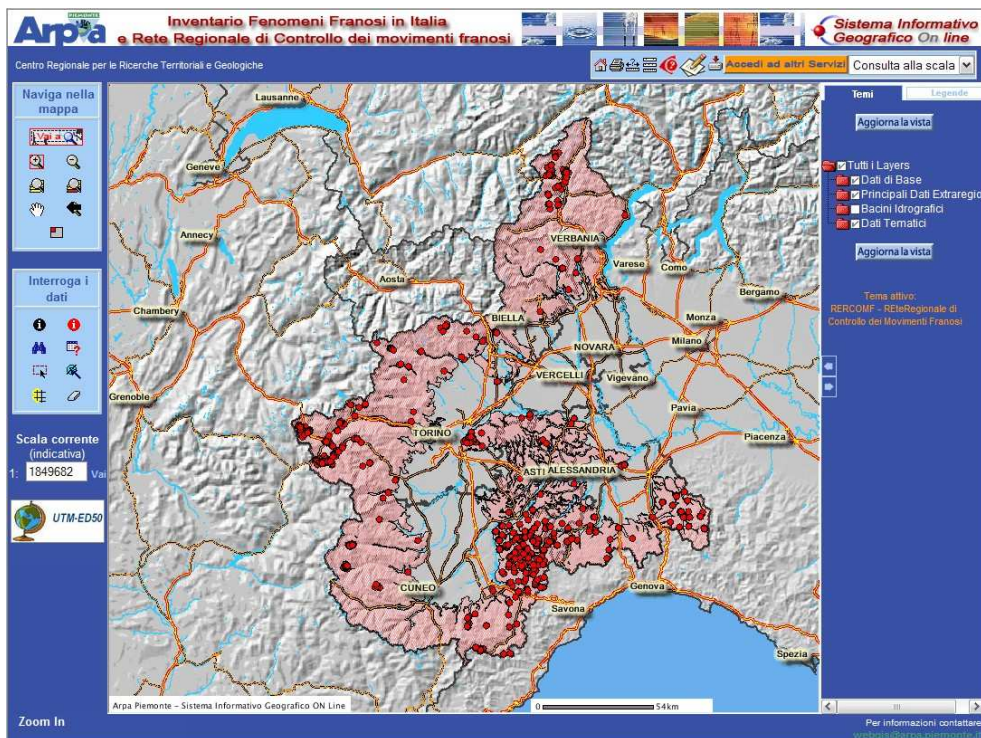
Dati: Attualmente i siti sotto controllo sono circa 300 con una dotazione complessiva di oltre 1000 strumenti. Il sistema contiene tutti i dati anagrafici della strumentazione e viene continuamente aggiornato con le risultanze delle misure effettuate a cura di Arpa.

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

Ultimo aggiornamento servizio: Dicembre 2008

Download: SI

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>



Sottosistema Banca dati Geotecnica

Autori: ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte

Descrizione: Il sottosistema è finalizzato alla raccolta, omogeneizzazione ed analisi delle informazioni inerenti la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, delle rocce intatte e degli ammassi rocciosi ed è a sua volta articolato nell'Archivio Sondaggi, nell'Archivio Prove ed Indagini in Sito e in Laboratorio e nell'Archivio Ammassi Rocciosi. Attualmente i dati sono resi disponibili mediante il sistema WebGIS di Arpa, che permette un accesso diretto a informazioni inerenti la caratterizzazione fisico-meccanica (in situ e in laboratorio) dei terreni derivanti da documentazione tecnica allegata a progetti di grandi infrastrutture, piani regolatori, grandi studi di fattibilità. In futuro si prevede che saranno resi visibili anche i dati relativi la caratterizzazione fisico-meccanica degli ammassi rocciosi.

