

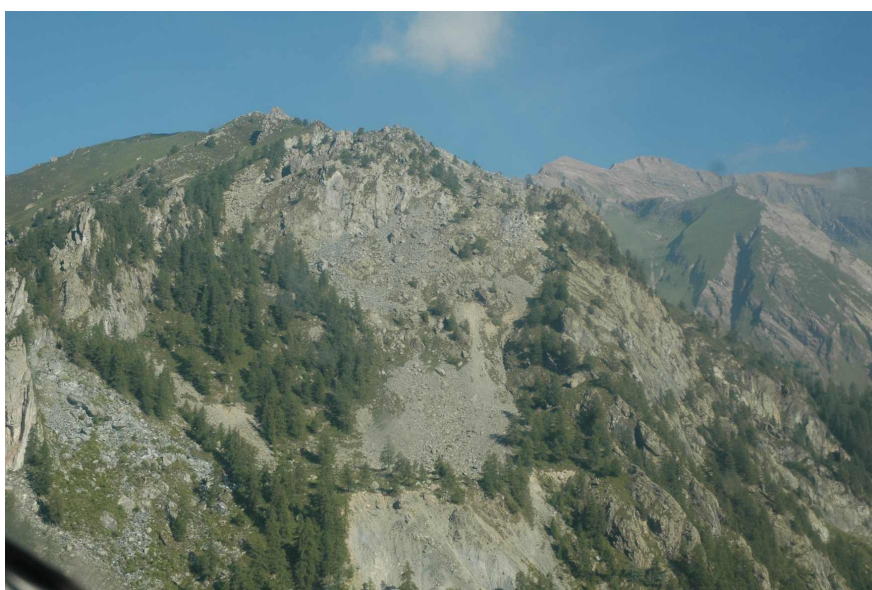


**Progetto ALCOTRA RISK NAT
Azione B2
SISTEMA INFORMATIVO FRANE IN PIEMONTE
Scheda descrittiva di dettaglio III livello di approfondimento**

Provincia di Torino

Comune di Valprato Soana

località Cima Brenvetto



Dipartimento Tecnico Geologia e Dissesto – ARPA Piemonte
Ultimo aggiornamento della scheda Maggio 2012

In prima pagina vista da elicottero della porzione sommitale del fenomeno del Brenvetto, foto Arpa Piemonte

Indice

1Premessa.....	4
2Introduzione.....	5
3Informazioni e dati disponibili.....	6
3.1Documentazione disponibile.....	6
3.2Studi pregressi.....	9
3.3Quadro relativo a vincoli ed aspetti normativi.....	12
3.4Voli aerei disponibili.....	12
3.5Dati interferometrici.....	13
4Analisi del dissesto.....	15
4.1Inquadramento geologico-strutturale.....	15
4.2Analisi geomorfologica.....	16
4.3Descrizione del fenomeno.....	16
5Sistemi di controllo.....	17
5.1Dati topografici GPS.....	17
5.2Dati PSInSAR.....	20
6Bibliografia.....	25

1 Premessa

La presente scheda di approfondimento al III livello del SIFraP (Sistema Informativo Frane in Piemonte) è stata realizzata nell'ambito del progetto INTERREG Alcotra RISKMAT. La quasi totalità delle informazioni riportate nella scheda derivano dalle valutazioni effettuate dal Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto di Arpa Piemonte effettuate, in seguito all'attivazione del sistema di monitoraggio del fenomeno.

2 Introduzione

La frana di Cima Brenvetto è ubicata lungo il versante destro della val Soana, nel Comune di Valprato Soana (TO). Il dissesto coinvolge in totale un'area di circa 720'000 m², a partire dalla zona di cresta, posta a quota 2120 m slm circa, fino al fondovalle a quota 1470 m slm, per un dislivello complessivo di circa 650 m. Il versante presenta esposizione est ed è caratterizzato da un acclività media di circa 33°.

La frana è composta da più fenomeni con tipologia differente. La frana principale (codice identificativo Sifrap 001-02042-04) è di tipo complesso ed induce, nella sua parte centro-distale, l'attivazione di crolli e colamenti rapidi. L'intero versante è inoltre interessato da un ampio Fenomeno di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (DGPV).

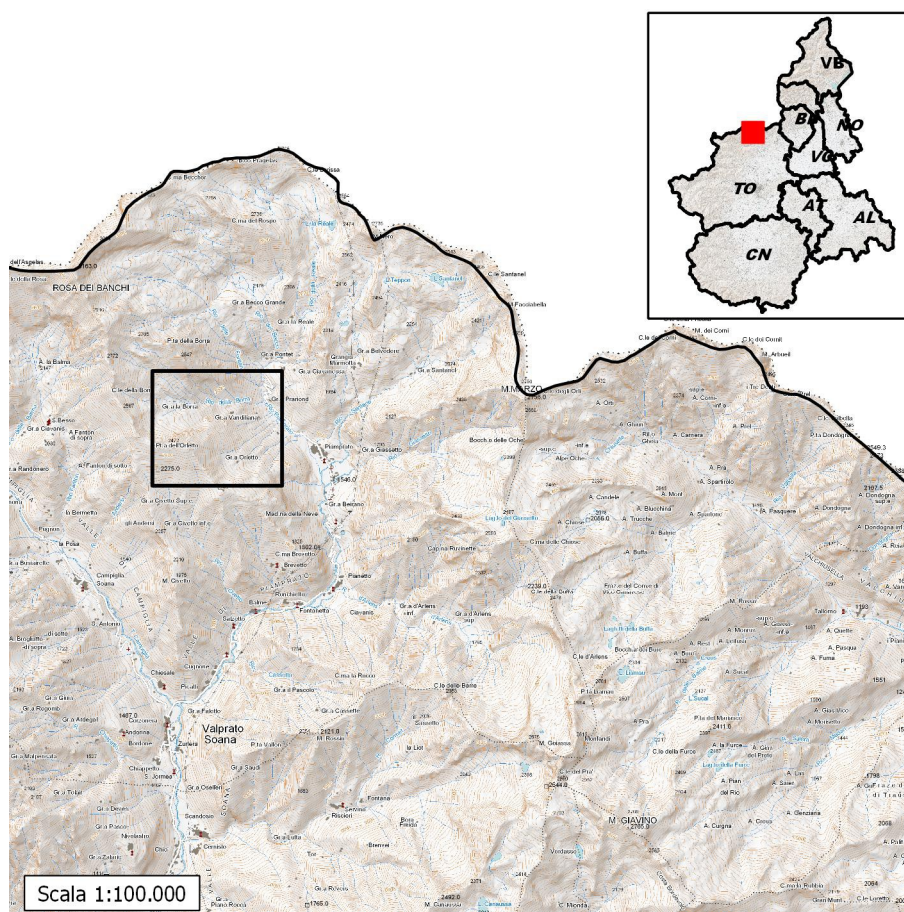


Figura 2.1 - Stralcio cartografia scala 100.000 con localizzazione indicativa del dissesto (box nero).

3 Informazioni e dati disponibili

3.1 Documentazione disponibile

I principali lavori disponibili nell'archivio FONTI di Arpa Piemonte per l'area in esame sono elencati in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Riepilogo documentazione disponibile nell'archivio FONTI e DOCUMENTAZIONE di Arpa Piemonte

Codice	Titolo	Tipo	Anno	Autori
215694	La geotraversa Gran paradiso-zona Sesia in alta Val Soana	Articolo	1984	Riccardo Polino, P. Tartarotti, G.V. Dal Piaz, L. Benciolini, P. De Vecchi
192438	Richiesta di sopralluogo del comune di Valprato Soana	Studio	8/10/1992	Comune di Valprato Soana
217884	Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (Torino)	Articolo	1995	F. Carraro, M. G. Forno, P. C. Bocca
3489	Valprato Soana - frana in sponda destra del torrente Soana	Studio	22/05/1997	Giuseppe Manzone
303852	Frana gravitativa in sponda destra del Torrente Soana in località Madonna della Neve - Il intervento urgente	Studio	03/12/97	G. Manzone
2025	Studio Idraulico dei bacini dei torrenti Orco, Soana e Bordone - Alluvione autunno 2000	Studio	2000	CNR-IRPI
244002	Piano Regolatore Generale del Comune di Valprato Soana	Studio		P. Quagliolo

Nel documento con codice **192438** (Richiesta di sopralluogo del comune di Valprato Soana) l'amministrazione comunale segnala che a causa delle abbondanti precipitazioni temporalesche avvenute nei giorni precedenti la segnalazione è avvenuto l'innescò di una frana composta prevalentemente di massi di grosse proporzioni all'interno dell'alveo del Torrente Soana in corrispondenza di loc. Madonna della Neve (riportata però nel documento come Regione Gurbe), precludendo in parte il regolare deflusso delle acque. Secondo quanto indicato in Banca Dati Arpa Piemonte il distacco è avvenuto immediatamente al di sotto di Cima Brenvetto. In Figura 3.1 sono riportate alcune immagini del fenomeno. Il dissesto è descritto nella scheda SIFRAP con codice (001-03560-00).



Figura 3.1 - Loc. Mad della Neve - A sinistra, foto panoramica con evidenza la zona di partenza e la traiettoria dei blocchi; a destra blocchi del crollo che hanno superato la SP. Visibili sull'asfalto alcune tracce di impatto.

Il documento con codice **3489** a firma del Comune di Valprato Soana richiede, a seguito di sopralluoghi con il Tecnico incaricato per la redazione dei progetti di sistemazione della frana Ing. Giuseppe Manzone, un ulteriore finanziamento di 1.800.000.000 Lire per estendere gli interventi già previsti all'intero tratto in fregio alla frana (per un totale di 260m compresi gli 85m già finanziati). In allegato è presente la *relazione tecnica preliminare, computo estimativo delle opere, documentazione fotografica, schemi delle opere previste e relazione geologica* preliminare a firma dell'Ing. Manzone. Secondo tale documento nel maggio 1997 risultavano finanziati, per un primo intervento £.400.000.000 al Comune di Valprato Soana e £.500.000.000 alla Comunità Montana Valli Orco e Soana, per un totale di £. 900.000.000. Il primo lotto di interventi prevedeva l'esecuzione, a protezione di un tratto di 85,00 m dall'erosione al piede, di un argine in massi (prelevati sul luogo) cementati dell'altezza di 4,00 metri. Per lo stesso tratto di 85,00 m è previsto lo sgombero dall'alveo dei grossi massi presenti in sponda sinistra che deviano la corrente verso il corpo della frana. Per consolidare la quota di imposta del piede degli argini sono inoltre previsti taglioni a passo di circa 40,00 metri con soglie in massi vincolati. Sulla parete di frana si è previsto l'intervento con opere di ingegneria naturalistica.

