



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI VERBANO CUSIO OSSOLA



COMUNE DI VARZO

VARIANTE SEMPLIFICATA AL PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

ai sensi della Legge Regionale n. 56/77 e s.m.i., art. 17 bis, punto 14

- D.G.R. n. 4-3084 del 12-12-2011 *"DGR n. 11-13058 del 19/01/2010. Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese"*
- D.D. n. 540 del 09-03-2012 *"Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con DGR n. 4-3084 del 12-12-2011"*
- D.G.R. n. 64.7417 del 07-04-2014 *"Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica"*

TITOLO

SINTESI DELLE INDAGINI RELATIVE ALLA DGPV DEL PIZZO DEL DOSSO

TAVOLA

B541-13

COMMESSA

RITSD

CODICE OPERA

UB1

AREA PROGETTAZIONE

D

LIVELLO PROGETTO

14.7.2

N. ELABORATO

00

VERSIONE

SCALA

-

COMMITTENTE



SAN DOMENICO SKI srl

Frazione San Domenico - 28868 Varzo (VB)
T +39 0324 78 08 68 - F +39 0324 78 08 68
info@sandomenicoski.com



Indagini geologiche:

STUDIO GEOLOGICO D'ELIA

Via Roma 3/a - 28802 Mergozzo (VB)
tel. 032380206; e.mail geodelia@tin.it
dott. Francesco D'Elia



SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. LOCALIZZAZIONE DEL DISSESTO	3
3. INDAGINI GEOMORFOLOGICHE.....	5
4. INVENTARIO DELLO STATO DI FATTO DEI FABBRICATI RURALI D'ALPE	10
5. RAPPORTO SULL'ANALISI DI DEFORMAZIONE EFFETTUATA TRAMITE LA TECNICA DEI PERMANENT SCATTERERS.....	11
6. STUDIO GEOLOGICO E GEOMECCANICO DELL'UNIVERSITA' DI MILANO - BICOCCA	14
7. MONITORAGGIO DI ARPA - RERCOMF.....	16

1. PREMESSA

Il presente allegato rappresenta una sintesi del documento di approfondimento delle condizioni generali di stabilità di un ampio settore di versante, in corrispondenza ed a valle del Pizzo del Dosso, sviluppato a corredo dello Studio Geologico del P.R.G.C. di Varzo (Allegato 8 “*Approfondimento sulle condizioni di stabilità del versante in sinistra idrografica del T. Cairasca – Area P.zo del Dosso-Fernone*” - 2001-2008).

Le indagini di approfondimento erano scaturite dalla opportunità di indagare il reale stato di dissesto nell'area del Pizzo del Dosso – Fernone, in relazione all'esistenza di un esteso fenomeno di deformazione gravitativa tra la Cima del Dosso e l'abitato di S. Domenico, allo scopo di escludere la possibilità che eventuali fenomeni di tipo gravitativo possano interferire con aree antropizzate (ad es. la frazione S. Domenico) o di interesse per futuri sviluppi urbanistici; le indagini sopra citate si erano sviluppate in più fasi, qui di seguito riassunte.

Innanzitutto erano stati compiuti dallo scrivente diversi sopralluoghi e rilievi dettagliati, di tipo geomorfologico, nei settori potenzialmente affetti dai fenomeni di DGPV segnalati nella nota del 21/07/1997, prot. n. 5312/GEO del Settore Prevenzione del Rischio Geologico Meteorologico e Sismico - Regione Piemonte.

In una fase successiva, unitamente al Tecnico Comunale erano state analizzate dettagliatamente le condizioni statiche e lo stato di manutenzione dei fabbricati rurali d'alpe insistenti sul territorio compreso tra Fernone e Pizzo del Dosso, catalogati in un dossier fotografico, in relazione ad ogni loro possibile danneggiamento dovuto a frane di crollo o distacco di massi dalle pendici sovrastanti, nonché a fenomeni di subsidenza legati al DGPV.

In seguito, tenuto conto della necessità di quantificare l'entità degli spostamenti imputabili a DGPV nei settori di interesse, fornendo misure oggettive su base strumentale, l'Amministrazione Comunale di Varzo conferiva incarico alla società Tele-Rilevamento Europa – T.R.E. s.r.l. di effettuare un'analisi di deformazione superficiale avvalendosi della Tecnica dei *Permanent Scatterers* (PS Technique).

Lo scopo dell'indagine di telerilevamento era stato quello di determinare attraverso l'analisi di dati SAR l'eventuale esistenza di possibili deformazioni in atto nel settore di interesse, fornendo, in caso positivo, le misure delle velocità medie di deformazione con accuratezza almeno pari al mm/anno.



Infine, nell'ottica di completare le osservazioni di campagna e definire un quadro geomorfologico maggiormente articolato, escludendo ogni possibile rapporto di interazione tra fenomeni di dissesto riconducibili a DGPV ed aree di interesse urbanistico (con specifico riferimento alla località Fernone), l'Amministrazione Comunale di Varzo affidava incarico al Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell'Università di Milano Bicocca di effettuare uno studio geologico e geomeccanico di approfondimento. Lo studio in questione, sviluppato dal prof. Crosta, ha avuto quale particolare

obiettivo finale l'applicazione di modelli numerici per la determinazione delle aree interessate da fenomeni di caduta massi e per la definizione delle possibili aree di invasione di eventuali frane. Nella presente relazione vengono, pertanto, raccolti in sintesi gli esiti delle sopra citate indagini.

2. LOCALIZZAZIONE DEL DISSESTO

L'ampio settore di versante in esame è caratterizzato da condizioni di potenziale instabilità riconosciute nella zona sommitale, in corrispondenza del Pizzo del Dosso, dove, oltre al distacco ed al crollo di singoli blocchi rocciosi, è stata evidenziata la possibilità che si inneschino fenomeni di tipo "rock avalanche" di volumetria considerevole.

Di seguito si riporta un estratto della Scheda Riassuntiva del dissesto in oggetto tratta dal Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFRaP).

