COMUNE DI PREMANA

Via V. Emanuele 15 – 23834 Premana (LC)

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

Art. 57 - Legge Regionale 11 marzo 2005, n° 12

Elaborato: 1

Data: Agosto 2013

Relazione illustrativa con integrazioni al Capitolo 9 (Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI).
Rif. Parere R.L. seguito nota n. Z1.2009.9362 del 8.05.2009 in Rif. Nota n. 2082 del 09.04.2013

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
dott. geol. GIOVANNI SAVAZZI

CONSULENZE GEOLOGICHE – GEOTECNICHE - IDROGEOLOGICHE

Via Marconi, 32/U – 27040 MEZZANINO (PV) ☎ 0039.0385.716231 - 0039.0385.719063 - info@studiosavazzi.it

COMUNE DI PREMANA

Via V. Emanuele 15 – 23834 Premana (LC)

INDICE

1 PREMESSA 3

2 DATI UTILIZZATI NELL'ANALISI 5
2.1 Basi cartografiche, immagini aeree e modello digitale del terreno 5
2.2 Quadro conoscitivo del dissesto 5

3 METODOLOGIA UTILIZZATA 7

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 8

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE 9
5.1 Geologia 9
5.2 Geomorfologia 11

6 ANALISI DEL TERRITORIO COMUNALE 13
6.1 Ricerca storica e sintesi bibliografica 13
6.2 Inquadramento meteo-climatico 15
6.2.1 Pluviometria e regime pluviometrico 15
6.2.2 Piogge intense 16
6.2.3 Evento calamitoso del novembre 2002 e relative soglie di innesco 21
6.2.4 Termometria e regime termico 29
6.3 Geologia 31
6.3.1 Basamento cristallino 31
6.3.2 Copertura sedimentaria permo-triassica 33
6.3.3 Copertura sedimentaria quaternaria 34
6.4 Geomorfologia 35
6.4.1 Dissesti dell'alluvione 2002 40
6.4.2 Assetto geomorfologico del versante sinistro della Valvarrone, tratto compreso tra il ponte SP 67 e la centrale Enel 44
6.5 Censimento delle opere di difesa e di regimazione idraulica 52
6.6 Elementi geotecnici 56
6.7 Idrogeologia 57
6.8 Vincoli presenti 60
6.9 Cartografia di sintesi del territorio comunale: individuazione delle condizioni di pericolosità geologica 60
6.10 Cartografia di sintesi Area Urbana 63

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
dott. geol. GIOVANNI SAVAZZI

CONSULENZE GEOLOGICHE – GEOTECNICHE - IDROGEOLOGICHE

Via Marconi, 32/U – 27040 MEZZANINO (PV) ☎ 0039.0385.716231 - 0039.0385.719063 - info@studiosavazzi.it

7 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 66
7.1 Classe 2 (giallo): fattibilità con modeste limitazioni 66
7.2 Classe 3 (arancione): fattibilità con consistenti limitazioni 67
7.3 Classe 4 (rosso): fattibilità con gravi limitazioni 68

8 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) 70

9 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI 71
9.1 Premessa e considerazioni di carattere metodologico 71
9.2 Dissesti da dinamica fluvio-torrentizia – Conoidi 74
9.2.1 Giabbio (zona industriale di Premana) 75
9.2.2 Grumello di Ronco 77
9.2.3 Alpe Ariale 83
9.2.4 Alpe Casarsa 83
9.2.5 Conoide protetta nel centro abitato di Premana, località Quaglio 85
9.3 Frane 87
9.4 Valanghe 88

1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Premana (LC), sono state eseguite ricerche geologico-ambientali sull'intero territorio comunale, allo scopo di redigere uno studio geologico, parte integrante del Piano di Governo del Territorio comunale, in ottemperanza alla L.R. 11/03/2005 n° 12. I risultati di dette ricerche sono illustrati nella presente relazione.

L'analisi del territorio comunale è stata svolta sulla base dello schema metodologico generale e delle norme attuative dell'art. 57 della L.R. 12/05, di cui alla D.g.r. n. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Lo scopo principale della ricerca è consistito nella definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale, con particolare attenzione alla definizione dei dissesti pregressi e potenziali. La sintesi geologica si configura, pertanto, come uno degli strumenti di base per una equilibrata gestione dei processi e delle risorse naturali ed ambientali, in rapporto all'urbanizzazione ed all'uso del territorio.