Nel documento con codice **303852** vengono specificati nel dettaglio gli interventi realizzati con finanziamento di £.400.000.000 al Comune di Valprato Soana e £.500.000.000 alla Comunità Montana Valli Orco e Soana già citati in precedenza.

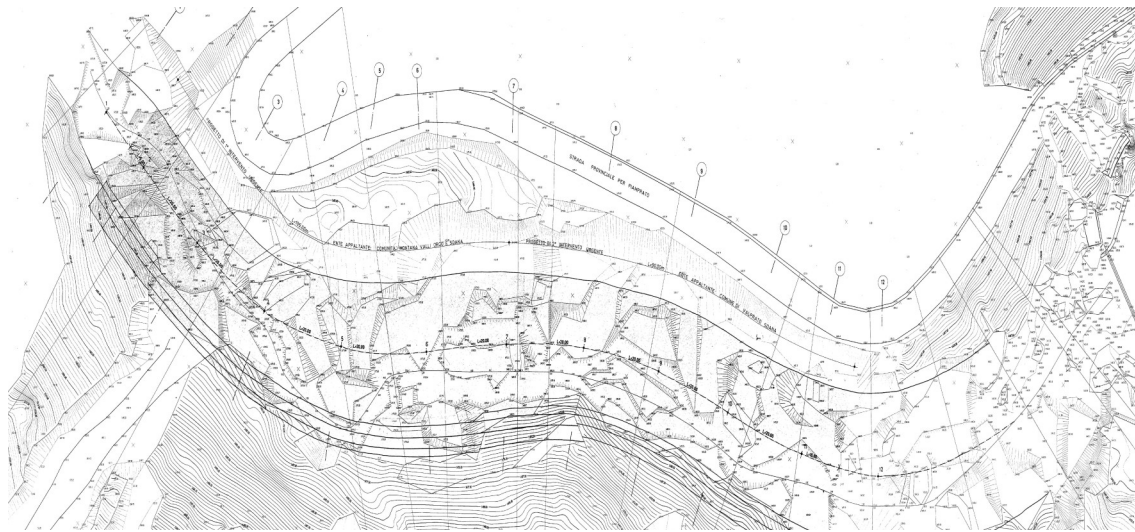


Figura 3.2 - Stralcio della Relazione tecnico descrittiva per la realizzazione degli interventi realizzati dalla Comunità Montana Valli Orco e Soana e dal Comune di Valprato Soana (codice Fonti 303852)

Il documento con codice **217884** dal titolo *Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (Torino)* effettuato da F. Carraro, M. G. Forno e P. C. Bocca, pubblicato nel 1995 è l'unico studio di cui si è a conoscenza di carattere più prettamente geologico. Lo studio ricostruisce, attraverso osservazioni di terreno e fotointerpretazione, i principali fenomeni gravitativi identificabili nel tratto della Val Soana a monte dell'abitato di Valprato.

3.2 Studi pregressi

Il principale lavoro disponibile che descrive nel dettaglio i fenomeni di versante nell'area in esame è il documento con codice **217884** dal titolo *Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (Torino)* effettuato da F. Carraro, M. G. Forno e P. C. Bocca, pubblicato nel 1995. Nell'ambito di questo lavoro vengono identificati i principali depositi presenti nella parte alta della val Soana compresa tra l'abitato di Pianetto e la zona di Gr.a Pontet. Vengono riconosciuti dagli autori diverse formazioni superficiali, riportate in Figura 3.3. Di queste quello indicato come corpo F corrisponde con l'area in esame. Questo deposito è alimentato dal versante destro, è distribuito a colmare un settore relativamente esteso del fondovalle e presenta espressione morfologica particolare: il suo maggiore spessore alla base del versante sinistro indica che è in parte risalito su quest'ultimo. Nel tratto della valle principale immediatamente a monte, si sviluppa un esteso fondovalle pianeggiante sul quale è ubicato l'abitato di Piamprato: esso rappresenta, come si è detto, la testimonianza di un vasto bacino lacustre attualmente colmato, legato all'ostruzione dell'originario fondovalle determinata da questo corpo. Secondo quanto riportato dagli autori, in generale gli accumuli descritti risultano variamente dissecati dal reticolato idrografico sovrainposto e rimodellati dal ruscellamento diffuso. La dissezione ad opera del reticolato idrografico successivo è più rilevante in corrispondenza degli accumuli distribuiti sul fondovalle, che risultano profondamente incisi dal T. Soana e dal reticolato affluente. Il rimodellamento interessa invece soprattutto gli accumuli presenti sui versanti, in relazione alla loro maggiore inclinazione. La dissezione del corpo F1 ha dato luogo alle alte scarpate che delimitano l'alveo del T. Soana nel tratto tra Pianetto e Madonna della Neve: tali scarpate, con altezza fino a un centinaio di metri e decrescenti verso monte fino ad annullarsi rappresentano il risultato dell'erosione regressiva che tende a cancellare l'influenza dell'accumulo sul profilo longitudinale del corso d'acqua. Gli accumuli sono costituiti da elementi rocciosi con dimensioni molto variabili, caratterizzati da una disposizione caotica e mescolati a una matrice sabbioso-limosa. Gli elementi sono caratterizzati da forma angolosa; spesso le loro facce mostrano di corrispondere a superfici di frattura. Il loro volume prevalentemente varia tra alcuni dm³ e alcune migliaia di m³. Localmente si possono osservare elementi con dimensioni più rilevanti, fino ad alcune decine di migliaia di m³; questi sono in genere concentrati nei settori frontali dei corpi.

Gli autori riconoscono come le nicchie di distacco siano in genere distintamente riconoscibili e corrispondano ad evidenti scarpate che interrompono la continuità dei versanti, caratterizzate in genere da affioramento della roccia in posto e dall'assenza di copertura vegetale. In molti casi osservano come la roccia affiorante in corrispondenza a esse risulti priva della patina di alterazione che normalmente la caratterizza. Dal punto di vista strutturale viene evidenziato che la quasi totalità delle nicchie di distacco mostra un andamento caratteristico, corrispondendo a tratti di versante con direzione rispettivamente NE-SW o NW-SE; meno frequenti sono invece i tratti con sviluppo circa N-S. Questo andamento corrisponde a quello di evidenti sistemi di frattura, generalizzati all'intera area: le fratture più importanti sono quelle del sistema NW-SE, e in particolare quella che costituisce il margine nordorientale della dorsale di Cima Brenvetto e quella che interseca l'isoipsa dei 1900 m a Ovest di Piamprato; quest'ultima è evidenziata dalla presenza di una contropendenza di versante, con larghezza di circa 30 m e profondità superiore a 10m, che isola verso il basso un vasto settore di forma conica. Le nicchie rispettivamente degli accumuli C e F, coincidenti con le fratture più importanti riconosciute nell'area, ricalchino i principali contatti tettonici indicati in BATTISTON et alii (1984).