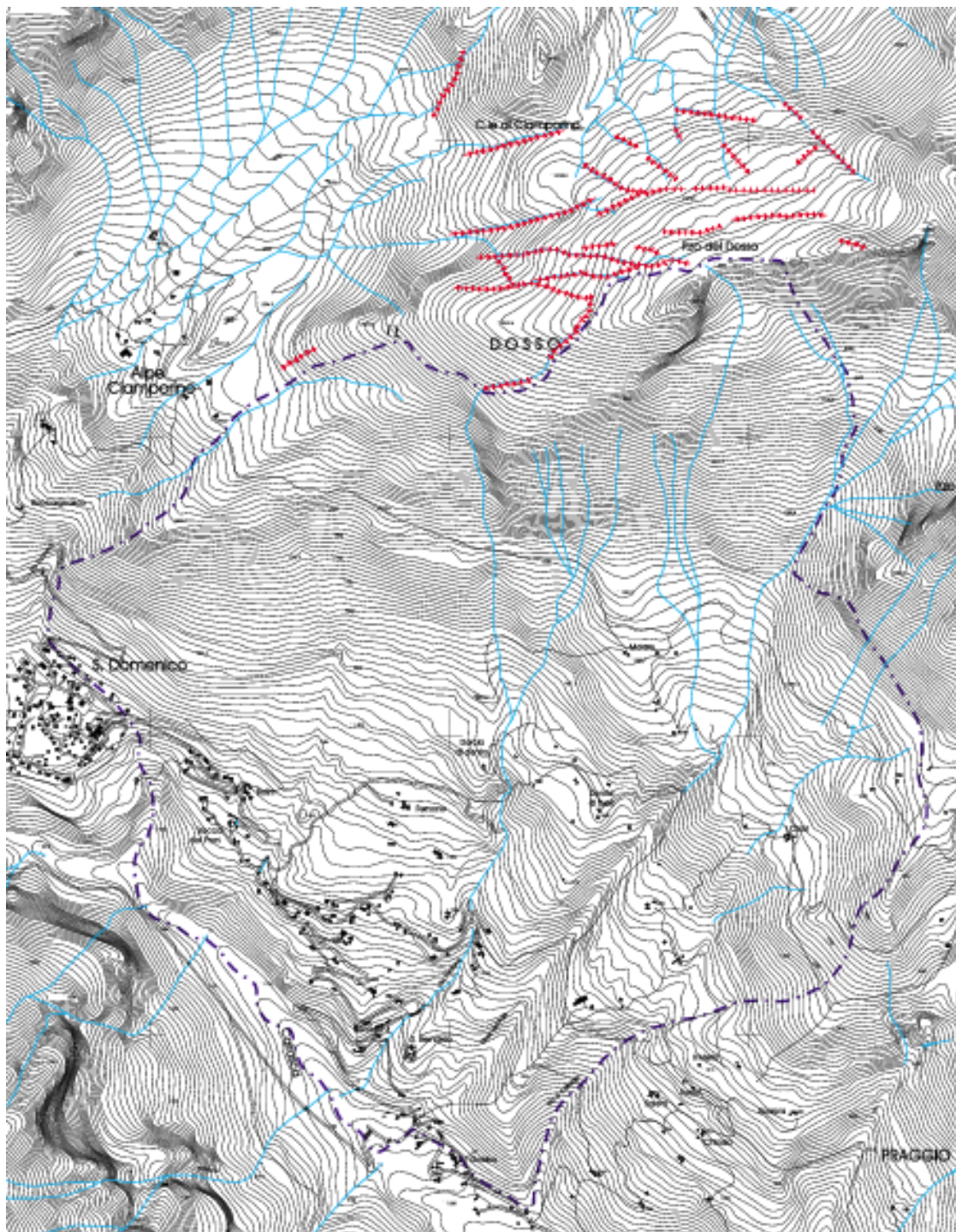
 SIFRaP Sistema Informativo Frane in Piemonte 																									
Scheda riassuntiva delle informazioni contenute nel Sistema Informativo Geologico di Arpa Piemonte relative a dissesti di versante IDFRANA: 103-00497-01																									
GENERALITA'																									
* Data ultimo aggiornamento: 2012-04-12 * Provincia: Verbano-Cusio-Ossola * Comune: Varzo	Toponimo: Pizzo Dosso Sezione CTR: 035110																								
MORFOMETRIA FRANA	POSIZIONE FRANA SUL VERSANTE																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati generali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quota corona Qc (m)</td> <td>2550</td> </tr> <tr> <td>Quota unghia Qt (m)</td> <td>1110</td> </tr> <tr> <td>Lungh. orizz. Lo (m)</td> <td>3100</td> </tr> <tr> <td>Dislivello H (m)</td> <td>1440</td> </tr> <tr> <td>Pendenza β (°)</td> <td>24.9</td> </tr> </tbody> </table>	Dati generali		Quota corona Qc (m)	2550	Quota unghia Qt (m)	1110	Lungh. orizz. Lo (m)	3100	Dislivello H (m)	1440	Pendenza β (°)	24.9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>* Testata</th> <th>* Unghia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>	* Testata	* Unghia	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Dati generali																									
Quota corona Qc (m)	2550																								
Quota unghia Qt (m)	1110																								
Lungh. orizz. Lo (m)	3100																								
Dislivello H (m)	1440																								
Pendenza β (°)	24.9																								
* Testata	* Unghia																								
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Azimut movim. α (°)</td> <td>218</td> </tr> <tr> <td>Area totale A (m²)</td> <td>630000</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza La (m)</td> <td>2200</td> </tr> <tr> <td>Volume massa sp. (m³)</td> <td>3000000</td> </tr> <tr> <td>Profondità sup. sciv. Dr (m)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Azimut movim. α (°)	218	Area totale A (m ²)	630000	Lunghezza La (m)	2200	Volume massa sp. (m ³)	3000000	Profondità sup. sciv. Dr (m)																
Azimut movim. α (°)	218																								
Area totale A (m ²)	630000																								
Lunghezza La (m)	2200																								
Volume massa sp. (m ³)	3000000																								
Profondità sup. sciv. Dr (m)																									
DESCRIZIONE GENERALE DEL FENOMENO																									
<p>Esteso fenomeno di DGPV che si estende dal Monte Dosso all'abitato di S. Domenico. Il fenomeno si inserisce all'interno di una più ampia zona caratterizzata dalla presenza di diversi fenomeni gravitativi profondi che interessano l'intero versante sinistro della Valle Cairasca, fino alla confluenza con la Valle di Antigorio. La zona è oggetto di particolare attenzione a causa delle condizioni di potenziale instabilità riconosciute nella zona sommitale in corrispondenza del Monte Dosso, dove, oltre al distacco stagionale di crolli di singoli blocchi rocciosi, si è evidenziata la possibilità che si inneschino fenomeni di tipo rock avalanche di volumetria considerevole.</p> <p>Nell'ambito della redazione del PRGC del Comune di Varzo è stato realizzato dall'Università degli Studi di Milano Bicocca un approfondimento geologico che ha previsto l'applicazione di metodi di modellazione numerica. Inoltre, è stata realizzata un'analisi mediante la tecnica PSInSAR.</p> <p>Nel suo complesso la deformazione gravitativa non risulta attiva, tuttavia però alcuni segnali di attività localizzati si manifestano mediante crolli e frane di tipo complesso.</p>																									

ESTRATTO DELLA SCHEDA RIASSUNTIVA DEL SIFRAP

Al margine dell'area della DGPV, si riscontrano importanti morfostrutture indicative di tale tipo di fenomeni, costituite dalle numerose trincee riconosciute nei settori più prossimi alla zona di cresta; in

particolare, il principale lineamento di questo tipo si sviluppa nell'ambito del versante a SW del Pizzo del Dosso, e proseguendo verso monte con direzione media dapprima WSW-ENE, successivamente SW-NE, aggira il crinale.

Di seguito, viene riportato un estratto cartografico (in scala 1: 20.000), in cui viene evidenziata l'area interessata dalla deformazione gravitativa profonda (come riportata dalla Carta Geomorfologica del PRGC vigente), sia le trincee e fratture di distensione, che caratterizzano il versante a Nord del Dosso.



PERIMETRO DELLA DEFORMAZIONE GRAVITATIVA PROFONDA DEL DOSSO, IN SCALA 1: 20.000

3. INDAGINI GEOMORFOLOGICHE

Dal punto di vista geologico e geomorfologico l'area indagata ricade in un settore d'alta montagna, caratterizzato dalla presenza di una serie di vette rocciose con profilo accidentato (P.zo del Dosso; P.zo del Balzo; P.zo Diei), che determinano un elevato gradiente topografico della fascia posta alle quote più elevate; viceversa, nella parte bassa del versante, sino al fondovalle del T. Cairasca, il maggiore accumulo di depositi incoerenti di copertura (generalmente di origine gravitativa o di natura glaciale) è tale da determinare una minore acclività del pendio, con conseguente presenza di alcuni piccoli nuclei di insediamento antropico (Loc. Moiero, Dorcia, Fernone, ecc...).

Il substrato roccioso, osservabile con maggiore continuità nei settori topograficamente più elevati, risulta costituito da litotipi metamorfici cristallini, derivati da protoliti di varia natura e composizione: in particolare, i termini affioranti nella zona del P.zo del Dosso sono riferibili agli gneiss granitoidi della Falda di Antigorio (alle quote inferiori), ai calcescisti della Sinclinale del Teggiolo ed ai paragneiss minuti della Falda del Lebendum (in corrispondenza delle vette). Inoltre, presso la sella morfologica ad Est del P.zo del Dosso, ai piedi della parete che delimita tale rilievo verso valle, è osservabile un orizzonte, sottile ma continuo, di marmi dolomitici più o meno puri: la bancata di rocce carbonatiche in questione, che si interpone tra i calcescisti ed i sovrastanti gneiss del Lebendum, viene a mancare in corrispondenza della sella. del Dosso.