Gli studi hanno preso l'avvio dall'esame della documentazione scientifica e tecnica d'archivio (v. Bibliografia in appendice), successivamente aggiornata ed integrata con rilevamenti ed osservazioni di campagna.

I rilievi sul terreno sono stati eseguiti nel periodo agosto - giugno 2012. Come supporto cartografico è stato il DataBase Topografico provinciale a scala variabile.

La presente relazione è integrata dai seguenti elaborati:

- CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO: elementi geologici, geomorfologici e dinamica geomorfologica (Tavola 1) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO: elementi idrografici, idraulici e idrogeologici (Tavola 2) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO: elementi nivologici (Tavola 3) – scala 1:10.000;

- CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO AREA URBANA: geologia, idrogeologia, idraulica e opere di difesa (Tavola 4) – scala 1:2.000;
- CARTOGRAFIA DEI VINCOLI (Tavola 5) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DI SINTESI (Tavola 6) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DI SINTESI AREA URBANA: (Tavola 7) – scala 1:2.000;
- CARTOGRAFIA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (Tavola 8) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA: area urbana (Tavola 9) – scala 1:2.000;
- CARTOGRAFIA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tavola 10) – scala 1:10.000;
- CARTOGRAFIA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE AREA URBANA (Tavola 11) – scala 1:2.000;
- CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI (Tavola 12) – scala 1:10.000
- INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE (Documento 1);
- NORME GEOLOGICHE DI PIANO (Documento 2);

2 DATI UTILIZZATI NELL'ANALISI

2.1 Basi cartografiche, immagini aeree e modello digitale del terreno

Per l'esecuzione dello studio del territorio comunale, oltre all'utilizzo dell'analisi stereoscopica delle fotografie aree (voli R.L. 1981 – 1994; Comunità Montana 1979; Comune di Premana 2000), sono stati utilizzati i seguenti supporti informatici:

- Ortofoto scala 1:10.000 Regione Lombardia (2002);
- Modello digitale del terreno Regione Lombardia, passo 20 metri;
- Modello digitale del terreno della zona urbana di Premana, elaborato a partire dal fotogrammetrico comunale, con passo 2 metri;
- Ortofoto della provincia di Lecco (2008).

Le basi cartografiche utilizzate per l'elaborazione delle cartografie tematiche sono quelle relative DataBase Topografico Provinciale.

2.2 Quadro conoscitivo del dissesto

Il quadro conoscitivo del dissesto è stato completato mediante il reperimento e la consultazione di:

- quadro del dissesto di cui al SIT regionale;
- Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267) e successivi aggiornamenti;
- PAI (ultimo aggiornamento, comprensivo di aree a rischio idrogeologico molto elevato RME);
- Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi);
- Carta inventario delle frane e dei dissesti della Provincia di Lecco (CNR . GNDCI 1999);
- Centri abitati instabili della provincia di Lecco (CNR – GNDCI, 2000);

- studio del Reticolo Idrografico Minore del Comune di Premana, approvato con parere favorevole dello STER di Lecco (P 23/03/2004 – Y150.2004.0001131).
- studio idrogeologico di dettaglio del versante idrografico sinistro del Torrente Varrone - Localita' Ronco di Premana (dott. geol. G. Savazzi, novembre 2011).

3 METODOLOGIA UTILIZZATA

La metodologia di ricerca utilizzata si fonda sulle seguenti tre fasi successive di lavoro:

- sintesi bibliografica compilativi, analisi storica;
- approfondimento e integrazione;
- valutazioni e proposte.

La prima fase è consistita essenzialmente nella raccolta, nell'esame critico e nella comparazione di dati storici, scientifici e tecnici d'archivio.

La successiva fase di approfondimento e integrazione ha comportato l'attuazione delle seguenti operazioni:

- esame stereoscopico delle fotografie aeree relative al territorio comunale;
- sopralluoghi di verifica con esecuzione di rilievi di dettaglio.

I dati raccolti hanno permesso la redazione di una cartografia tematica di inquadramento in scala 1:10.000 (Tavole da 1 a 3) relativa alle condizioni litologiche, geomorfologiche, strutturali, geotecniche e idrogeologiche del territorio comunale di Premana.