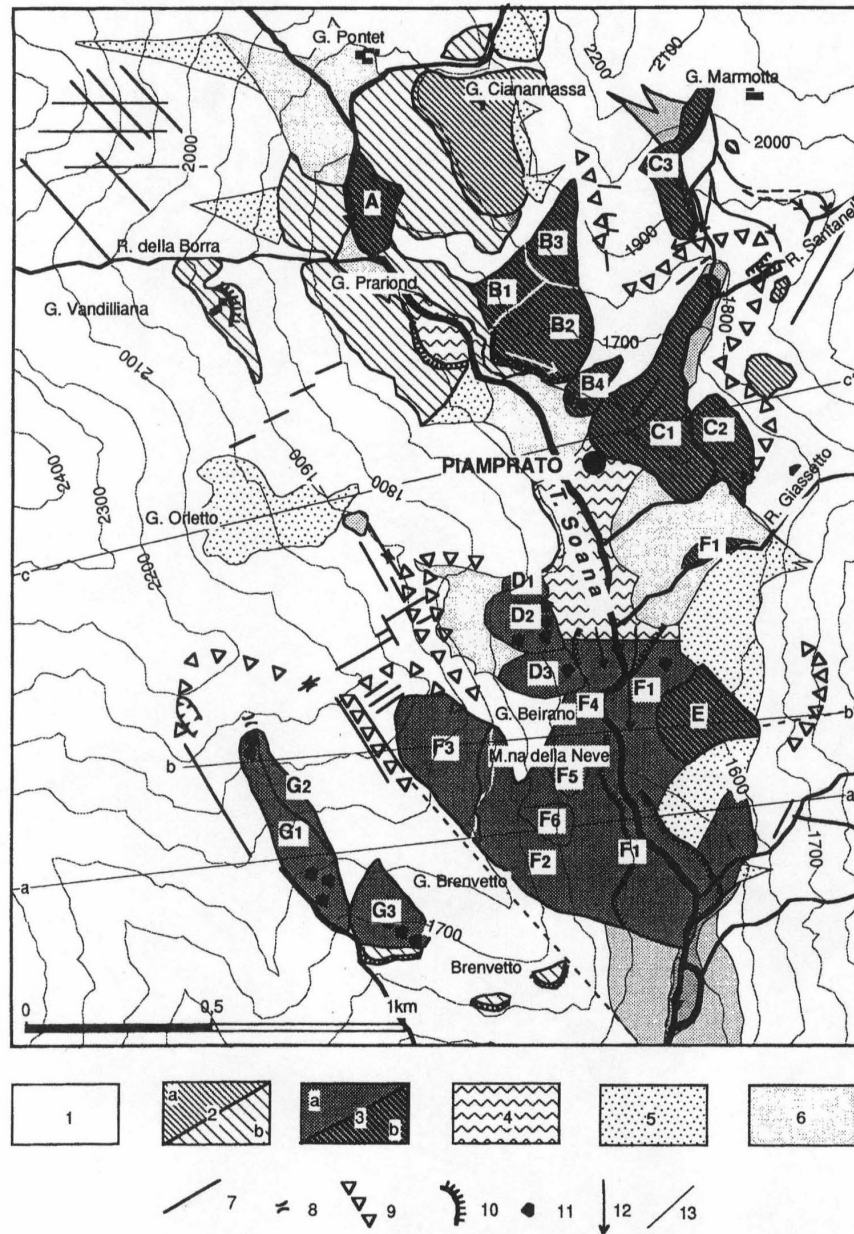


Fig. 1 - Carta geologica delle formazioni superficiali dell'alta Val Soana: le sigle A, B₁, B₂, B₃, B₄, C₁, C₂, C₃, D₁, D₂, D₃, E, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆, G₁, G₂ e G₃ contraddistinguono gli accumuli descritti con la stessa simbologgia nel testo. 1) substrato roccioso localmente con copertura di prodotti colluviali; 2) depositi glaciali: di ablazione (a), di fondo (b); 3) accumuli di frana alimentati dal versante destro (a), dal versante sinistro (b); 4) depositi lacustri; 5) depositi detritici di versante; 6) depositi alluvionali; 7) principali fratture; 8) contropendenze di versante (selle) sviluppate in corrispondenza a fratture; 9) nicchie di distacco; 10) orli di scarpate di erosione; 11) principali blocchi con dimensioni superiori ad alcune centinaia di m³; 12) alvei abbandonati; 13) tracce dei profili di fig. 2.

Figura 3.3 - Carta geologica delle formazioni superficiali dell'alta Val Soana con la ricostruzione delle principali fenomeni di versante (Da Bocca et al, 1995)

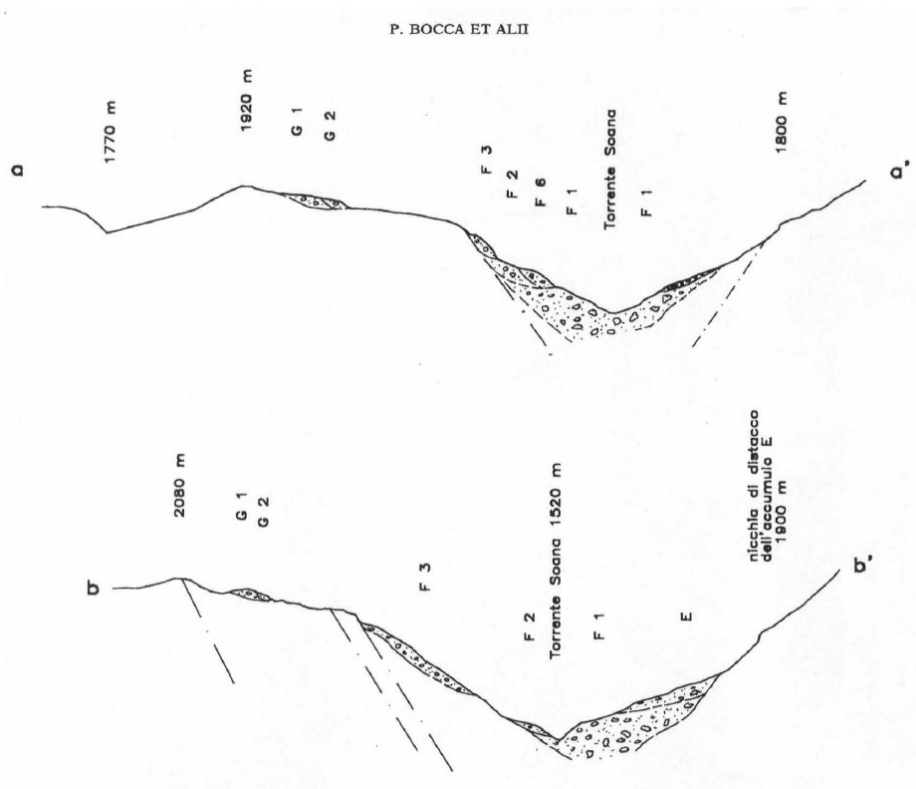


Figura 3.4 - Profili geologici trasversali delle formazioni superficiali dell'alta Val Soana (Da Bocca et al, 1995)

3.3 Quadro relativo a vincoli ed aspetti normativi

Il Piano Regolatore Generale (PRGC) del Comune di Valprato Soana risulta approvato ai sensi dell'art. 15 della Legge Regionale 5.12.1977 n. 56 e successive modificazioni con Deliberazione della Giunta Regionale del 25 luglio 2005, n. 18-557, pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 31 del 4 agosto 2005. Secondo quanto riportato dalla Direzione Regionale 14 – Settore Difesa del suolo al settembre 2011 il PRGC non risultava aggiornato al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). L'allegato alla deliberazione della Giunta Regionale di approvazione del PRGC indica chiaramente che *“Gli studi geologici che corredano il PRGC hanno interessato lo stato del dissesto locale limitatamente ai settori di fondovalle e pertanto non sono tali, per approfondimento ed estensione territoriale, da costituire formale adeguamento dello strumento urbanistico comunale al PAI”*.

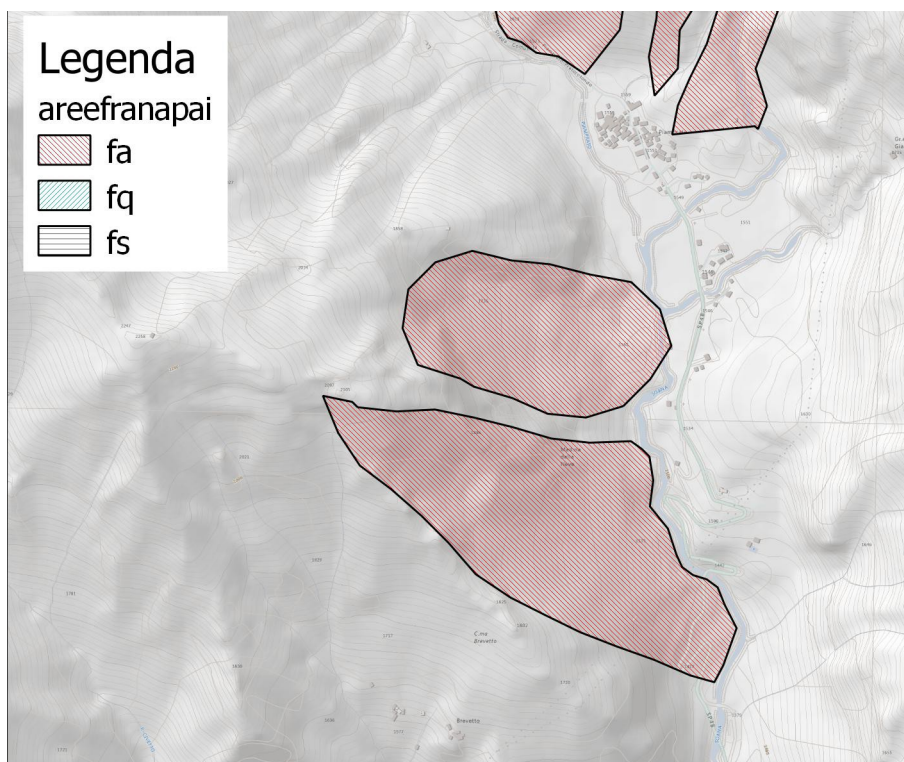


Figura 3.5 - perimetrazione dell'area in esame come riportata dalla cartografia 1:25.000 PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico in Piemonte)

3.4 Voli aerei disponibili

Nome Volo	Scala	Compagnia	Anno
Volo Regione Piemonte 1991	1:31.000	Compagnia Generale Riprese (Fontana – Parma)	1991
Volo Regione Piemonte 2000	1:15.000	Compagnia Generale Riprese (Fontana – Parma)	2000-2001
Volo Ferretti	1:15.000		

3.5 Dati interferometrici

Arpa Piemonte, negli ultimi anni si avvale di una nuova tecnologia che consente, mediante tecnica radar interferometrica – PSInSAR™) di telerilevamento, di individuare e di valutare lo spostamento con precisione dell'ordine millimetrico di punti fisici dotati di particolari caratteristiche di fisiche di riflettività del segnale radar, denominati permanent scatterers (PS). Tale tecnica è applicabile su ampie porzioni di territorio e l'analisi dei dati può avvenire per l'intera serie storica su cui sono disponibili le immagini satellitari.

I PS vengono individuati sulle immagini con metodi statistici e corrispondono generalmente a bersagli quali edifici, oggetti metallici, antenne, pali, rocce esposte, per i quali le caratteristiche di riflessione dell'onda radar si mantengono stabili nella maggior parte delle immagini radar utilizzate. Questo consente di confrontare quantitativamente le riflessioni dello stesso oggetto in diverse immagini e, operando sulle differenze di fase dell'onda riflessa, di misurare gli spostamenti millimetrici del bersaglio rispetto al sensore del satellite lungo una direzione denominata linea di vista. Essendo la tecnica (PSInSAR™) particolarmente idonea all'identificazione ed alla definizione delle deformazioni ad evoluzione lenta, essa offre un importante mezzo di analisi nello studio dei fenomeni franosi.

Nel 2006 è stata effettuata da TRE Europa una prima indagine su tutto il territorio regionale utilizzando i dati derivati dai satelliti ERS-1 ed ERS-2 dell'Agenzia Spaziale Europea, che copre il periodo temporale compreso tra il 1992 ed il 2001. Nel 2010, una seconda indagine è stata effettuata unicamente sulla porzione di arco alpino corrispondenze alle province di Torino e Cuneo a partire dalle immagini della piattaforma canadese RADARSAT, per il periodo compreso tra il 2003 ed il 2009. L'elaborazione di tali immagini è stato effettuato utilizzando il nuovo algoritmo, denominato SqueeSAR, sviluppato dall'Università di Milano, che permette di identificare sia riflettori puntuali (PS) e scatterers diffusi (DS) aumentando notevolmente il numero di punti identificati, soprattutto in aree alpine.