L'intera sequenza nel settore in esame risulta interessata da piani di scistosità generalmente immergenti verso NW con basso angolo di inclinazione (giacitura media $305/15^\circ$), più o meno pervasivi in funzione delle specifiche caratteristiche reologiche di ciascuno dei termini litologici interessati. A tale proposito, si osserva che mentre i calcescisti sono costituiti da litotipi intensamente foliati, di colore marrone-grigio scuro su superficie alterata, con paragenesi ricca in minerali micacei, i sovrastanti paragneiss del Lebendum si presentano più massivi, pur mantenendosi evidente la scistosità alla microscala; questi ultimi termini, che presentano generalmente colorazione grigia e grana minuta, sono costituiti da quarzo, feldspati e miche.

All'interno del substrato è stata innanzitutto riscontrata la presenza di numerose fratture subverticali più o meno aperte, variamente orientate (direzioni medie prevalenti: E-W; N-S; NE-SW; NW-SE), che si distribuiscono con maggiore frequenza in corrispondenza del versante a Nord del Dosso e lungo la sella tra i rilievi del Dosso - Diei, risultando per converso assenti nell'ambito del versante meridionale: si tratta di lineamenti fragili, perlopiù rettilinei, che pur essendo talora caratterizzati da uno sviluppo lineare considerevole e da apertura pluridecimetrica, non appaiono interessati da evidenze di attività recente. Con maggior precisione, i lembi di ciascuna frattura osservata in occasione dei sopralluoghi risultano ormai profondamente alterati, a testimonianza di una prolungata esposizione agli agenti atmosferici, mentre al fondo delle spaccature sono stati generalmente osservati depositi terrigeni di riempimento che in nessun caso si presentano dislocati o disturbati in alcun modo da spostamenti recenti.

Importanti morfostrutture indicative di fenomeni di DGPV nell'area di interesse sono costituite dalle numerose trincee riconosciute durante i sopralluoghi nei settori più prossimi alla zona di cresta: in particolare, il principale lineamento di questo tipo si sviluppa nell'ambito del versante a SW del P.zo del Dosso, e proseguendo verso monte con direzione media dapprima WSW-ENE, successivamente SW-NE, aggira il crinale, permettendo l'individuazione della zona cui il Dr. Geol. C. Troisi, nella propria relazione di sopralluogo, fa riferimento con il termine di "zolla disarticolata".

La struttura fragile in esame risulta impostata per buona parte del suo sviluppo all'interno dei calcescisti del Teggiolo, e solo localmente in litotipi carbonatici (marmi dolomitici generalmente foliati); trattandosi di un lineamento molto marcato per buona parte del suo sviluppo, essa risulta osservabile anche attraverso analisi di foto aeree: quale dato di riferimento, in particolare, si segnala che in corrispondenza dell'estremità inferiore la trincea presenta un'apertura di $1.50 \div 2.00$ m, ed è delimitata lateralmente da pareti, praticamente verticali, di altezza compresa tra 3.00 e 4.00 m. In ogni caso, come già osservato in precedenza per le varie fratture riscontrate a Nord del Dosso, è necessario dare rilievo al fatto che anche in questo caso (come del resto anche per le altre trincee esaminate) le rocce affioranti in corrispondenza delle pareti si presentano profondamente alterate, con dissoluzione dei minerali carbonatici, e non recano indicatori di eventuali cinematismi connessi a sforzi di taglio.

La frattura lungo cui si imposta la tratta inferiore della trincea e che ne determina l'andamento spaziale è caratterizzata da giacitura $345/80^\circ$; la trincea risulta inoltre intersecata da una serie di ulteriori discontinuità, tra le quali risultano particolarmente sviluppate alcune fratture subverticali con direzione all'incirca N-S. Altre discontinuità minori che si osservano in questo settore, e che risultano compatibili con il successivo sviluppo della trincea nella tratta più a monte, presentano direzione NE-SW ed inclinazione subverticale.

Per quanto riguarda la scistosità in corrispondenza della trincea, è stato possibile osservare che nell'ambito dei due lembi si registrano giaciture leggermente diverse, a testimonianza del fatto che il blocco di valle risulta lievemente ruotato rispetto al substrato affiorante a monte. La disarticolazione della massa posta a valle della trincea rispetto al substrato in posto, tuttavia, deve essere considerata il risultato di processi avvenuti in tempi remoti, oggi non più attivi, se si tiene conto che i consistenti depositi colluviali, talora pedogenizzati, presenti all'interno della trincea non recano alcuna evidenza di dislocazione o disturbo nella sequenza deposizionale.

Procedendo verso monte (2330 m s.l.m.), la trincea principale sin qui analizzata tende a suddividersi in più rami secondari, con ridotto sviluppo lineare, e ad assumere pertanto un andamento meno definito e lineare; in ogni caso, in sede di sopralluogo è stato possibile seguire la trincea principale nel suo successivo sviluppo (fino al crinale), testimoniato dalla presenza di un blando avvallamento morfologico all'incirca parallelo all'immersione del pendio, in parte mascherato da suolo e copertura vegetale discontinua: la presenza e la continuità della trincea, in particolare, sono testimoniate dal fatto che

all'interno dell'avvallamento sono osservabili grosse porzioni lapidee di calcescisti con scistosità ruotata rispetto agli ammassi rocciosi in posto circostanti.

Sul prolungamento ideale verso valle della trincea principale sin qui descritta, tra quota 2.050 e 2.130 m s.l.m. circa è stato possibile registrare la presenza di un ulteriore trincea, che presenta tuttavia caratteri sostanzialmente differenti: si tratta infatti di un lineamento morfostrutturale nettamente meno marcato, lungo il quale si è impostata una vallecchia poco incisa che si attiva in occasione di eventi pluviometrici intensi. Anche in questo caso, la coltre di natura eluvio – colluviale presente all'interno dell'avvallamento si presenta stabile; viceversa, nei settori di pendio sovrastanti, mediamente acclivi, si osservano locali scollamenti dei terreni di copertura, riconducibili comunque all'imbibizione dei materiali ed all'azione di dilavamento esercitata dalle acque selvagge superficiali a seguito di episodi piovosi intensi.

Ulteriori trincee di interesse, per sviluppo e caratteri osservabili, sono state osservate nel contesto del pendio a Nord del P.zo del Dosso. In relazione alla trincea che si osserva all'incirca 150 m a Nord della seggiovia A. Ciamporino – Sella, occorre precisare che il lineamento mantiene i caratteri di trincea in senso stretto esclusivamente nella parte superiore, dove sono ancora conservati i lembi delle originarie fratture, anche se l'azione degli agenti esogeni e lo stato di inattività del lineamento hanno permesso l'alterazione degli ammassi rocciosi affioranti; più a valle, al contrario, lungo la trincea si è impostata una vallecchia con profilo trasversale a V, con spalle costituite da calcescisti immergenti verso NW (giacitura della scistosità: 305/30°).

In tale ambito sono presenti vari set di fratture, tra cui quello che determina la presenza della trincea stessa (giacitura: 155/55°); le fratture trasversali, che sono peraltro coerenti con la presenza di un ramo di trincea minore in testata, mostrano direzione NW-SE e si presentano subverticali.