Nella successiva terza fase di lavoro (valutazioni e proposte) sono state formulate proposte, attraverso una valutazione incrociata degli elementi contenuti nella cartografia tematica specifica con gli scenari di pericolosità geologica desunti per il territorio comunale. Allo scopo, sono state definite alcune "classi di fattibilità geologica" (Tavole 8 e 9) che tengono conto della componente geoambientale e delle valutazioni in merito alla "pericolosità" (Cartografia di Sintesi, Tavole 6 e 7) dei singoli fenomeni ed ai conseguenti "scenari di rischio".

Nelle Tavole 11 e 12 sono sintetizzati gli "Scenari di Pericolosità Sismica Locale", definiti per l'intero territorio comunale, in scala 1:10.000 e per lo stralcio Area Urbana in scala 1:2000.

La relazione inizia con un capitolo introduttivo che illustra il contesto geologico-regionale ed evolutivo in cui si inserisce l'area in esame.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale di Premana è compreso nei Fogli dell'I.G.M. n.17 "Chiavenna" e 18 "Sondrio", 17 II SE "Premana" - 17 II NE "Colico" - 18 III SO "Gerola Alta".

Esso confina con i Comuni di Pagnona e Casargo a Ovest, Primaluna e Introbio a Sud e con il limite provinciale di Sondrio a Nord e ad Est. L'area esaminata comprende l'intero territorio comunale e occupa una superficie di circa 34 Kmq.

Figura 1 Inquadramento territoriale.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

5.1 Geologia

Il territorio comunale di Premana si inserisce nel contesto geologico-evolutivo delle Alpi Lariane, costituenti il settore centro-occidentale del Sudalpino Lombardo. Questo è limitato ad ovest dalla zona del Varesotto-Luganese, ad est dalle Alpi Bergamasche, a sud dalla flessura marginale[1] e a nord dalla Linea Insubrica, la quale costituisce un elemento strutturale di importanza regionale poiché rappresenta una sutura tra unità a-diacenti ed affini, ma caratterizzate da vicende geodinamiche diverse.

Infatti, le unità a nord della Linea Insubrica vengono definite complessivamente con il termine di "Austroalpino" e sono caratterizzate da strutture nord-vergenti; le unità a sud di questo lineamento hanno invece strutture sud-vergenti e costituiscono il "Sudalpino"[2]. Questo consta di due parti ben distinte: il basamento cristallino (o metamorfico), affiorante in una fascia ad andamento E-W nella parte settentrionale, e la copertura sedi-mentaria, a sud, di età via via più recente da settentrione verso meridione.
Il basamento cristallino rappresenta l'antica crosta continentale di età pre-westfaliana ed è costituito da terreni "scistosi", interessati da diversi eventi metamorfici e da più fasi deformative (di cui le più importanti di età prealpina).

La copertura sedimentaria, depostasi tra il Carbonifero Superiore ed il Paleogene - Neogene basale, in discordanza sul basamento cristallino, è il risultato delle vicissitudini geologiche dell'antico bacino oceanico della Tetide. Detta copertura, che risulta priva di tracce di metamorfismo regionale (salvo situazioni locali), è interessata da sovrascorrimenti di età alpina che coinvolgono in parte anche il basamento cristallino.

[1] La "flessura marginale" è una "piega asimmetrica" che provoca l'immersione verso sud della successione mesozoica delle Prealpi lariane, al di sotto delle "colline" moreniche dell'alta pianura lombarda.
[2] "Austroalpino e Sudalpino costituivano "domini paleogeografici" adiacenti sul margine con-tinentale passivo adriatico (placca paleoafricana). La diversa vergenza strutturale oggi pre-sente nelle unità sudalpine ed austroalpine è il risultato della diversa evoluzione geotettonica da esse subita durante l'orogenesi alpina, che provocò la traslazione delle Unità Austro-alpine verso nord, sulle Unità Pennidiche del margine europeo.

Dal punto di vista geologico-evolutivo si osserva che a partire dal Triassico Superiore - Lias inferiore, si individuarono alcuni elementi strutturali lineari a direzione circa N-S, che mantennero in seguito un loro preciso comportamento strutturale, condizionando il tipo e l'entità della sedimentazione. Infatti, in corrispondenza del margine continentale passivo (Neotetide), articolato da faglie normali sinsedimentarie, listriche, a direzione nord-sud[3], si formarono zone di "alto strutturale" (piattaforme) caratterizzate da una sedimentazione condensata o ridotta, e zone di "basso strutturale" (bacini) caratterizzati da una sedimentazione bacinale (di mare profondo). Le faglie normali citate, avrebbero assunto un ruolo di notevole importanza in età alpina, come elementi trasversali di svincolo, nell'ambito della generale compressione a direzione meridiana.