Per l'area in esame l'indagine con i dati ERS non ha evidenziato la presenza di riflettori pertanto non sono disponibili dati PS. L'analisi sui dati Radarsat, al contrario evidenzia un elevato numero di riflettori. Sulla zona, oltre all'analisi standard effettuata su tutta la porzione centro meridionale dell'arco alpino, è stata effettuata un'analisi di tipo *local* che ha permesso di evidenziare una maggior numero di riflettori. Per quanto riguarda i dati RADARSAT sono disponibili i dati derivanti dai seguenti dataset:

Tabella 3.2- Riepilogo delle elaborazioni effettuate da TRE su dati RADARSAT dati ascendenti

Dataset:	CORIO_RSAT_S3_A_T290	CORIO_RSAT_S3_A_T290_local
Tipo di analisi:	Regional SqueeSAR™ Analysis	Regional SqueeSAR™ Analysis
Satellite utilizzato	RSAT-S3	RSAT-S3
Geometria di acquisizione	ASCENDING	ASCENDING
Numero di scene utilizzate	91	91
Intervallo temporale di analisi	17/3/2003 - 28/11/2009	17/3/2003 - 28/11/2009
Master acquisition	UTC Time 17:15:47	UTC Time 17:15:47
Sistema di proiezione	WGS_1984_UTM_Zone_32N	WGS_1984_UTM_Zone_32N
Coordinate del punto di riferimento	NORTH: 5009112,7214	NORTH: 5009112,7214

SIFRAP - Scheda descrittiva di dettaglio III livello di approfondimento
Comune di Valprato Soana, località Cima Brenvetto

	EAST: 390448,6244	EAST: 390448,6244
Estensione dell'area di interesse	3655,49 Km ²	164,74 Km ²
Numero di PS identificati	346598	8797
Coordinate del versore di puntamento	N: -0.09447 E: -0.53249 E: -0.53249	N: -0.09447 E: -0.53249 E: -0.53249

Tabella 3.3- Riepilogo delle elaborazioni effettuate da TRE su dati RADARSAT dati discendenti

Dataset:	CORIO_RSAT_S3_D_T340	CORIO_RSAT_S3_D_T340_local
Tipo:	Regional SqueeSAR™ Analysis	Regional SqueeSAR™ Analysis
Satellite utilizzato	RSAT-S3	RSAT-S3
Geometria di acquisizione	ASCENDING	ASCENDING
Numero di scene utilizzate	83	83
Intervallo temporale di analisi	14/4/2003 - 2/12/2009	14/4/2003 - 2/12/2009
Master acquisition UTC Time	5:38:32	5:38:32
Sistema di proiezione	WGS_1984_UTM_Zone_32N	WGS_1984_UTM_Zone_32N
Coordinate del punto di riferimento	NORTH: 5014162,3074 EAST: 382264,0121	NORTH: 5014162,3074 EAST: 382264,0121
Estensione dell'area di interesse	3614,61 Km ²	173,8 Km ²
Numero di PS identificati	392140	13045
Coordinate del versore di puntamento	N: -0.11514 E: 0.53923 E: 0.83425	N: -0.11514 E: 0.53923 E: 0.83425

4 Analisi del dissesto

4.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il settore in esame è modellato prevalentemente in prasiniti, serpentiniti, anfiboliti, micascisti, con subordinati calcescisti e marmi, tutti litotipi appartenenti al Complesso dei Calcescisti con Pietre verdi della Zona Piemontese. Secondo quanto riportato da Forno ed al è disponibile una cartografia petrografico-strutturale effettuata da BATTISTON et alii (1984): in particolare, nel tratto di valle considerato gli Autori indicano la presenza di due importanti superfici di sovrascorrimento a basso angolo, affioranti su entrambi i versanti, a loro volta dislocate da più recenti strutture di tipo fragile.

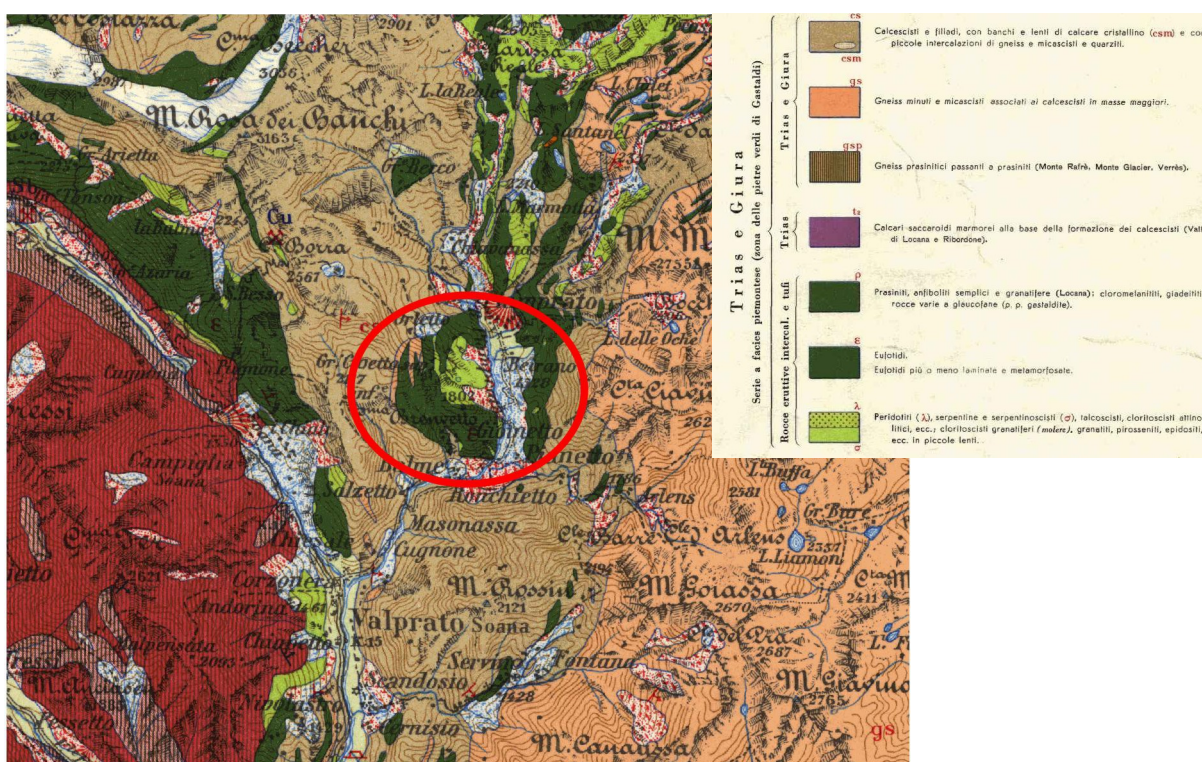


Figura 4.1 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia - scala 1:100.000 con localizzazione indicativa della zona interessata (linea rossa).

Dati riguardanti le formazioni superficiali sono invece contenuti nel Foglio 42, «Ivrea», della Carta Geologica d'Italia (MATTIROLO et alii, 191 2): in particolare, il rilievo costituito da depositi incoerenti che delimita verso valle la superficie pianeggiante su cui si sviluppa l'abitato di Piamprato (1550 m), profondamente inciso dal T. Soana, viene considerato formato da depositi glaciali. In una successiva carta geologica dedicata specificatamente al modellamento glaciale della valle (SACCO, 1925), nel settore considerato vengono indicati due gruppi di cordoni morenici, ciascuno costituito da una successione di archi concentrici, sviluppati rispettivamente a Nord di Piamprato (nell'area in cui nella Figura 3.3 vengono indicati gli accumuli gravitativi A e B) e a Sud dello stesso abitato (nell'area in cui vengono cartografati gli accumuli E e F). Secondo quanto riportato dalla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio 42 – IVREA (Figura 4.1) gli accumuli gravitativi ascrivibili ai fenomeni analizzati vengono riportati come "Detriti di Falda".

4.2 Analisi geomorfologica

L'evoluzione morfologica della parte superiore della valle Soana è fortemente modellata da fenomeni gravitativi di versante antichi e recenti. Il fenomeno gravitativo con maggiore influenza è quello cui è connessa la formazione del vasto accumulo gravitativo che ha colmato un esteso settore di fondovalle e responsabile dell'ostruzione di quest'ultimo con la conseguente variazione nell'andamento del corso d'acqua principale. Tale variazione è testimoniata, oltre che dal bacino lacustre colmato su cui sorge l'abitato di Piamprato, anche dall'esistenza di due tratti di alvei abbandonati dal T. Soana entro l'accumulo di frana (Bocca, et al. 1995). L'accumulo è ancora oggi ben riconoscibile e perimetrato nel SIFraP con id frana 001-02042-06. Gli altri accumuli presenti nell'area, pur dando luogo ad accumuli di estensione e spessore rilevanti hanno creato variazioni maggiormente localizzate nell'assetto morfologico dei versanti. La loro genesi ha tuttavia comportato la completa obliterazione su un'area molto estesa delle tracce del modellamento glaciale, invece tuttora ben conservate nel tratto di valle a monte dell'abitato di Piamprato, Quelle più evidenti sono rappresentate dalla estesa superficie sub-pianeggiante terrazzata riconoscibile sul versante sinistro a Nord di Gr. Prariond, a quote comprese tra 1700 e 1800 m, caratterizzata da modeste ondulazioni e delimitata verso valle da un rilievo in contropendenza con altezza di alcuni metri (Bocca, et al. 1995).