La trincea che si sviluppa più ad Est trasversalmente al pendio, risulta poco marcata, perlomeno nella tratta inferiore, a causa della presenza di una maggiore quantità di detriti di riempimento ormai inerbiti; si tratta più nello specifico, di una morfostruttura piuttosto discontinua, interrotta in più punti da avvallamenti paralleli all'immersione del pendio, profondo mediamente all'incirca 3 - 4 m rispetto al p.c.. Nella tratta inferiore il lineamento evidenzia una curvatura, orientandosi secondo fratture subverticali orientate secondo la direzione NW-SE; tali discontinuità fragili sono ben visibili anche all'interno del pendio a monte della trincea, dove agevolano la formazione di piccole vallecchie, tra loro parallele.

Oltre alla presenza di lineamenti morfostrutturali, quali trincee e fratture principali, sin qui descritti, al fine di valutare l'esistenza e lo stato di attività di eventuali fenomeni DGPV è stato particolarmente importante verificare l'assenza di indicatori di sforzi tensionali nelle coltri superficiali di versante, quali gradini morfologici di entità e sviluppo significativo, tension crack, e zone interessate da formazione di zolle; a tale proposito, si segnala che i terreni di copertura, maggiormente sviluppati nell'ambito dei pendii esposti a Sud, quindi a valle del P.zo del Dosso, si presentano generalmente indisturbati, se si eccettuano locali fenomeni di scollamento superficiale favoriti dall'acclività del pendio e dovuti, come già detto altrove nella presente relazione, a imbibizione e fluidificazione in occasione di precipitazioni intense.

Ulteriori indicazioni a riguardo delle condizioni di stabilità del versante sono state tratte dall'osservazione delle forme di accumulo presenti al piede dei settori di versante maggiormente acclivi: in tale ottica, è stato di particolare interesse rilevare l'esistenza di un imponente corpo di paleofrana nel settore a monte della località Moiero, originato con ogni probabilità dal crollo in massa della porzione di versante compresa tra il P.zo del Dosso ed il P.zo Diei. I materiali coinvolti nel franamento sono costituiti in prevalenza da depositi detritici a scheletro grossolano, contenenti blocchi lapidei eterolitologici di volume talora notevole, in gran parte mascherati da un orizzonte di terreno vegetale e colonizzati in ampi settori da copertura boschiva ad alto fusto.

Tenuto conto delle caratteristiche dell'accumulo, dei volumi di materiali coinvolti nel processo gravitativo e delle distanze notevoli percorse dal materiale, appare logico supporre che la tipologia del fenomeno franoso sia da ricondurre ad un crollo con condizioni di trasporto in massa, cioè ad un processo di natura complessa assimilabile ad una valanga di roccia. Un dissesto di tale proporzioni, almeno in termini di causa scatenante, deve essere ragionevolmente ricondotto alla mancanza di confinamento laterale ed alle condizioni di progressivo detensionamento poste in essere successivamente alla ritirata dei ghiacciai.

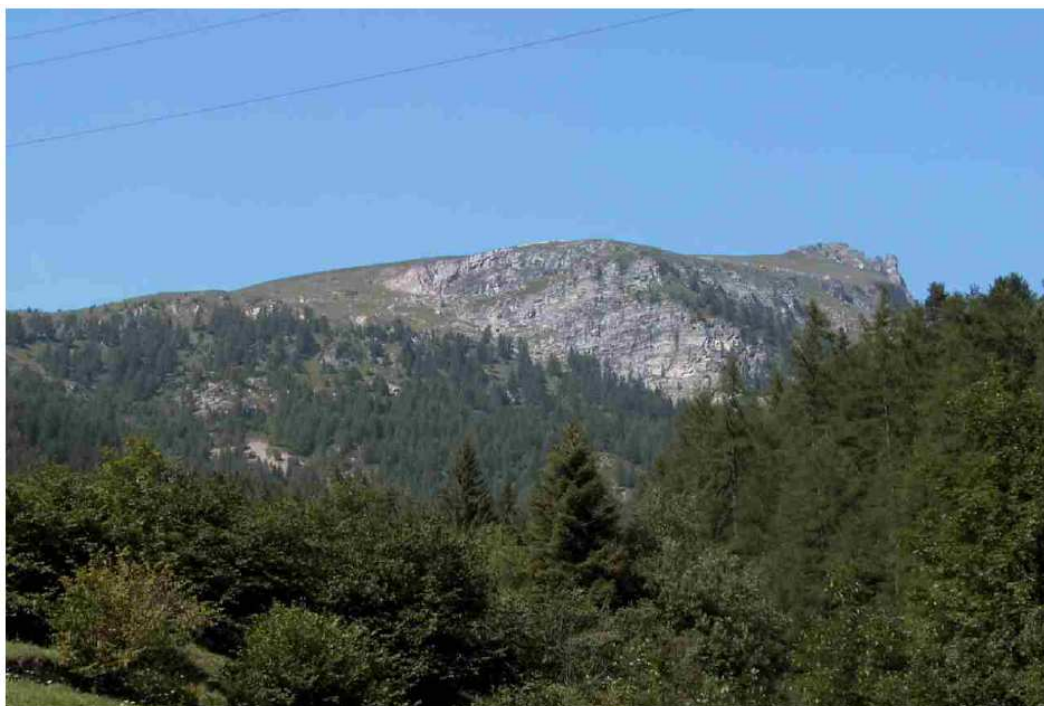


Foto n.1: panoramica del P._{zo} del Dosso da Bolim - Bocca dei Proni; nella foto si osserva in particolare la parete in roccia che delimita verso SW il blocco individuato dal Dott. Geol. Troisi come “zolla disarticolata”: Lungo il piede della parete è presente l'accumulo di una paleofrana di crollo in massa, in gran parte boscato.



Foto n. 16: vista della trincea principale impostata nel versante a SW del P._{zo} del Dosso, nella tratta in cui assume andamento SW-NE. Anche dall'osservazione della presente foto si notano le numerose fratture che tagliano trasversalmente la trincea ed i consistenti depositi di riempimento presenti al fondo, inerbiti.



Foto n. 7: vista del versante settentrionale del P._{zo} del Dosso, poco a valle della linea di crinale; nella foto si osserva, in particolare, una delle numerose fratture aperte presenti nell'ambito del pendio.



Foto n. 38: vista del fronte della paleofrana presente a monte della località Moiero, colonizzata da esemplari arborei ad alto fusto; dalla foto si comprende come la zona di distacco sia individuabile in corrispondenza della sella morfologica ad Est del P._{zo} del Dosso (in alto a sinistra nella foto).

4. INVENTARIO DELLO STATO DI FATTO DEI FABBRICATI RURALI D'ALPE

Congiuntamente al Tecnico Comunale era stato eseguito un sopralluogo finalizzato alla verifica delle condizioni statiche e strutturali dei fabbricati rurali d'alpe presenti nel settore a valle del P.zo del Dosso, in relazione ad eventuali danneggiamenti in tempi storici, imputabili a crolli di porzioni di versante più o meno estesi e distacchi di massi, oltre che a fenomeni di subsidenza.

Le condizioni dei fabbricati censiti testimoniano che, nella totalità dei casi considerati, i processi dissestivi connessi con la DGPV non hanno avuto alcun tipo di influenza sui manufatti. Tale dato riveste una particolare importanza in senso storico, in quanto la maggior parte dei fabbricati analizzati nel corso del sopralluogo risalgono a 150 – 200 anni fa, e, pertanto, a rigore di logica dovrebbero conservare le evidenze di eventuali danneggiamenti avvenuti in tempi recenti.

Pur non essendo stato possibile reperire da informazioni di archivio notizie certe circa la data di costruzione di ogni singolo manufatto, si è giunti a proporre la datazione sopra riportata tenendo conto delle tipologie architettoniche e delle caratteristiche tecnico - costruttive degli edifici; solo un numero ridotto dei fabbricati, inoltre, sono stati oggetto di significativa ristrutturazione edilizia, mentre nella maggior parte dei casi gli interventi si sono limitati ad una manutenzione di lieve entità e si sono mantenuti inalterati i caratteri originari della struttura.