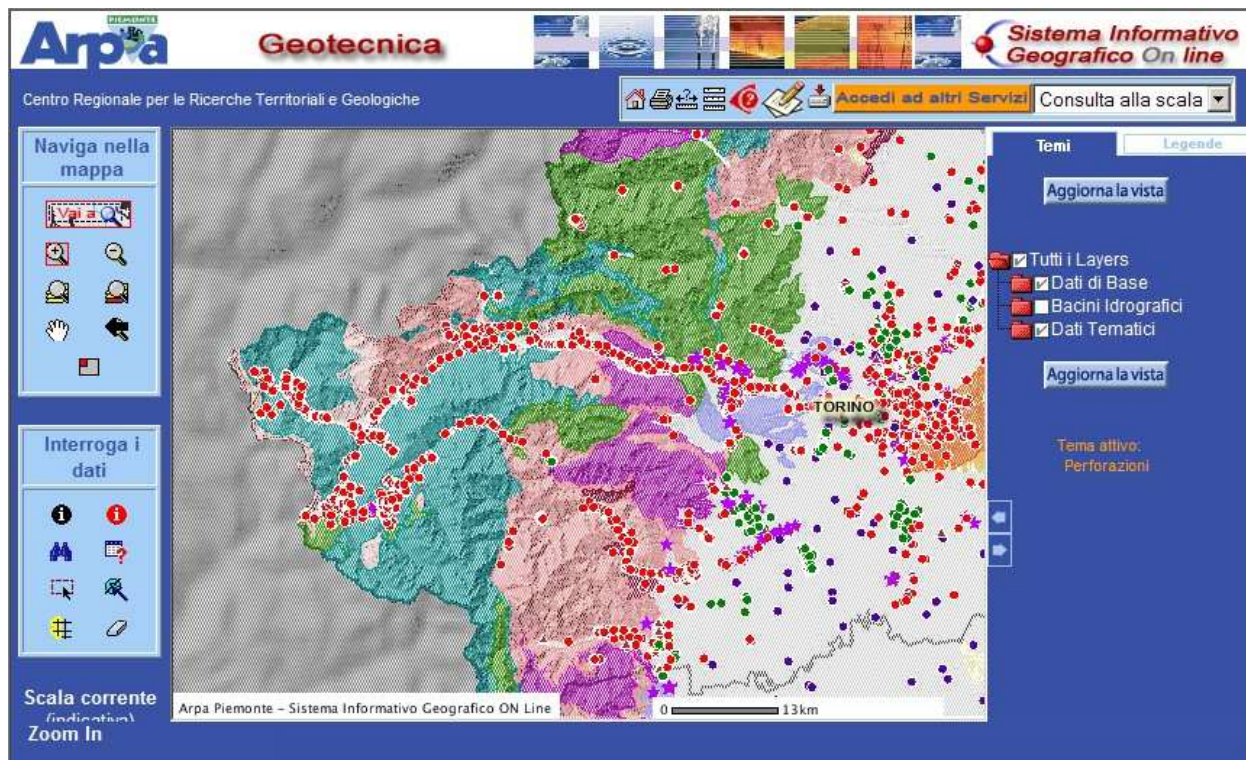
Dati: A tutt'oggi il sottosistema contiene circa 5'500 descrizioni di dettaglio delle perforazioni di sondaggio, 4'500 schede di caratterizzazione geotecnica e le risultanze di circa 5'000 prove di laboratorio.

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

Ultimo aggiornamento: Dicembre 2008

Download: SI

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>



Analisi PSinSAR™- Aree Anomale in Piemonte

Autori: ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte

Descrizione: Il servizio rende disponibili le risultanze della campagna di indagine tramite tecnologia radar-satellitare PSinSAR™ realizzata dal Centro per le Ricerche Territoriali e Geologiche tra il 2004 ed il 2007. La tecnica PSinSAR™ permette di rilevare lo spostamento nel tempo di "oggetti" al suolo (tipicamente fabbricati o roccia esposta) che siano buoni riflettori radar. Le elaborazioni sono state effettuate dalla Telerilevamento Europa TRE di Milano (spin-off del Politecnico di Milano) su immagini radar riprese dalle piattaforme satellitari europee ERS 1 ed ERS 2 tra il 1992 ed il 2001; tutte le informazioni fornite si riferiscono quindi a tale intervallo temporale.

Dati: Il servizio rende disponibile i dati su circa 2300 aree anomale, distribuite su tutto il territorio regionale. Ad ogni area anomala è associata una scheda descrittiva di dettaglio (in formato PDF) che riporta, oltre ad uno stralcio di cartografia dell'area anomala e dei singoli PS, le caratteristiche tecniche dei punti rilevati, i principali dati statistici sull'entità di movimento, alcuni dati di inquadramento delle aree interessate, ed infine, una prima interpretazione sulla tipologia di movimento.