4.3 Descrizione del fenomeno

Il versante in oggetto è interessato da fenomeni con diversa tipologia di movimento. La frana principale (codice identificativo SIFraP 001-02042-04) è di tipo complesso: il movimento prevalente avviene per scivolamento dell'ammasso roccioso che si presenta fortemente disarticolato. Lo scivolamento si sviluppa dalla parte sommitale del versante, a quota 2120 m, e si trasforma nella parte mediana del versante in un fenomeno di scivolamento a carico dell'ammasso detritico. Al suo interno si formano numerosi fenomeni secondari di crollo in roccia legati all'estrema fratturazione dell'ammasso roccioso. Ad esempio nell'ottobre del 1992 il Comune di Valprato Soana segnala, causa abbondanti precipitazioni temporalesche, la caduta di una frana composta prevalentemente di massi di grosse proporzioni all'interno dell'alveo del Torrente Soana in corrispondenza di loc. madonna della Neve (riportata però nel documento come Regione Gurbe), precludendo in parte il regolare deflusso delle acque (Fonte: 192438). Il volume complessivo del materiale franato è di circa un migliaio di mc (codice SIFraP – 001-03560-00).

Nella parte frontale lo scivolamento induce l'attivazione di ulteriori fenomeni di crollo a cui si associano anche diffusi colamenti rapidi ed un generale movimento della porzione più superficiale della coltre detritica fino al fondovalle. Il fenomeno è ben evidente in corrispondenza del piede del versante, dove a causa del continuo processo di erosione effettuato dal T. Soana mette a nudo i potenti depositi detritici di versante.

La porzione superiore del versante è stata riconosciuta come affetta da un più ampio fenomeno di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (codice SIFraP 001-02042-01), sebbene gli elementi caratteristici che distinguono tali fenomeni (trench, sdoppiamenti di cresta, depressioni allungate) non siano particolarmente sviluppati ed evidenti.

5 Sistemi di controllo

5.1 Dati topografici GPS

Dalla primavera del 2004 Arpa Piemonte ha installato 5 capisaldi per le letture degli spostamenti superficiali mediante sistema GPS. La misura di zero è stata realizzata nel luglio 2004; le misure successive sono state eseguite con cadenza annuale. Dalla lettura effettuata nel 2010 il movimento cumulato massimo, registrato in corrispondenza del caposaldo G6VPSA3, è pari a 485 mm (rispetto alla misura di zero del 28 luglio 2004). Ne risulta una velocità massima di spostamento massima di circa 80 mm/y, con direzione di movimento coerente con la massima pendenza locale del versante. Anche gli altri capisaldi misurano velocità di spostamento dell'ordine di alcuni cm/y.

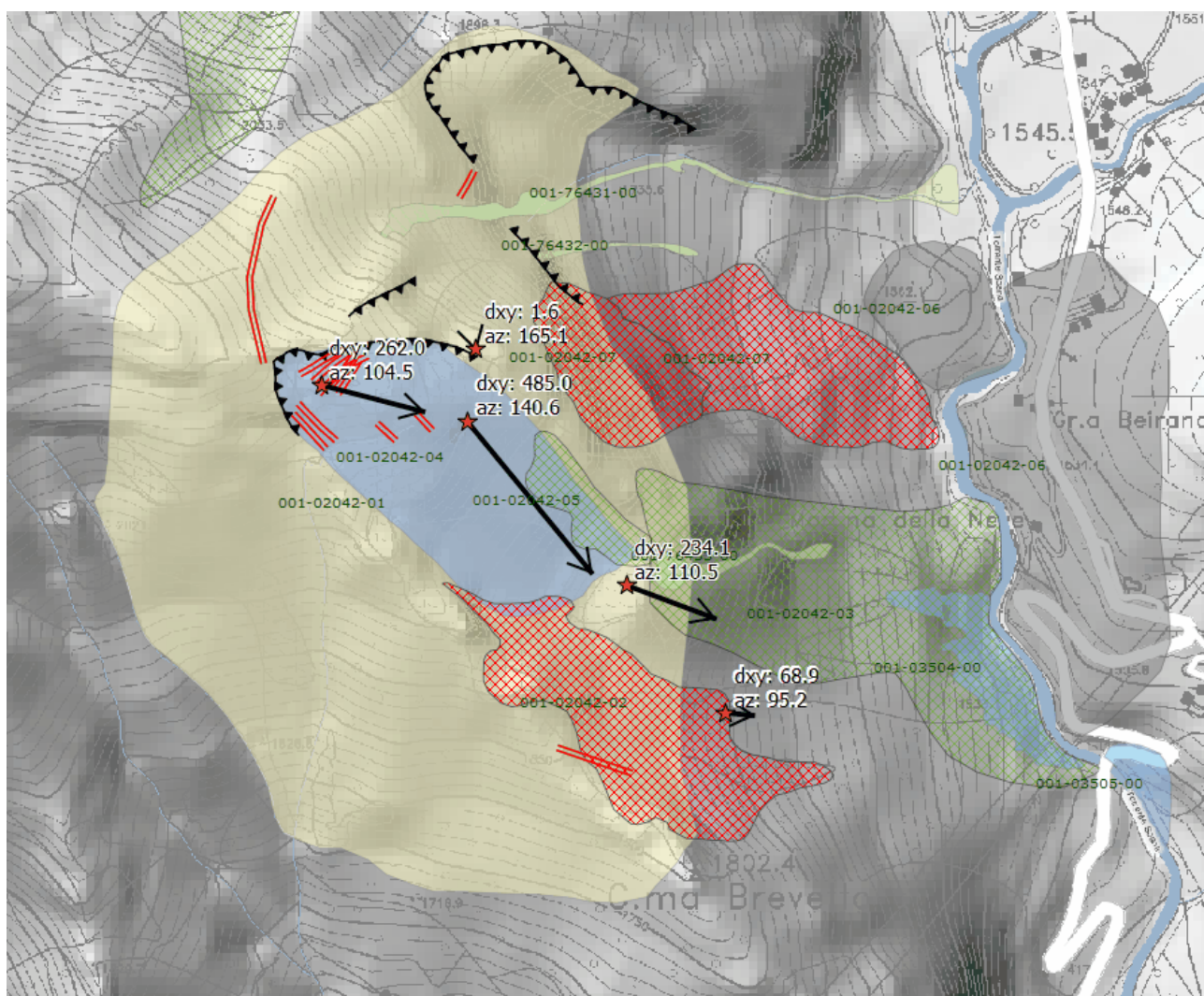


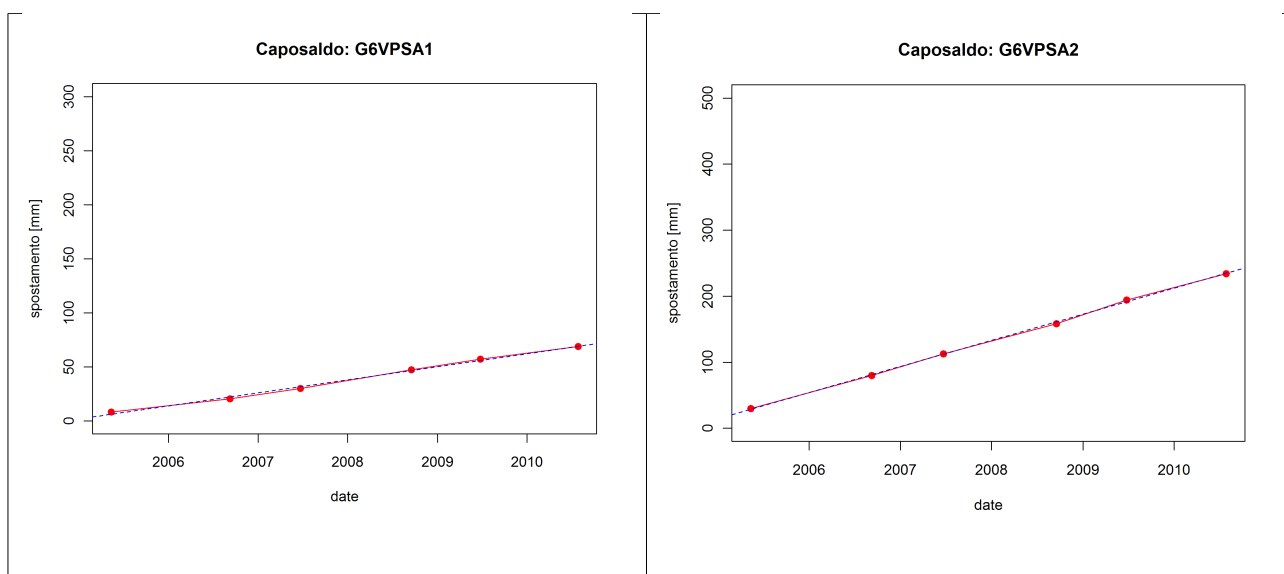
Figura 5.1 - Vettori spostamento sul piano orizzontale per il periodo luglio 2004 - giugno 2010, movimenti in mm. I vettori hanno un'esagerazione pari a 500 volte.

In particolare in Tabella 5.1 viene riportato il dettaglio degli spostamenti sui singoli capisaldi.

Tabella 5.1 - Movimenti GPS registrati nel periodo luglio 2004 - giugno 2010

punto	delta X (mm)	delta Y (mm)	delta Z (mm)	R(xy) (mm)	Azimuth (°N)	Vel media (mm/y)
G6VPSA1	11.4	-77.8	-5.8	78.6	188	17,1
G6VPSA2	35.4	-217.8	-118.6	247.7	208	54,0
G6VPSA3	53.9	-10.2	3.6	18.6	123	4,1
G6VPSA4	-29.6	-104.1	-60.9	108.2	196	23,6
G6VPSA5	2.6	-70.6	-13.8	70.6	178	15,4
G6BARD12	-0.9	-71.3	-13	71.3	181	15,6

La figura Figura 5.2 riporta invece gli spostamenti negli anni dei diversi capisaldi. La pendenza della retta rappresenta la velocità media di spostamento. Si può notare come la velocità si sia mantenuta pressoché costante per l'intero periodo di misura, non sono presenti periodi di accelerazione o rallentamento della velocità di movimento. L'unico caposaldo che non riporta spostamenti significativi è il G6VPSA4, posto al di fuori della zona in frana.