Il territorio comunale di Premana è compreso tra due elementi strutturali d'importanza regionale: la Linea della Val Grande - Val Larga, affiorante a Nord ovest di Premana e la Linea Orobica; quest'ultima determina il sovrascorrimento del basamento cristallino sulla successione sedimentaria permo-triassica (affiorante nel settore meridionale dell'area rilevata).

La linea della Val Grande - Val Larga interessa il basamento cristallino, ha un'età generalmente ritenuta ercinica, separa zone a diverso grado metamorfico, ma ha subito fenomeni di riviviscenza anche durante l'orogenesi alpina.

Le coperture recenti presenti nella zona sono essenzialmente di ambiente continentale e risultano costituite da materiale di origine glaciale e fluviale di età pleistocenica e da materiale detritico-colluviale recente.

[3] Nelle Alpi Lariane (e nel sudalpino in generale) si individuano due gruppi di strut-ture lineari dette rispettivamente longitudinali e trasversali. Le prime costituisco-no, nella quasi totalità dei casi, strutture compressive in quanto risultano orientate circa ortogonalmente (E-W) agli assi di massimo raccorciamento della catena. Esse coincidono con orli di sovrascorrimento (v. sovrascorrimenti delle Grigne), con fa-glie inverse (v. faglia della Grona e della Val Torta), con strutture plicative (v. Anticlinale Orobica, flessura marginale) o, come per la Linea Insubrica, con cica-trici collisionali complesse. Le strutture lineari trasversali costituiscono disturbi tettonici orientati circa N-S, di importanza regionale (Linea di Lugano, Linea di Lecco, Linea del Faggio). La comunità scientifica ritiene che tali strutture abbiano avuto origine a partire dal Triassico superiore - Giurassico inferiore (non si esclude tuttavia un'origine più antica), quando i settori occidentali del sudalpino furono coinvolti nella tettonica distensiva connessa con l'inizio dell'apertura del paleo-oceano piemontese - ligure, trasformando le vaste piattaforme carbonatiche in zolle subsidenti (margine conti-nentale passivo).

5.2 Geomorfologia

L'area esaminata comprende parte del versante meridionale degradan-te dalla dorsale compresa tra i monti P.zzo Rotondo (m 2495 m. s.l.m.) e M. Legnone (2609) a Nord e parte della dorsale degradante da P.zzo Cornagera e P.zzo del Dente a Sud.

Complessivamente essa fa parte di un gruppo montuoso compreso tra il "solco valtellinese" a nord, il Lago di Como ad ovest, la "catena Orobica" a sud, i pizzi Mellasc (m 2465 s.l.m.) e Varrone (m 2325 s.l.m.) ad est. Il bacino imbrifero della Valvarrone rappresenta uno tra gli elementi fisiografici principali delle Alpi Lariane e individua l'elevato ed aspro gruppo del M. Legnone (m 2500 - 2600) a nord, che ne costituisce il versante destro, ed il gruppo M. Croce di Muggio - C.ne di Margno - P.zzo Cornagiera - P.zzo Varrone (m 1750 - 2325) a sud, in corrispondenza del versante sinistro.

La geomorfologia dell'area esaminata è il risultato di una serie di processi che hanno modellato il territorio. In generale si possono ricono-scere i seguenti gruppi di forme:

- forme strutturali;

- forme glaciali;

- forme di degradazione dei versanti;

- forme torrentizie;

- forme antropiche.

Una parte delle forme del paesaggio appare legata alla "struttura geologica" del territorio, intesa come costituzione litologica ed assetto tettonico.

Gli elementi che maggiormente caratterizzano questo settore delle Alpi Lariane sono tuttavia costituiti dalle forme e dai depositi glaciali, dovuti in parte ai ghiacciai locali ed in parte ai diversi rami dell'imponente ghiacciaio Valtellinese - Val Mera. Detto ghiacciaio, nella sua porzione orientale, si divideva in vari rami, penetrando soprattutto nella Valvarrone, nella Valsassina e nella Valle di Esino.