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

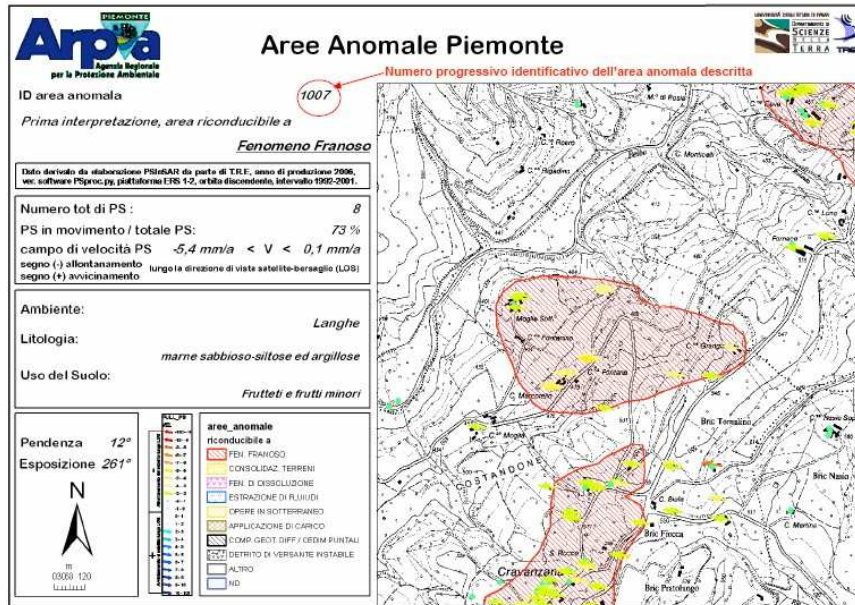
Data creazione servizio: Ottobre 2008

Ultimo aggiornamento servizio: Ottobre 2008

Aggiornamento dati: Dati non soggetti ad aggiornamento

Download: NO

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>



Banca Dati Geologica scala 1:100.000

Autori: ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte

Descrizione: Il servizio rende disponibili i dati delle cartografie realizzate dal 1982 al 1993 della Banca Dati Geologica, con base topografica di riferimento i fogli IGM scala 1:100.000.