Entrando nel merito delle osservazioni condotte, la presenza di materiali detritici di frana nei pressi dell'edificato è stata osservata esclusivamente alle quote più elevate, ovvero in località Moiero, mentre nei settori posti più a valle (Dorcia, Fernone) non sono stati osservati blocchi lapidei in ambiti prossimi agli alpeggi.

Per quanto attiene il settore di Moiero, nel dettaglio, la presenza di grossi massi è riconducibile al crollo di una estesa porzione del substrato in corrispondenza della sella morfologica tra il P.zo del Dosso ed il P.zo del Diei, con successivo trasporto in massa ed arresto del materiale franato a livello del terrazzo morfologico subpianeggiante alla base del pendio. In relazione a tale aspetto, tuttavia, occorre innanzitutto osservare che il processo gravitativo descritto è da ritenersi riferito ad epoche assai più antiche rispetto a quelle di realizzazione di fabbricati attualmente osservabili; al contrario, risulta di interesse molto maggiore rilevare che i fabbricati censiti nella zona di Moiero non evidenziano alcun tipo di danneggiamento conseguente a successivi distacchi puntuali di singoli blocchi, che pure si sono verificati anche in tempi posteriori all'episodio di crollo principale.

In merito agli eventuali danneggiamenti dovuti a fenomeni di subsidenza connessi alla DGPV, si pone in evidenza che nessuno degli edifici esaminati si presenta interessato da deformazioni strutturali significative, o da insorgenza di crepe a livello dei muri portanti, eventualmente giustificabili in termini di abbassamento del terreno fondale.

5. RAPPORTO SULL'ANALISI DI DEFORMAZIONE EFFETTUATA TRAMITE LA TECNICA DEI PERMANENT SCATTERERS

Lo studio svolto nel 2002 dalla Ditta Tele-Rilevamento Europa – T.R.E. s.r.l. di Milano si è avvalso della Tecnica dei Permanent Scatterers (PS Technique) e ha avuto come scopo la determinazione di possibili deformazioni in atto nella zona interessata dal DGPV; in particolare, si volevano stimare le velocità medie di deformazione con accuratezza almeno pari al millimetro/anno.

I dati utilizzati sono dati SAR (Synthetic Aperture Radar) acquisiti dai satelliti ERS-1 e ERS-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), nel periodo compreso tra il 1992 e l'agosto 2000.

Le immagini radar sono matrici di numeri complessi: si compongono infatti di ampiezza e fase; l'ampiezza individua quanta parte del campo elettromagnetico è retrodiffusa verso il satellite stesso, mentre la fase dipende da diversi fattori, tra cui la distanza sensore-bersaglio; proprio la fase costituisce l'informazione chiave per le applicazioni interferometriche volte all'identificazione di aree soggette a fenomeni di movimento superficiale.

I satelliti ERS hanno un periodo di rivisitazione pari a 35 giorni; questo consente di rilevare possibili movimenti confrontando più acquisizioni della stessa zona in tempi diversi e verificando eventuali variazioni della distanza sensore-bersaglio a terra.

La Tecnica PS (Permanent Scatterers) utilizzata per l'elaborazione dei dati satellitari per l'area in esame, è uno strumento estremamente efficace per il monitoraggio con accuratezza millimetrica di fenomeni di deformazione della superficie terrestre, basato sull'impiego di serie temporali d'immagini radar satellitari (satelliti ERS-1/2 dell'ESA).

L'approccio PS è basato sull'osservazione che un piccolo sottoinsieme di bersagli radar, costituito appunto dai diffusori permanenti (Permanent Scatterers, PS), sia praticamente immune agli effetti di decorrelazione; essi mantengono la stessa "firma elettromagnetica" in tutte le immagini al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche, preservando quindi l'informazione di fase nel tempo.

I Diffusori Permanenti (PS) sono tipicamente parti di edifici, strutture metalliche, rocce esposte, comunque elementi già presenti al suolo, per i quali le caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente di acquisizione in acquisizione, mentre non accade ad esempio per la vegetazione che muta di continuo.

I risultati dello Studio effettuato dalla T.R.E. s.r.l., data la disposizione dei punti sul versante, consentono di verificare lo stato di attività di alcuni settori di versante posti in genere al disotto della quota di circa 1.600 m s.l.m.

I punti ricoprono abbastanza omogeneamente le aree tra il centro abitato di S. Domenico, Bocca del Proni, Fernone, S. Bernardo, Il Merlo e Chiosso; i PS evidenziano un graduale incremento dell'entità degli spostamenti muovendosi verso SE, da S. Domenico verso Chiosso.

Gli spostamenti lungo l'intera area sembrano essere compatibili con la presenza dei grossi fenomeni di instabilità, tipo deformazioni gravitative profonde di versante, mappati e riportati nella carta geomorfologica e dei dissesti.

Per quanto riguarda l'area maggiormente prossima al tracciato del nuovo impianto di risalita in progetto, il settore di S. Domenico risulta stabile e solo un'area appena a NE dello stesso contiene un PS in movimento. La zona di Fernone non si differenzia per velocità di spostamento dal settore di deformazione gravitativa profonda di versante che la contiene. Ciò indica che il pendio si muove a velocità lenta senza indurre deformazioni differenziali al suo interno; allo stesso modo i PS dell'area Il Merlo-Chiosso sembrano essere in buon accordo con la presenza di alcuni fenomeni profondi. I PS con velocità di spostamento pressoché costante sono tutti praticamente inclusi all'interno dei corpi mappati (accumuli e nicchie).

Per quanto riguarda i settori medio alti del versante, la tecnica PS non è riuscita a evidenziare altri scatteratori permanenti e di conseguenza non esistono evidenze di spostamenti nell'area a meno degli elementi morfostrutturali riconosciuti in sito (sistemi di fratture).

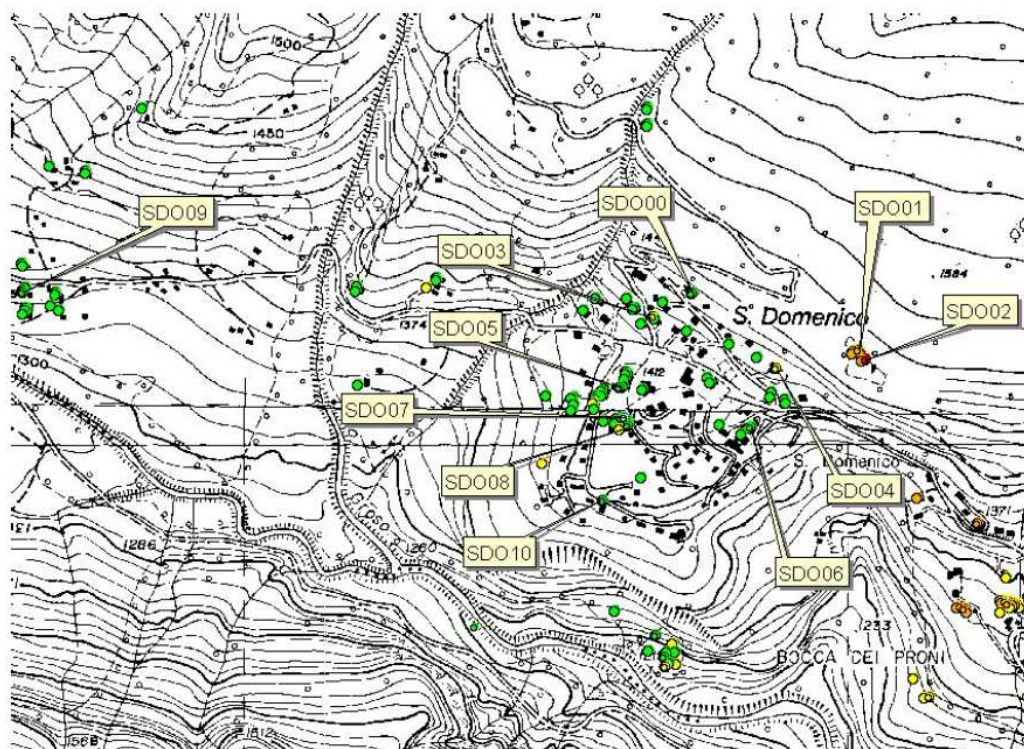


Figura 14: TAVOLA 1. Particolare del campo di velocità sulla cittadina di San Domenico. Le label riproducono il codice del punto corrispondente alle serie temporali.