In generale, si riconoscono tre tipi morfologici principali, corrispondenti a tre zone altimetriche ed a tre periodi glaciali distinti: morenico sparso scheletrico (più elevato) di

probabile età Mindelliana; morenico a cordoni (poco sotto il limite del morenico sparso) di probabile età Rissiana; morenico terrazzato lungo i versanti, fino alla quota del lago e sui fondivalle, di probabile età Würmiana.

Localmente i cordoni morenici ed i ghiacciai (in generale per fenomeni di "otturazione glaciale"), hanno determinato la formazione di specchi lacustri, oggi testimoniati dalla presenza di depositi argillosi, spesso varvati.

Le forme dovute alla degradazione dei versanti sono rappresentate ta-lora da imponenti corpi di frana, la cui genesi è stata favorita dal ritiro dei ghiacciai quaternari e dal conseguente "rilassamento" dei versanti.

Le acque correnti ed in generale la "degradazione meteorica" hanno progressivamente sovraimpresso al paesaggio ed alle forme glaciali, la morfologia fluvio-torrentizia e gravitativa attuale.

Anche le forme antropiche costituiscono una caratteristica saliente del territorio lariano. Sono infatti presenti numerosi terrazzamenti realizzati per scopi insediativi ed agricoli, scarpate e "corone" di antiche cave di materiale lapideo o di miniere (prevalentemente di feldspato, barite, siderite), canalizzazioni artificiali per la regimazione delle acque superficiali.

6 ANALISI DEL TERRITORIO COMUNALE

6.1 Ricerca storica e sintesi bibliografica

Per la stesura della presente relazione ci si è avvalsi anche dei risultati dei seguenti studi:

- studio geologico redatto dallo scrivente nel 1999 a supporto del P.R.G. del Comune di Premana (ex L.R. 41/97);
- studio del Reticolo Idrografico Minore del Comune di Premana, redatto dallo scrivente nel mese di luglio 2003;
- indagini geognostiche, geofisiche e prove di laboratorio eseguite nel periodo 1970 – 2005 da parte di privati ed enti pubblici (riportate integralmente nel Documento 1, in allegato alla presente);
- studio redatto da Colombo, Pilla, Savazzi inerente “La deformazione gravitativa profonda del Lago di Lősa in Valvarrone (Premana – Lecco)”, in Atti del 1° Congresso Nazionale A.I.G.A., Chieti 19-20 febbraio 2003;
- inventario dei dissesti della Provincia di Lecco, edito dalla Regione Lombardia;
- programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di 2° livello, Rischio connesso al Dissesto idrogeologico, redatto a cura della Provincia di Lecco (Estensore: Studio Cancelli Associato);
- studio delle sorgenti alimentanti l’acquedotto comunale di Premana eseguito, nel 2002, dallo Studio Idrogeotecnico Applicato S.a.s. di Efrem Ghezzi &C;
- “relazione sulle condizioni di stabilità della centrale di Premana” redatta dal Prof. Ardito Desio nel 1960;
- documentazione storica reperita a partire dal testo “ca e casinel”, di Antonio Bellati, edizioni “Il Corno”;
- esame delle precipitazioni giornaliere a Premana, nel periodo compreso tra il 1966 ed il 2002 (dati centrale Enel);

- "Studio Geologico del versante in sinistra idrografica del Torrente Varrone tratto: centrale idroelettrica – viadotto SP 67 - area ecologica", eseguito dallo scrivente nel periodo 2003-2005;
- G. Savazzi & G. Pilla: "La deformazione Gravitativa Profonda di Ronco in Valvarrone (Lecco)". Congresso Geoitalia 2007, Rimini 12-13-14 settembre 2007;
- "Studio idrogeologico integrativo di dettaglio del versante idrografico sinistro del Torrente Varrone, località Ronco", eseguito dallo scrivente nell'anno 2011.

La ricerca storica ha consentito di reperire informazioni su fenomeni verificatisi negli ultimi 30 anni circa. Trattasi di informazioni relative all'innesco di scivolamenti-colate superficiali, innescatisi perlopiù nei depositi glaciali di copertura e di crolli di massi. Di tali fenomeni, specialmente di quelli sviluppatisi nell'ambito del nucleo urbano, sono perlopiù fenomeni puntuali e non particolarmente "dannosi". La ricerca storica ha evidenziato una maggiore dinamicità in corrispondenza del versante idrografico sinistro della Valvarrone, nel tratto compreso tra il viadotto della S.P. 67 e la confluenza con la Val Marcia. A questo proposito si riporta, di seguito, un'informazione contenuta nel testo "Ca e Casinèl", a cura di A. Bellati, Edizioni "Il Corno".