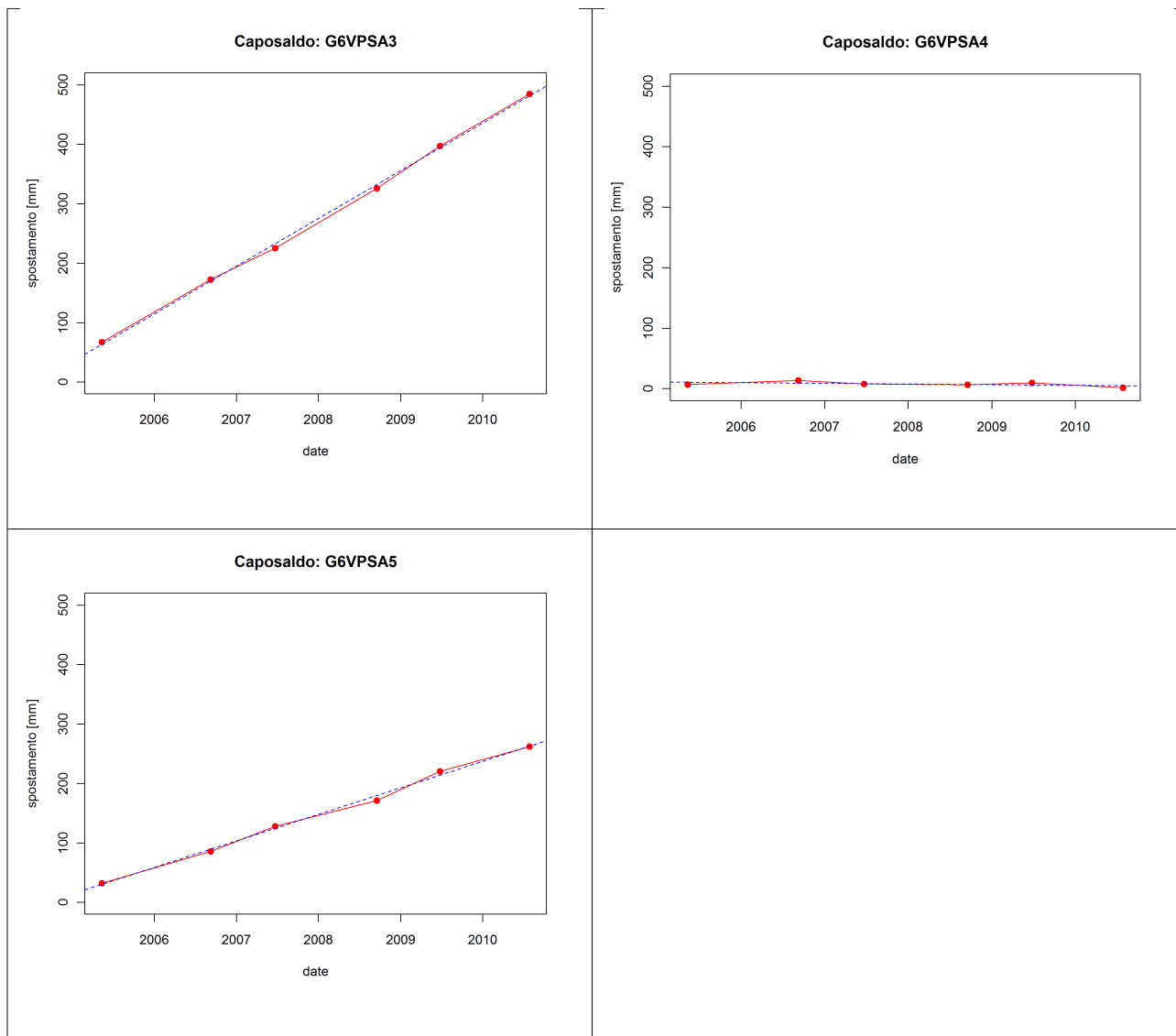


Figura 5.2 - Diagrammi spostamento-tempo delle misure GPS per il periodo luglio 2004 - giugno 2010, movimenti in mm.

5.2 Dati PSInSAR

Il versante su cui si sviluppa il fenomeno in oggetto ha esposizione media verso O-SO. Come noto mediante la tecnica interferometrica il dispositivo di rilevamento radar è in grado di individuare il bersaglio e valutare la distanza a cui è posizionato unicamente lungo la direzione di puntamento dell'antenna, definita Line of Sight (LOS). Nel caso dei movimenti di versante, ipotizzando che il movimento avvenga prevalentemente lungo la direzione di massima pendenza, sarà possibile leggere la massima componente di movimento quando il versante è posizionato esattamente lungo la LOS. In caso contrario verrà rilevata solo la componente di movimento lungo tale direzione.

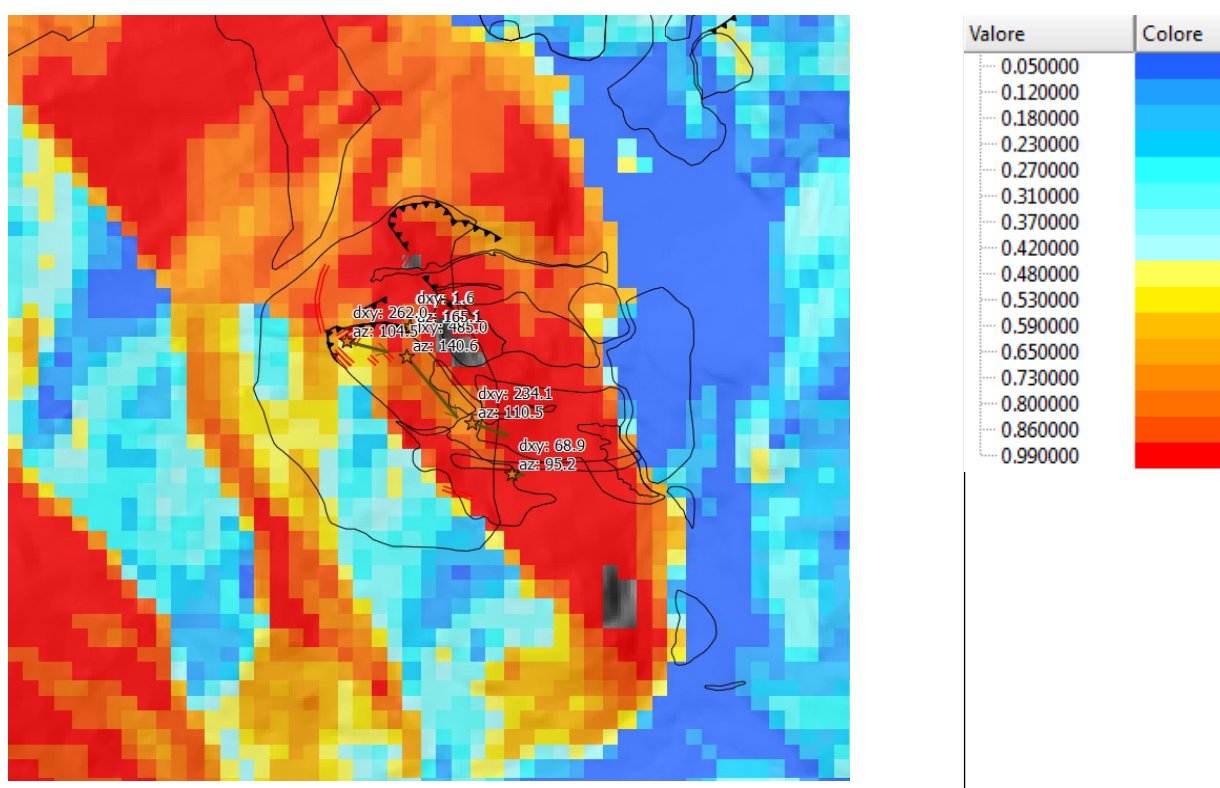


Figura 5.3 - Valore dell'indice di riproiezione, ottenuto ipotizzando che il movimento avvenga lungo la massima pendenza parallelamente al versante per una geometria di ripresa ascendente. I valori più alti in rosso risultano sui versanti esposti verso SO lungo la linea di vista del satellite (LOS). Spostandosi da tale direzione il satellite riesce a leggere una componente di movimento via via minore.

In Figura 5.3 viene riportato l'indice di riproiezione, pari all'inverso del coefficiente calcolato secondo l'algoritmo che permette di proiettare la velocità misurata lungo la direzione di movimento, ipotizzando che questa avvenga lungo la direzione di massima pendenza del versante. L'indice di riproiezione indica pertanto la percentuale di moto che è possibile rilevare nel caso che questo avvenga lungo la direzione di massima pendenza. Nel caso del fenomeno in esame l'esposizione del versante risulta favorevole per le misure effettuate secondo la geometria ascendente, al contrario la geometria discendente presenta condizioni sfavorevoli.

I riflettori corrispondono nella maggior parte dei casi a grossi blocchi di roccia o a roccia e esposta generalmente fortemente disarticolata.