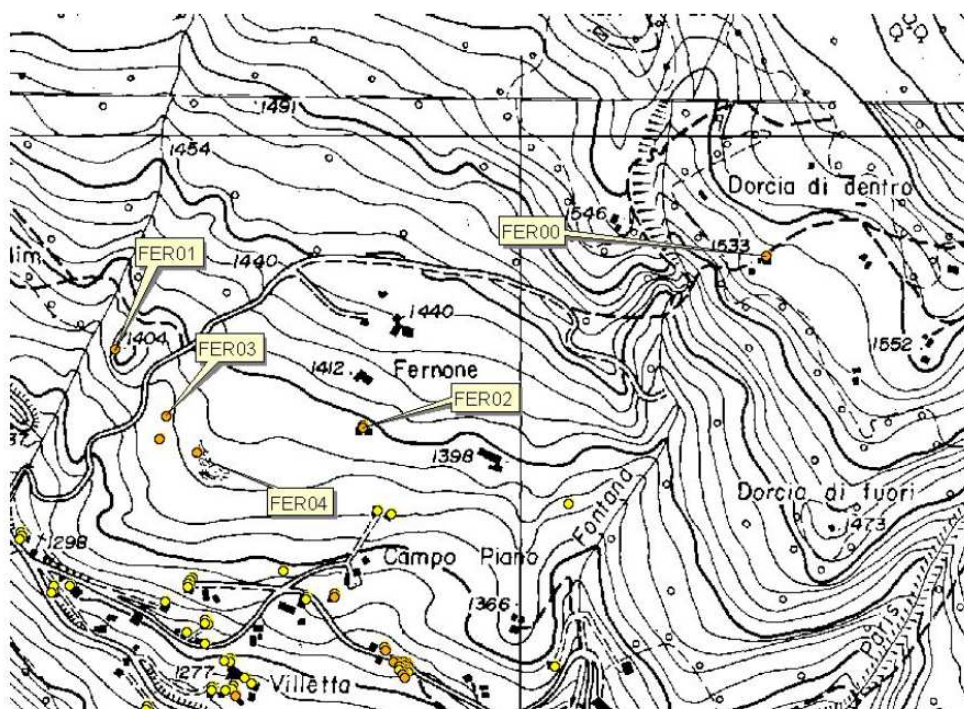


Figura 42: TAVOLA 4 - Particolare del campo di velocità sulla località di Fernone. Le label riproducono il codice del punto corrispondente alle serie temporali.

6. STUDIO GEOLOGICO E GEOMECCANICO DELL'UNIVERSITA' DI MILANO - BICOCCA

Lo studio svolto dall'Università di Milano – Bicocca – Dip. di Scienze Geologiche e Geotecnologie ha incluso sopralluoghi, rilievi in sito, realizzazione di cartografia geologica-geomorfologica di inquadramento, caratterizzazione geomeccanica di massima, modellazione dei fenomeni di instabilità possibili; inoltre, lo studio ha tentato di fornire una risposta in merito alla valutazione di aree di espansione di eventuali crolli in massa e di scenari di rischio.

Alcune osservazioni rilevanti riguardano lo stato di attività del versante in studio:

- i punti PS nel settore medio basso danno spostamenti regolari estremamente lenti e omogeneamente distribuiti sull'intera zona con accentuazione nei pressi di Chiosso - Il Merlo ove sono state riconosciute frane che coinvolgono sia l'ammasso roccioso che le coperture detritiche;
- la zona di S. Domenico risulta essere stabile e per morfologia non è facilmente inseribile all'interno del corpo della deformazione gravitativa profonda di versante che caratterizza il fianco sinistro orografico della valle; tale osservazione è supportata dai valori di spostamento letti con la tecnica SAR-PS;
- i fenomeni di crollo sono limitati per espansione rispetto alla collocazione dei centri abitati e questo è evidenziato dalla disposizione dei tratti di talus detritico attivi;
- la presenza di depositi colluviali entro le fratture principali non evidenzia spostamenti e deformazioni di taglio per l'intero spessore degli stessi (circa 1,5-2 m) suggerendo un lungo periodo di inattività recente.

Riguardo le condizioni generali di stabilità della zona del Dosso si possono elencare i seguenti elementi di interesse:

- la modellazione numerica ha tenuto conto delle caratteristiche geologiche, strutturali, geomeccaniche e geomorfologiche rilevate in sito;
- date le condizioni logistiche e meteo climatiche durante il periodo di studio si sono potuti prelevare solo una serie di campioni che sono stati sottoposti a prove di carico puntiforme e di caratterizzazione fisica di massima; le proprietà complessive dell'ammasso sono state quindi stimate in base a queste informazioni e in base ai dati e classificazioni ottenuti dai rilievi geomeccanici (RMR, Q system, GSI);
- sono stati realizzati modelli agli elementi distinti in condizioni di assenza e di presenza d'acqua sebbene senza filtrazione. Questa scelta è stata in parte dettata dalla scarsità di informazioni riguardo l'idrogeologia locale e l'assenza di evidenze di venute a giorno di acque di filtrazione. Il modello simulato con il codice UDEC è stato realizzato sia in condizioni asciutte (spostamento max. 0,8 m) che con superficie piezometrica prossima alla superficie topografica in assenza di moti di filtrazione (spostamenti max 2,0 m);

- i modelli evidenziano deformazioni con scivolamento, flessura e ribaltamento flessurale con locale apertura delle discontinuità subverticali. Gli spostamenti di taglio lungo il piano di discontinuità a monte del Dosso, sono concentrati ma non raggiungono valori rilevanti;
- fenomeni di instabilità locali che possono originare piccoli crolli sembrano ammissibili mentre meno probabili sembrano essere grandi crolli che coinvolgano l'intera massa.

Al fine di zonare il pendio in termini di pericolosità da fenomeni di crollo in massa e della loro espansione sono state realizzate diverse modellazioni con codice di calcolo quasi 2D:

- calibrazione del modello su depositi detritici riconosciuti o sospetti, su cui possono avere agito sia fenomeni di colluviazione, di trasporto e rimobilizzazione per valanghe e creep,
- simulazione di diversi scenari con metodo monodimensionale, quasi 2D considerando diversi scenari di volumi mobilizzabili (1,5 e 0,85 Mm³) e tenendo in conto della geometria del pendio per quanto riguarda espandimento laterale e canalizzazione.

Infine, di seguito vengono riportati due estratti dello Studio condotto dal Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell'Università di Milano, in cui vengono evidenziate sia l'area di distacco, sia l'area d'invasione / accumulo, nel caso di ipotetici crolli di massa, coinvolgenti differenti volumi teorici.