A pagina 255, parlando della stretta (toponimo dialettale: "Ciudriin") in cui in epoche diverse furono costruiti i vari ponti sul T. Varrone (compreso quello della SP 67), si legge una frase ripresa "dall'Arrigoni", relativa ad una notizia che viene fatta risalire agli inizi del XIII secolo: "… *a Premana rilasciossi una falda di monte e, giù piombando per la ripida china, trascinò seco alberi, capanne e sassi e, chiuso il varco Varrone, l'obbligò a rigurgitare fino alla Valmarcia*.". Ad eccezione delle fonti (Arrigoni) e delle notizie citate nel testo del Sig. Bellati, non sono stati ritrovati ulteriori documenti che consentano di individuare con maggior precisione la zona in cui si presume si sia verificato il fenomeno franoso, né l'epoca esatta dello stesso (si riferisce genericamente l'evento al XIII secolo).

Tuttavia, date le condizioni morfologiche della valle, la testimonianza relativa alla formazione di un rigurgito fino alla Val Marcia lascia presumere che la frana possa essersi staccata dalla zona compresa tra l'attuale centrale Enel e la stretta del ponte

della S.P. 67. Infatti, anche tale stretta appare determinata da un fenomeno gravitativo di versante, di età olocenica, post-glaciale. Per quanto riguarda specificatamente la zona retrostante la centrale Enel, sono segnalati movimenti gravitativi significativi a partire dal 1951. Tali movimenti si sono verificati in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati, confrontabili con quelli relativi all'evento alluvionale del novembre – dicembre 2002.

6.2 Inquadramento meteo-climatico

6.2.1 Pluviometria e regime pluviometrico

Il grafico di Figura 2 evidenzia: 1) l'andamento delle precipitazioni annue nel periodo 1966-2002 (registrate dalla stazione meteorologica di Pagnona: diga ENEL); 2) il valore medio annuo calcolato per l'intero periodo; 3) la relativa linea di tendenza (regressione lineare). Il grafico di Figura 3 illustra i valori medi mensili, relativi allo stesso intervallo di tempo.