I dati relativi al *dataset* ascendente evidenziano velocità di allontanamento lungo la LOS nella zona posta all'interno del corpo di frana con valori compresi tra -20 e -85 mm/y. Le velocità maggiori si concentrano nella zona centrale dell'area in frana, tra le quote 1800m e 2100m circa, e diminuiscono progressivamente nella parte bassa del versante. Sono evidenti alcuni riflettori che indicano velocità di allontanamento lungo la LOS di circa 20-30 mm/y al di fuori della zona perimetrata come frana complessa. Questo porta a pensare che il fenomeno di scivolamento in roccia si spinga in realtà al di sotto dell'attuale limite e coinvolga anche l'area da cui si è attivato il crollo nel 1992 (id SIFraP 001-03560-00)

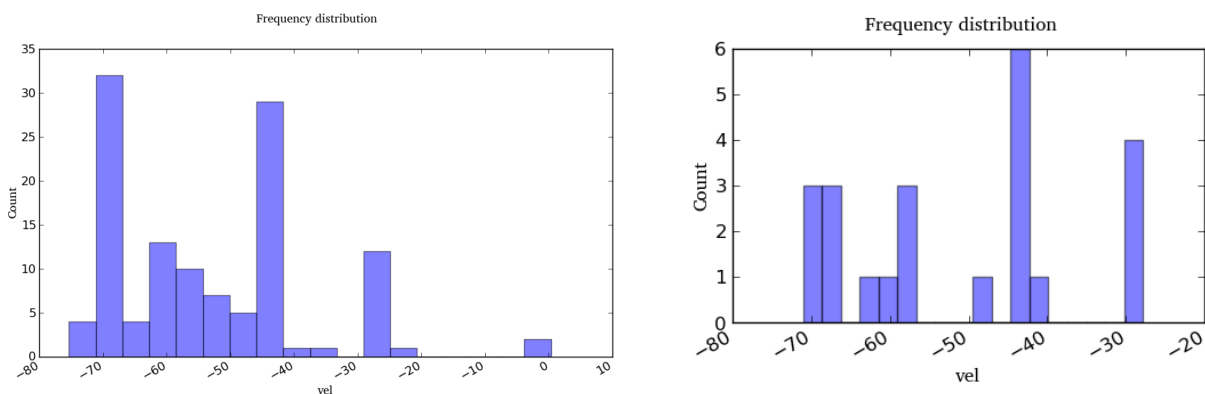


Figura 5.4 – A sinistra, distribuzione delle velocità di spostamento lungo la LOS per i PS contenuti all'interno della geometria in frana. Dati Radarsat geometria ascendente, analisi locale; a destra geometria ascendente, analisi standard

Il confronto con i dati GPS evidenziano una notevole corrispondenza tra le misure effettuate secondo le due diverse tecniche. Il confronto quantitativo dei valori di spostamento registrati mediante GPS e PS non può essere effettuato in modo semplice perché le misure effettuate dal sistema topografico GPS sul piano verticale presentano un errore in genere di un ordine di grandezza superiore rispetto a quelle effettuate sul piano orizzontale. Al fine di ottenere misure significative i dati riportati in precedenza si riferiscono unicamente allo spostamento lungo il piano orizzontale. I dati interferometrici, al contrario, misurano lo spostamento nella direzione di LOS, con direzione prevalentemente verticale. Anche i periodi analizzati non sono perfettamente corrispondenti, nel primo caso sono relativi al periodo temporale 2001-2011, mentre quelli dei dati PS corrispondono al periodo 2003-2009.

L'analisi delle serie temporali dei dati Radarsat conferma come per il periodo analizzato le velocità di spostamento si siano mantenute pressoché costanti (vedi Figura 5.8).

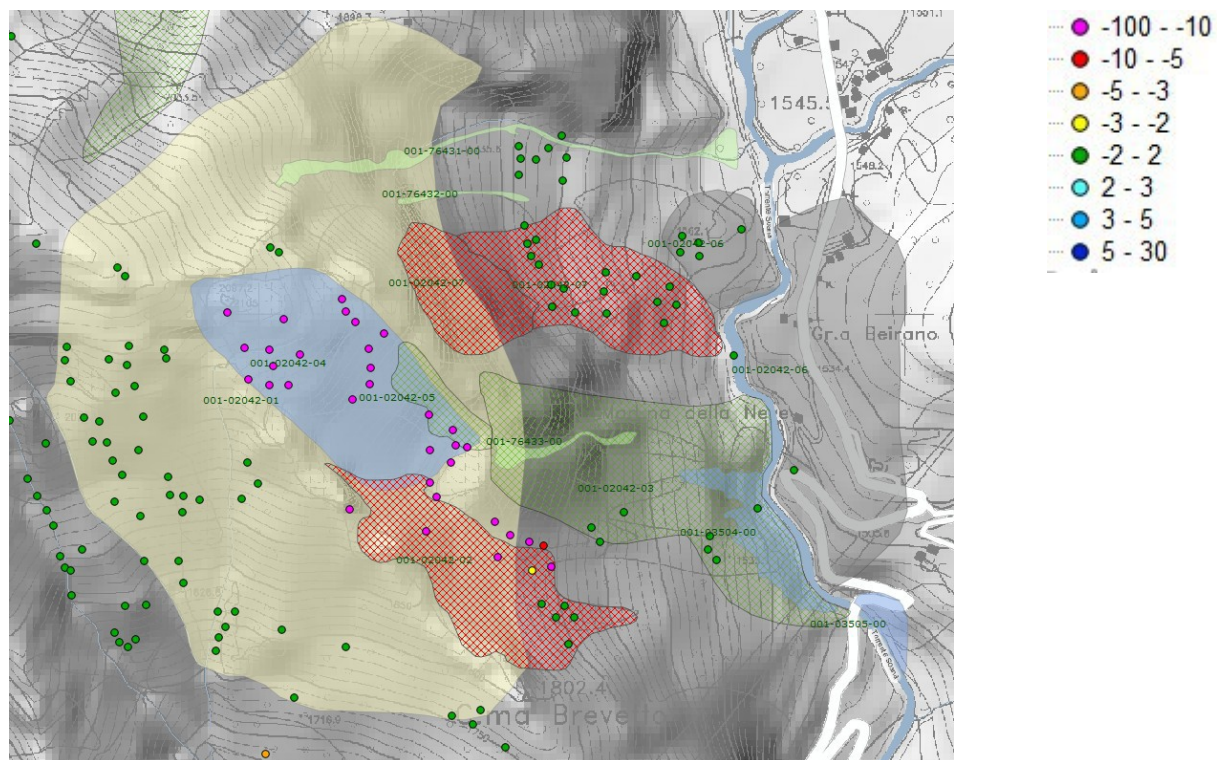
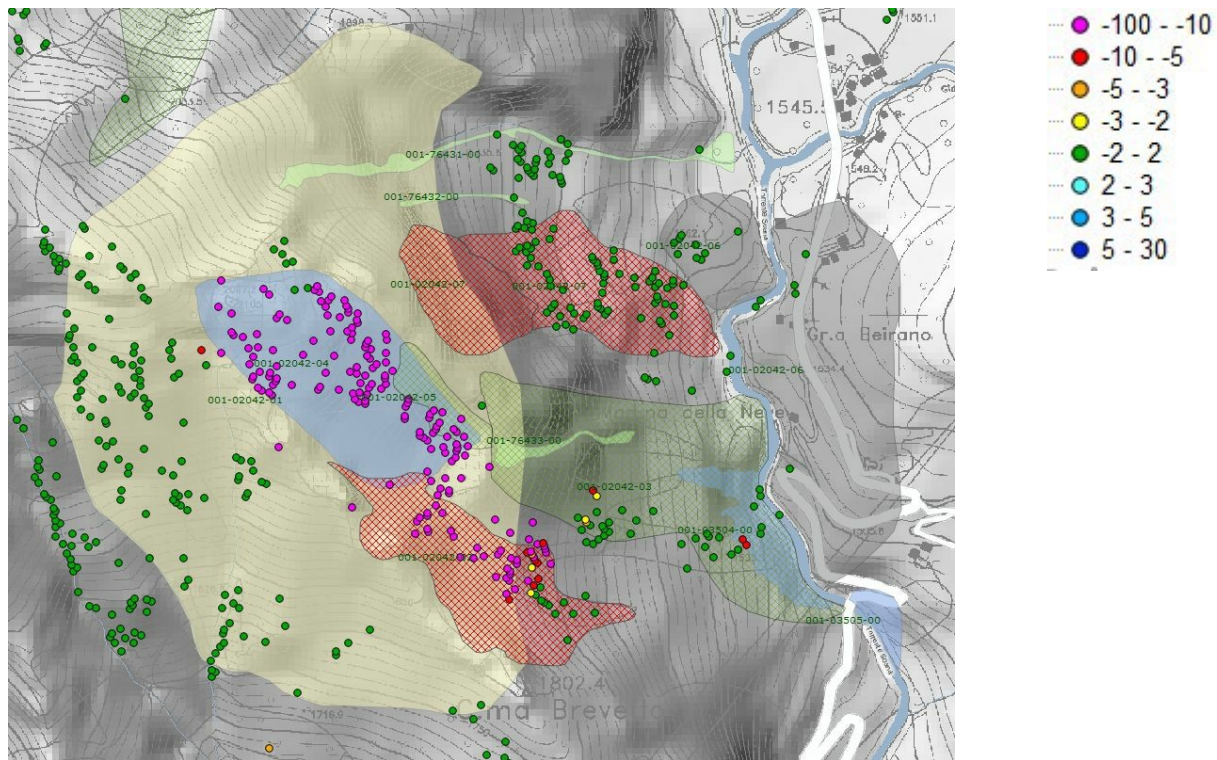


Figura 5.5 - Sopra, dati Radarsat geometria ascendente da analisi locale; sotto analisi standard.

SIFRAP - Scheda descrittiva di dettaglio III livello di approfondimento
Comune di Valprato Soana, località Cima Brenvetto