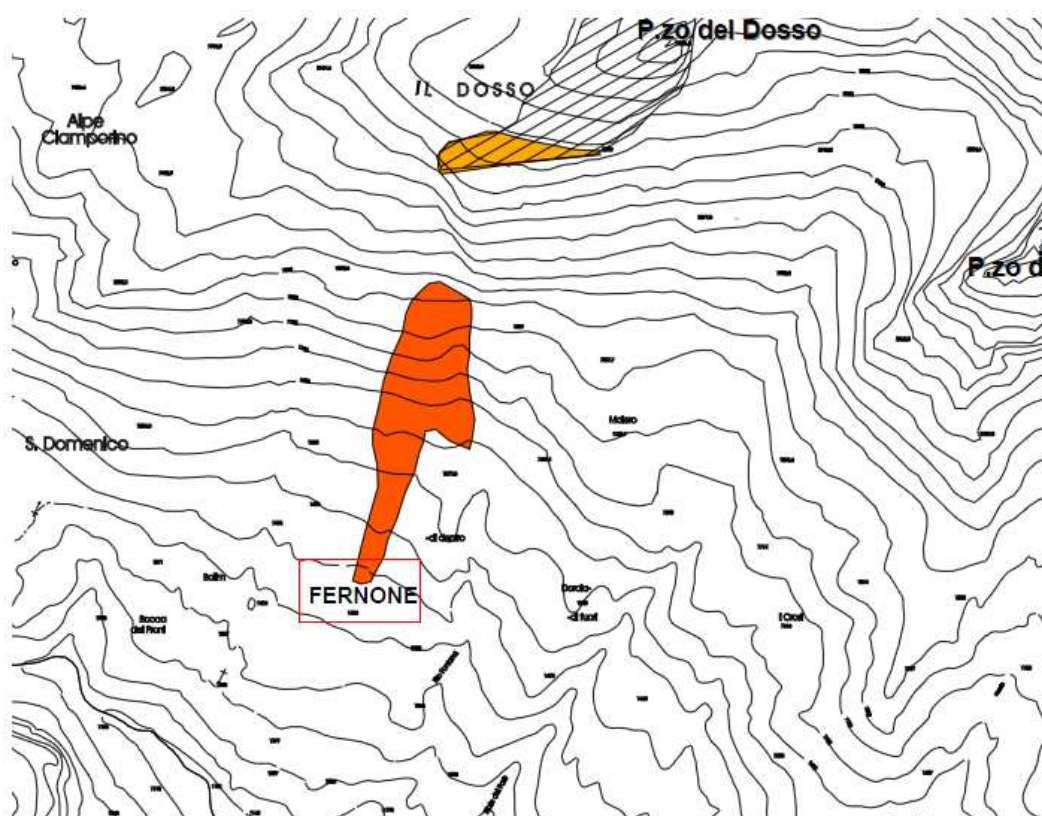


Figura 42 – Rappresentazione adottata per la simulazione quasi 2D dell'espandimento di un ipotetico crollo in massa coinvolgente un volume totale pari a circa 0.85 Mm³ di roccia.

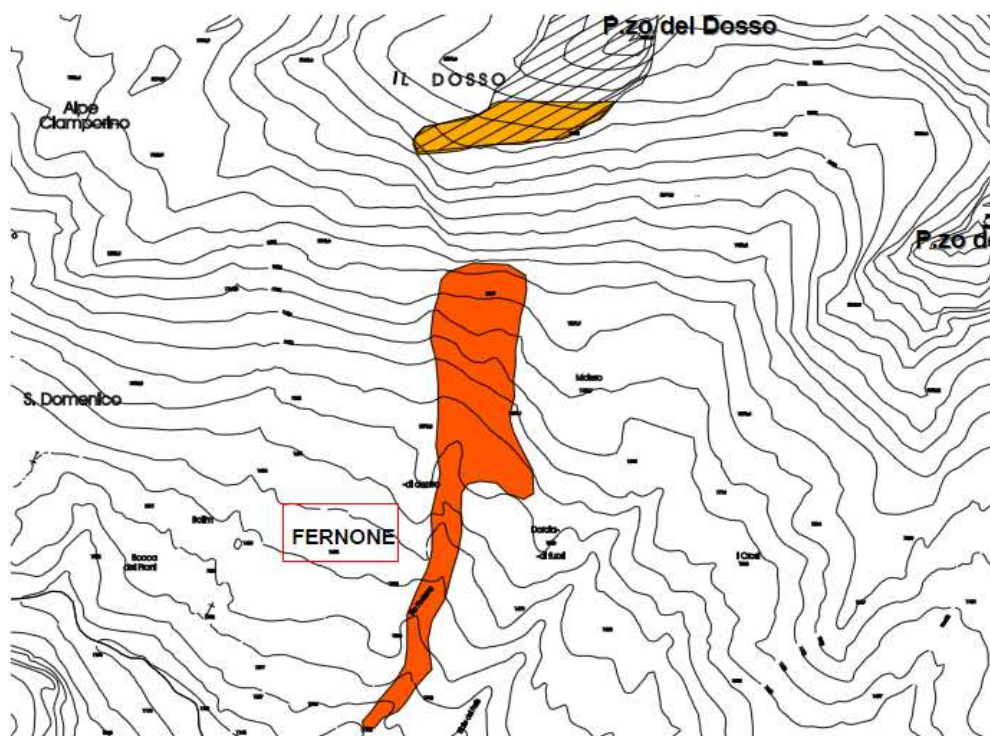


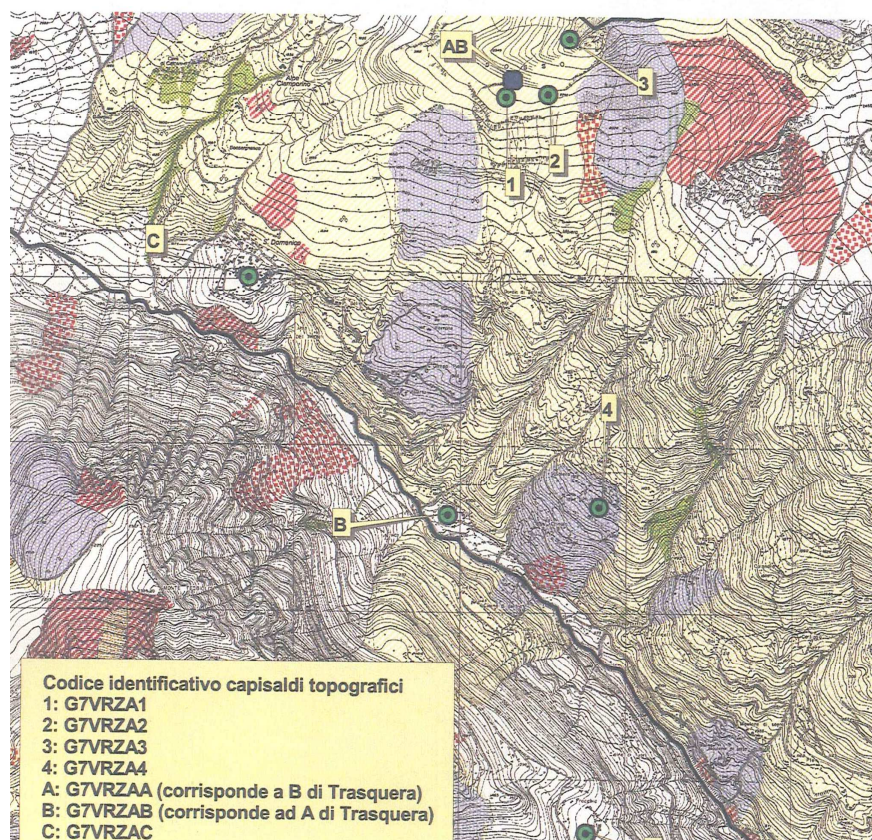
Figura 41 – Rappresentazione adottata per la simulazione quasi 2D dell'espandimento di un ipotetico crollo in massa coinvolgente un volume totale pari a circa 1.5 Mm^3 di roccia. In arancione chiaro la zona di distacco, in arancione scuro la zona di accumulo

7. MONITORAGGIO DI ARPA - ReRCoMF

A seguito delle indagini e degli approfondimenti brevemente illustrati ai paragrafi precedenti, a partire dal 2004, un ampio settore della grande deformazione gravitativa del Pizzo del Dosso è posto sotto controllo strumentale tramite capisaldi per misure satellitari GPS e capisaldi per misure distanziometriche, gestito dall'ARPA Piemonte – Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto e facente parte della Rete Regionale Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF).