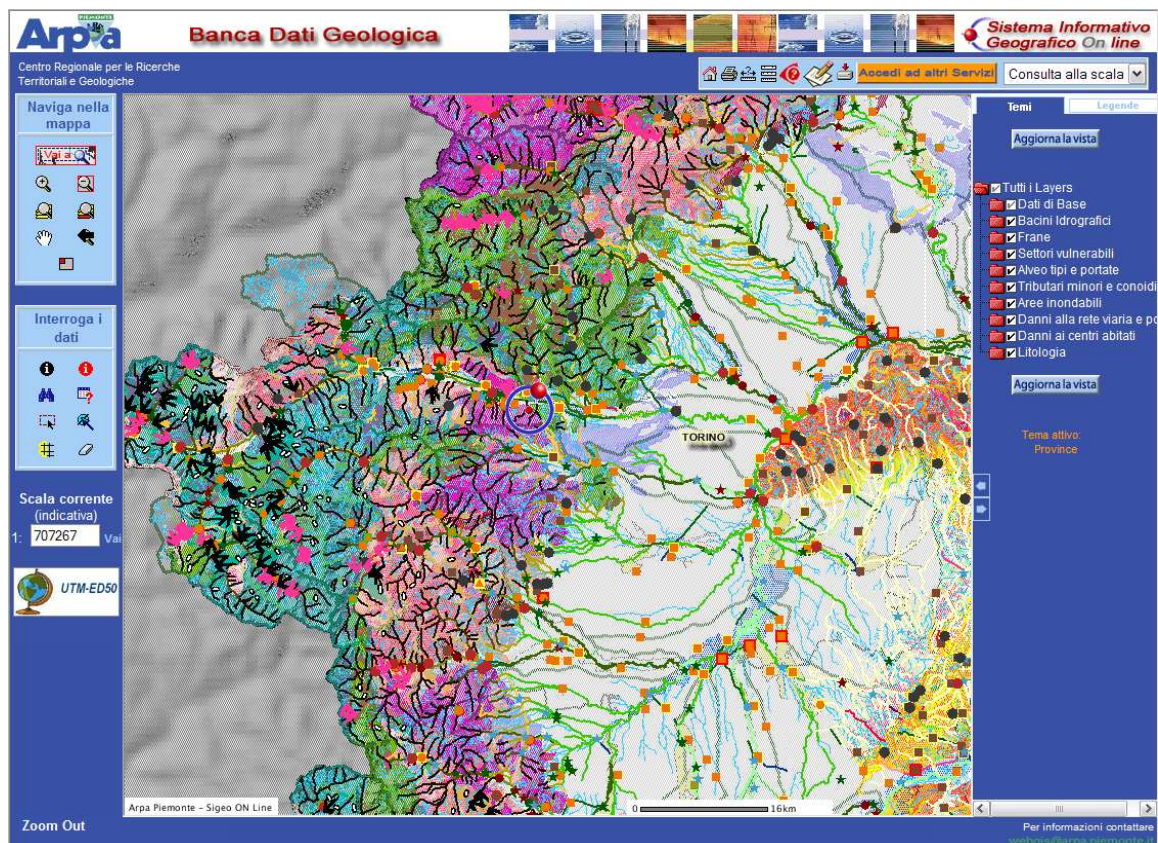
Dati: Vari

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

Ultimo aggiornamento: Marzo 2008

Download: SI

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>



Progetto CARG - Fogli Bardonecchia e Susa

Autori: ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte

Descrizione: Il servizio fornisce accesso alla consultazione delle informazioni raccolte ed informatizzate nell'ambito del Programma CARG - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1/50.000* in Piemonte, la cui attuazione è assegnata istituzionalmente ad ARPA Piemonte. Il programma di cartografia è promosso e coordinato dall'APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici. Al Progetto CARG è associata una **banca dati**, avente come riferimento la base topografica 1/25.000 IGM (in prospettiva si renderanno disponibili i dati rilevati sulla base CTR 1/10.000), dalla quale poter ricavare, all'occorrenza, informazioni di maggiore dettaglio che potranno essere utilizzate per scopi applicativi anche prima della stampa dei fogli alla scala 1:50.000. Tutto ciò al fine di rendere disponibili strumenti conoscitivi, quali i dati geologici, di fondamentale importanza per attuare una corretta pianificazione e gestione del territorio e, più in particolare, per la riduzione e la mitigazione del rischio idrogeologico.

L'intera base dati, componente specialistica del Sistema Informativo Geologico, è attualmente consultabile ed interrogabile in una *forma semplificata* rispetto alla struttura originaria, che fa riferimento al Quaderno 6 "Banca Dati Geologici", edito dal Servizio Geologico Nazionale nel 1997, con successivi aggiornamenti. I dati al momento consultabili sono quelli relativi ai fogli geologici Susa e Bardonecchia.

La scala idonea di rappresentazione ed impiego delle informazioni è **1:25.000** o eventualmente inferiore.

Dati: Litologia

Modalità di diffusione: WebGIS - ArcIMS 9.2

Data creazione servizio: Luglio 2004

Ultimo aggiornamento servizio: Marzo 2008

Aggiornamento dati: Aprile 2003

Download: SI

Link: <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>

Sottosistema Processi ed Effetti

Autori: ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Ambito territoriale: Regione Piemonte.

Descrizione: Il sistema si compone di strumenti finalizzati alla gestione delle informazioni inerenti i processi di versante, fluviali e torrentizi che interessano, o hanno interessato, il territorio piemontese in termini tipologici, di effetti e danni indotti. I dati sono tratti sia da fonti specialistiche, sia da pubblicazioni, perizie tecniche in senso lato (provenienti dall'attività ordinaria del Centro e di altri Enti), articoli di giornale, cronache locali, documentazione archivistica, sia dal rilevamento e dalle osservazioni dirette dei processi di instabilità naturali in atto.

Dati: Gli archivi contengono al momento attuale oltre 30'000 singole segnalazioni. Sono quindi descrivibili con un buon grado di dettaglio i 32 eventi alluvionali significativi che hanno colpito il territorio regionale nel XX secolo ed il centinaio circa di eventi "minori" rimanenti verificatisi in un arco temporale esteso anche alla metà del XIX secolo.

Modalità di diffusione: Servizio WEB con fornitura schede descrittive di segnalazioni a carattere storico e ubicazione geografica delle schede.

Link: <http://marcopolo.arpa.piemonte.it/bdqe/index.php>

The screenshot displays the ARPA Piemonte web application interface. At the top, the ARPA logo is visible, along with navigation tabs for 'HOME PAGE', 'BANCA DATI GEOLOGICA', and 'DESCRIZIONE DEI DATI SCARICATI'. The main area features a satellite map of Bardonecchia, Italy, with a red location pin. A popup window provides details for the selected location: 'Codice istat: 001022' and 'Comune di: Bardonecchia'. Below this, a text box explains that clicking on localities in the right-hand column will provide more information on interventions. To the right of the map, a sidebar titled 'Visualizza i luoghi degli interventi' lists several river basins with their start dates and codes:

- BACINO DEL RHO**
Inizio: 1796
Codice: 184
- BACINO DEL RHO**
Inizio: 1798
Codice: 185
- BACINO DEL RHO**
Inizio: 1865
Codice: 186
- BACINO DEL RHO**
Inizio: 18/08/1868
Codice: 187
- BACINO DEL RHO**
Inizio: 02/10/1868
Codice: 188