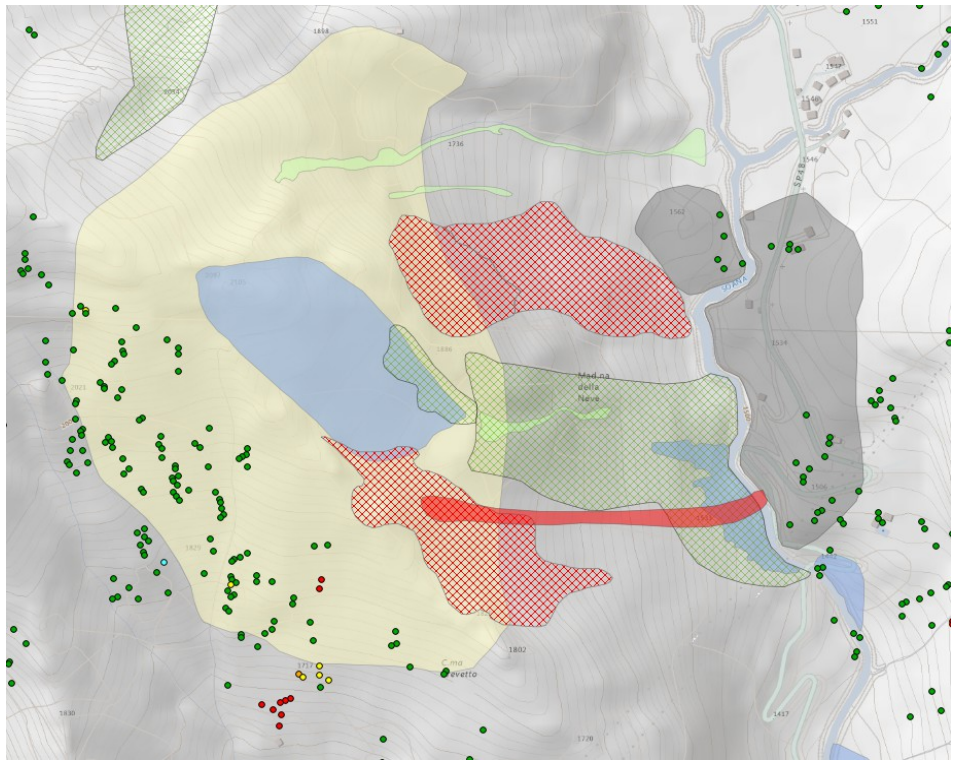
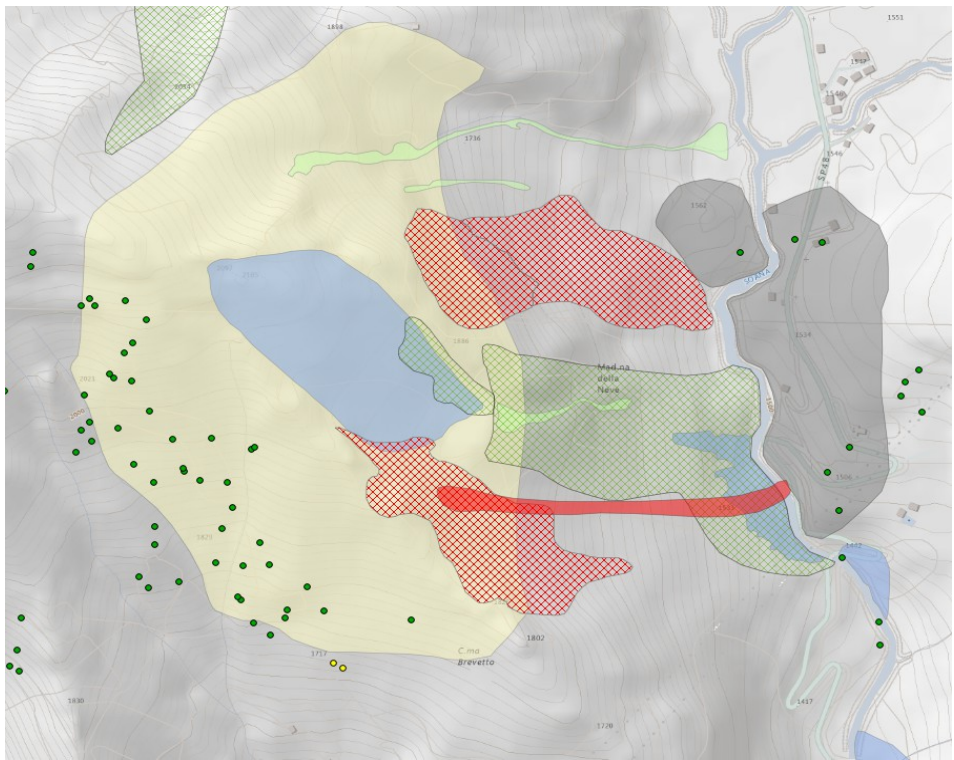


Figura 5.6 - Sopra, dati Radarsat geometria discendente da analisi locale; sotto analisi standard.

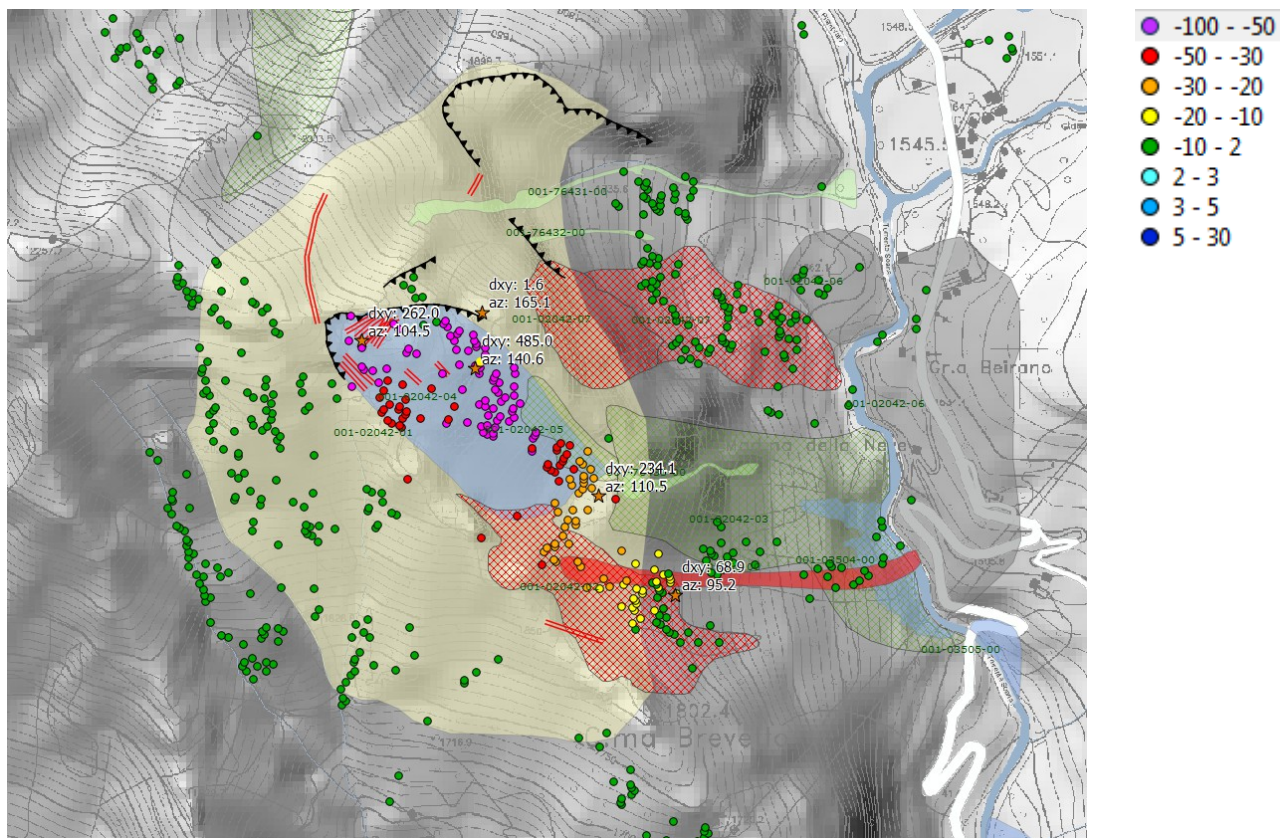


Figura 5.7 - Dati Radarsat. Le velocità di spostamento sono riportate con legenda che permette di evidenziare le differenze nei range di movimento -10, -50 mm/y

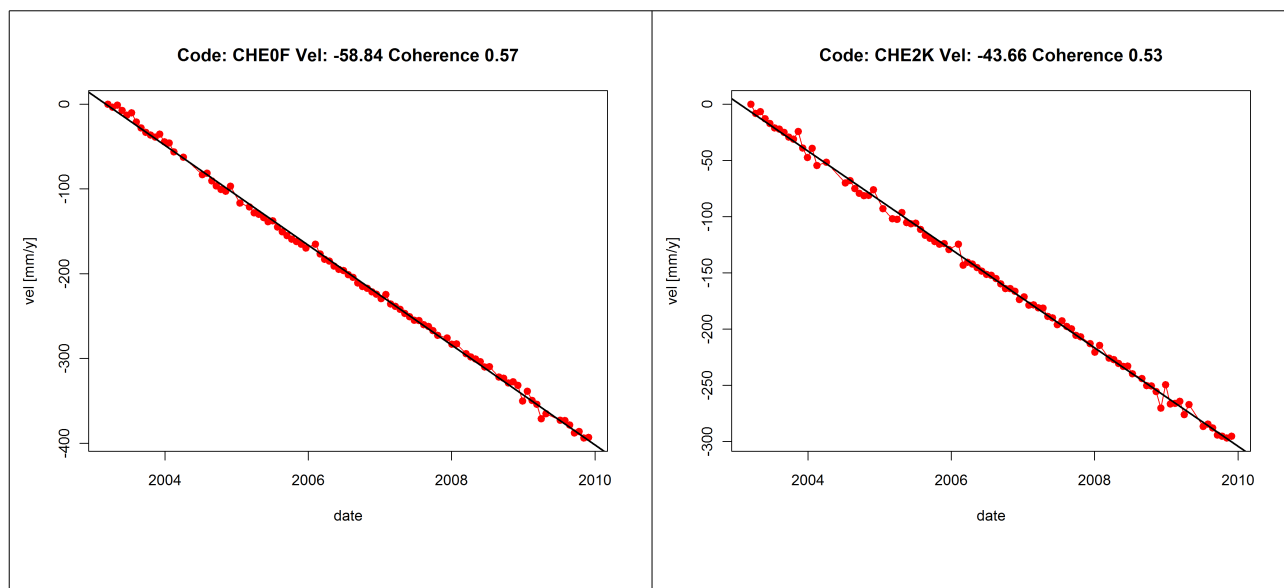


Figura 5.8 - Serie temporali dei riflettori codice CHE0F e CHE2K relativi al dataset RADARSAT Ascendente. Lo spostamento nel tempo è pressoché costante

6 Bibliografia

BATTISTON P., BENCIOLINI L., DAL PIAZ G.V., DE VECCHI G., MARCHI G., MARTIN S., POLINO R. & TARTAROTTI P. (1984) - Geologia di una traversa dal Gran Paradiso alla Zona Sesia-Lanzo in alta Val Soana, Piemonte. Mem. Soc. Geol. It., 29, 209-232.

F. CARRARO, M. G. FORNO, P. C. BOCCA (1995) - Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (Torino). Mem. Soc. Geol. It., 50 (1995), 45-58.