Nello specifico, in località Il Dosso (porzione sommitale del fenomeno, nei pressi del Pizzo del Dosso), sono presenti tre capisaldi GPS e due capisaldi distanziometrici (costituenti una singola base di misura), infissi direttamente nell'ammasso roccioso; nel corso del 2007, al fine di porre sotto controllo un altro settore di deformazione, posto a Sud-Est del precedente, è stato installato un ulteriore caposaldo GPS, ubicato in località Alpe Torba. Nelle località S. Domenico, Gebbo e Fracchia (quest'ultima in comune di Trasquera) sono posizionati i tre capisaldi di riferimento GPS, esterni al movimento franoso ed installati su appositi pilastrini.

Comune di Varzo (VB) - Località S. Domenico
Quadro generale strumentazione installata



STRUMENTAZIONE

- Inclinatorio
- Inclinatorio fisso
- Piezometro
- Caposaldo topografico
- Base distanziometrica
- Estensimetro a filo
- Misuratore di giunti
- Clinometro
- Misuratore di portata
- Centralina
- TDR
- Sistema di teletrasmissione

Le misure su tale sistema di controllo vengono effettuate con cadenza annuale; nella seguente tabella si riporta la successione delle letture finora eseguite, tratta dalla Relazione Tecnica di ARPA Piemonte (prot. n. 8052/22 del 31-01-2014) e trasmessa al Comune di Varzo.

Letture	Data
Letture di origine capisaldi 1 e 2	16/09/2004
1ª lettura di esercizio	23/06/2005
2ª lettura di esercizio	14/06/2006
3ª lettura di esercizio	04/07/2007
Letture di origine capisaldi 3 e 4	
4ª lettura di esercizio	18/06/2008
Letture di origine della base AB	
5ª lettura di esercizio	16/06/2009
6ª lettura di esercizio	13/06/2010
1ª lettura di esercizio della base AB	
7ª lettura di esercizio	10/08/2011
2ª lettura di esercizio della base AB	
8ª lettura di esercizio	08/08/2012
3ª lettura di esercizio della base AB	
9ª lettura di esercizio	11/09/2013
4ª lettura di esercizio della base AB	

All'interno della sopra citata Relazione si legge che *“le misure topografiche GPS condotte nel settembre scorso sui tre capisaldi ubicati in località il Dosso (1, 2 e 3) non evidenziano alcun significativo spostamento dei punti di misura, rispetto alla precedente lettura (agosto 2012). Rispetto alla lettura di origine tali punti manifestano spostamenti di entità molto prossima a quello che viene considerato il campo di errore strumentale del metodo utilizzato”*.

Per quanto concerne le misure distanziometriche, in corrispondenza della frattura monitorata, la quale si sviluppa a circa 2300 m s.l.m. lungo il fianco meridionale del Pizzo del Dosso, con un'estensione di circa 500 m ed un andamento in direzione NE-SO, si legge che *“la lettura effettuata nel settembre scorso (2013) non ha evidenziato alcun significativo movimento rispetto a quanto registrato in occasione della misura di origine (giugno 2008)”*.

In conclusione, sia il monitoraggio con GPS che quello con base distanziometrica non hanno registrato movimenti significativi.

Per completezza si riporta anche quanto relazionato relativamente al quarto caposaldo topografico, posizionato in loc. Torba: *“Il caposaldo 4, installato in località Alpe Torba, non misurato nel corso del 2012 per problemi di natura tecnica occorsi al ricevitore in fase di acquisizione, registra invece un lento e progressivo spostamento verso Sud-Ovest, con una velocità media dell'ordine di 1 cm/anno. Rispetto alla misura di origine (luglio 2007) egli evidenzia uno spostamento planimetrico di entità pari a 8.55 cm ed un abbassamento di circa 4 cm; nell'intervallo di tempo occorso tra la misura del 2011 e quella del 2013 il caposaldo si è spostato planimetricamente di circa 2 cm”*.

Tale movimento era stato rilevato, del resto, dall'indagine con PS, e successivamente riconosciuto dallo studio svolto dall'Università di Milano – Bicocca, e si riferisce ad un fenomeno di scivolamento impostato a livello del substrato roccioso, individuabile anche mediante fotointerpretazione, cartografato e censito nello studio geologico di P.R.G. (frana n. 26_FA8).

Gli esiti di un'ulteriore indagine sul DGPV del Dosso vengono riportati nella relativa Scheda Riassuntiva tratta dal Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFRaP) e si riferiscono ad un'analisi ad interferometria satellitare, di cui si riporta un estratto.

Analisi SAR: Dati ERS (1993-2001) - Dati RADARSAT (2003-2009)							
dataset	velocità di spostamento lungo LOS			n° PS/DS	n° PS	PS/DS in movimento	ratio
	minima	massima	media				
radasat_asce_nord	-6.59	4.32	-0.2	347	131	60	17.3
radasat_desce_nord	-7.94	1.28	-1.3	185	80	72	38.9
ers_desce	-8.3	1.6	-2.66	0	128	86	67.2
ers_summ	-9	0.2	-4.05	0	156	144	92.3

L'indagine PSInSAR (periodo di riferimento 1992-2001), nel dataset discendente, mostra più di 150 riflettori, distribuiti nel settore centrale e basale della DGPV, che hanno registrato un allontanamento lungo la LOS con velocità di 4 mm/y.

L'indagine SqueeSAR (relativa al periodo 2003-2009), nel dataset ascendente, mostra un gran numero di riflettori distribuiti all'interno della superficie in frana. Buona parte di questi però non ha registrato movimenti significativi (ovvero superiori a 2 mm/y). Solo localmente si hanno deformazioni degne di nota. Nello specifico, a SE del P.zo del Dosso, circa 40 riflettori, ricadenti nella porzione centrale di un fenomeno locale di tipo complesso (103-00497-02), evidenziano un allontanamento lungo la LOS con velocità media di circa 3 mm/y. Poco più a ovest, a sud del P.zo del Dosso, circa 30 riflettori, di cui buona parte ricade all'interno di un fenomeno secondario (103-00497-03), evidenziano un allontanamento lungo la LOS con velocità media di circa 2 mm/y, con un massimo di 4 mm/y. Infine, nel settore basale della DGPV, sono presenti più di un centinaio di riflettori, ma la maggior parte non ha registrato movimenti significativi. Qualche eccezione può essere osservata in corrispondenza di una frana complessa (103-00497-04) e lungo il fondovalle (al piede della DGPV) dove alcuni riflettori evidenziano un avvicinamento lungo la LOS con velocità che raggiungono rispettivamente valori di 3 e 4,5 mm/y.

L'indagine SqueeSAR (relativa al periodo 2003-2009), nel dataset discendente, mostra un gran numero di riflettori concentrati nelle porzioni basale e di cresta del versante. Anche in questo caso si hanno movimenti localizzati. In corrispondenza del fenomeno 103-00497-02 una decina di riflettori evidenzia un allontanamento lungo la LOS con velocità media di circa 2,5 mm/y. In corrispondenza della frana 103-00497-03 una decina di riflettori mostra un allontanamento lungo la LOS con velocità media di circa 4 mm/y. Infine, nella porzione basale della DGPV (territorio in cui è incluso il fenomeno 103-00497-04), circa 60 riflettori evidenziano un allontanamento lungo la LOS con velocità media di circa 3 mm/y.

Anche questa analisi evidenzia come nel complesso non si abbiano movimenti significativi (> 2 mm/anno), bensì solo localmente, nell'ambito di fenomeni dissestivi secondari, si registrino deformazioni di entità superiore (fino a 4,5 mm/anno).