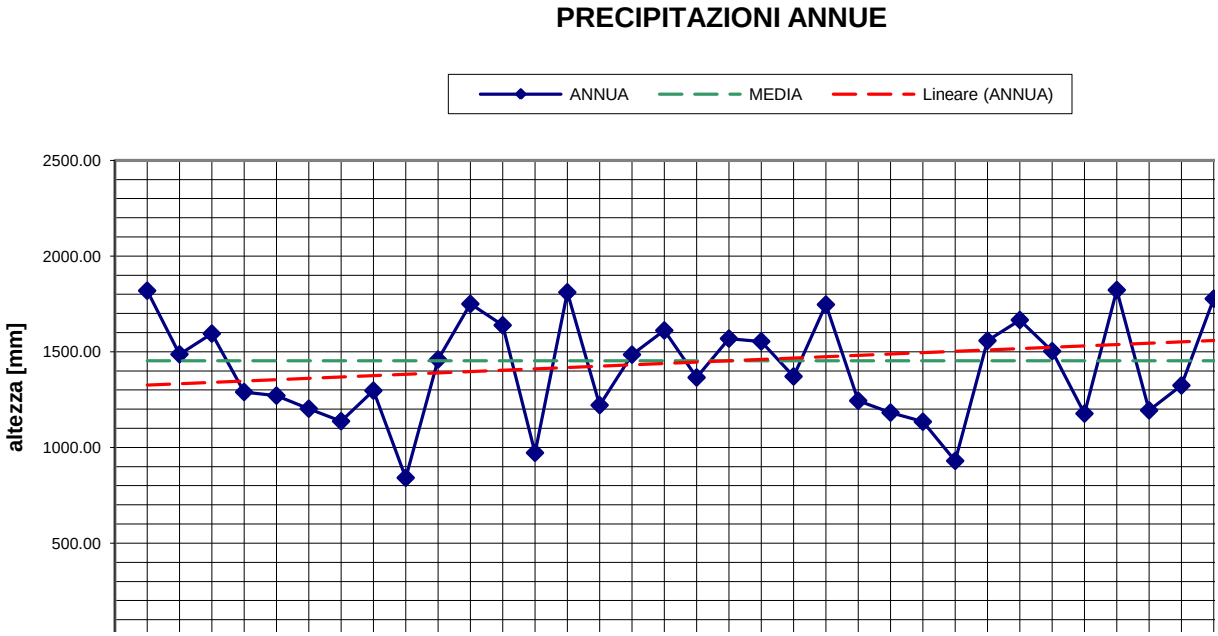

Figura 2 - Precipitazioni annue (spezzata blue), valore medio annuo relativo al periodo 1966-2002 (tratteggio verde) e linea di tendenza (tratteggio rosso), desunte dalle rilevazioni eseguite dalla stazione pluviometrica di Pagnona (diga ENEL), nel periodo 1966 - 2002.

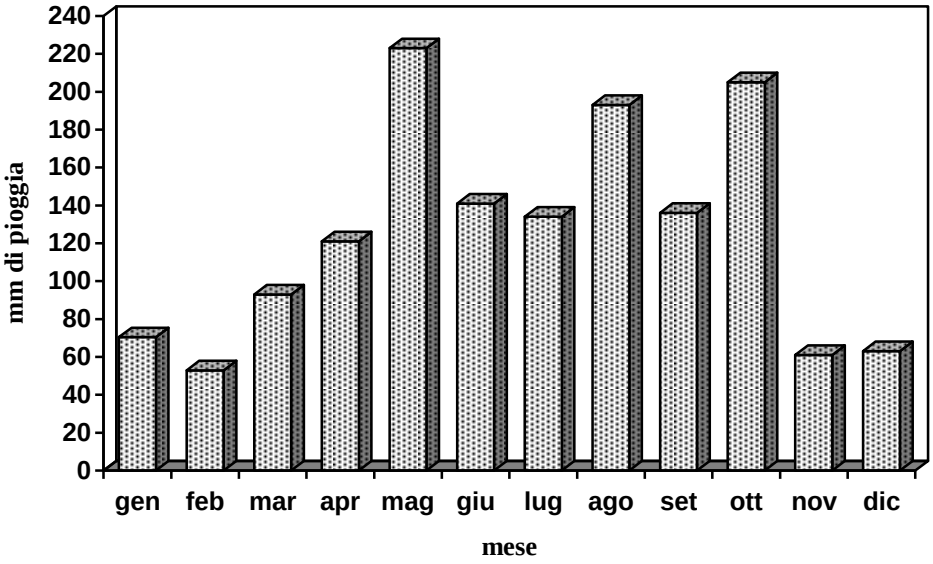

Figura 3 - Precipitazioni medie mensili relative al periodo 1966-2002, desunte dalle rilevazioni della stazione pluviometrica di Pagnona (diga ENEL).

Si evidenzia un valore medio annuo pari a 1453 mm di pioggia ed un regime pluviometrico caratterizzato da un minimo assoluto invernale e da un massimo assoluto primaverile (maggio), seguito da due massimi relativi rispettivamente estivo (agosto) ed autunnale (ottobre).

È oltremodo significativo rilevare come il trend delle precipitazioni annue nel periodo 1966-2002 risulti in lieve crescita.

6.2.2 Piogge intense

La conoscenza delle modalità con cui si manifestano le piogge di maggiore intensità riveste un particolare interesse pratico, ai fini della valutazione delle portate idriche di massima piena dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale e ai fini della valutazione delle condizioni critiche che possano favorire l'innesco di scivolamenti-colate superficiali.

Lo studio delle piogge intense e la determinazione della relativa curva di possibilità pluviometrica, richiedono la conoscenza dei valori massimi annuali, in una serie storica significativa, intendendo con massimi annuali le piogge di massima intensità annuale, di durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Nell'ambito del territorio esaminato e di quelli immediatamente confinanti, non sono purtroppo disponibili serie storiche di piogge intense di ampiezza temporale significativa. In merito, si evidenzia che nell'abitato di Premana è stata installata una stazione di misura pluviometrica e pluviografica, successivamente all'evento calamitoso del novembre-dicembre 2002. Tuttavia, sebbene i relativi dati possano essere estremamente significativi ai fini di verifiche puntuali e temporalmente limitate, gli stessi non coprono un intervallo temporale sufficientemente significativo ai fini della valutazione della "possibilità pluviometrica" del territorio. Pertanto, previe opportune normalizzazioni che consentono di tenere conto delle diverse condizioni altimetriche, l'analisi idrologica è stata eseguita considerando i dati pluviometrici relativi alle osservazioni della stazione meteorologica di Casargo (LC), nel trentennio 1921-50 (stazione pluviometrica più prossima all'area in esame).

Questi dati, per ciascun anno, hanno fornito i valori delle precipitazioni medie mensili ed il relativo numero di giorni piovosi (in ciascun mese).

Non essendo disponibili per la stazione in esame dati relativi alle precipitazioni giornaliere della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, il valore massimo della pioggia giornaliera (cioè di durata pari a 24 ore) è stato calcolato sulla base della serie dei valori massimi annuali, nel periodo 1921-50. Tale valore, pari di 56,5 mm/giorno, è decisamente inferiore a quelli rilevati da altre stazione pluviometriche presenti in Valsassina (ad esempio: Barzio, dove sono stati rilevate piogge superiori a 100 mm/24ore nel periodo 1985-92 e Introbio, dove sono state rilevate piogge massime di 121 mm/24ore nel periodo 1942-69). Ciò si spiega considerando che il valore ottenuto rappresenta l'altezza media giornaliera dell'evento di pioggia, calcolato assumendo l'ipotesi di distribuzione lineare della precipitazione durante l'anno (rapporto tra precipitazione media mensile e corrispondente numero di giorni piovosi).

L'analisi delle precipitazioni mensili, giornaliere ed orarie relative ad altre stazioni della Valsassina e del circondario (Barzio, Introbio, Pagnona, Dervio, Bellano), ha permesso di verificare che il rapporto medio tra l'altezza massima della pioggia giornaliera e la corrispondente altezza della precipitazione media mensile, è un numero compreso tra 1,5 e 3,4, con valori più frequenti prossimi a 2. E' stato quindi assunto un fattore moltiplicativo pari a 2, in base al quale è stata normalizzata la serie dei valori giornalieri medi massimi, relativi alla stazione di Casargo, nel periodo 1921-50, ottenendo i valori riportati nella seguente Tabella 1.

anno	h_{max} (mm)	anno	h_{max} (mm)	anno	h_{max} (mm)
1921	36.40	1931	61.67	1941	42.20
1922	51.64	1932	41.71	1942	81.20
1923	46.55	1933	68.33	1943	43.40
1924	52.44	1934	51.13	1944	68.00
1925	75.00	1935	46.86	1945	60.00
1926	56.22	1936	39.67	1946	60.00
1927	68.29	1937	54.29	1947	113.00
1928	102.00	1938	59.60	1948	104.50
1929	59.45	1939	70.50	1949	87.20
1930	38.29	1940	61.20	1950	31.60

Tabella 1 - Precipitazioni massime giornaliere annue, normalizzate, relative al periodo 1921-50 (stazione pluviometrica di Casargo - CO)

Il valore dell'altezza massima giornaliera di pioggia, nel periodo 1921-50, risulta pari a 113 mm/24ore (valore confrontabile con quelli registrati da altre stazioni pluviometriche in Valsassina). È stata quindi studiata la curva di possibilità pluviometrica assumendo un tempo di ritorno di 100 anni mediante regolarizzazione statistica della serie dei massimi annuali, normalizzati, utilizzando la seguente "relazione di Gumbel":

$$h_{max} = u - \frac{1}{\alpha}\ln\left(-\ln\frac{T_r - 1}{T_r}\right)$$

in cui:

h_{max} = massima altezza di pioggia in mm/24ore

Tr = tempo di ritorno (anni)

α = costante che dipende dallo scarto quadratico medio (σ) della serie dei massimi annuali

u = costante che dipende dalla media (μ) e dallo scarto quadratico medio (σ) della serie dei massimi annuali

I risultati ottenuti, sintetizzati nella Tabella 2 e nel grafico di Figura 4, hanno fornito un valore della precipitazione massima giornaliera di riferimento pari a 176 mm/24ore (evento con tempo di ritorno di 100 anni).

μ	σ	α	u	T_r	h_{max} (mm)
61.1	36.52	0.035	44.65	10	108.9
61.1	36.52	0.035	44.65	30	141.3
61.1	36.52	0.035	44.65	50	156.1
61.1	36.52	0.035	44.65	100	176.1

Tabella 2 - Precipitazioni massime giornaliere, espresse in mm (hmax), con assegnato tempo di ritorno (Tr) espresso in anni.

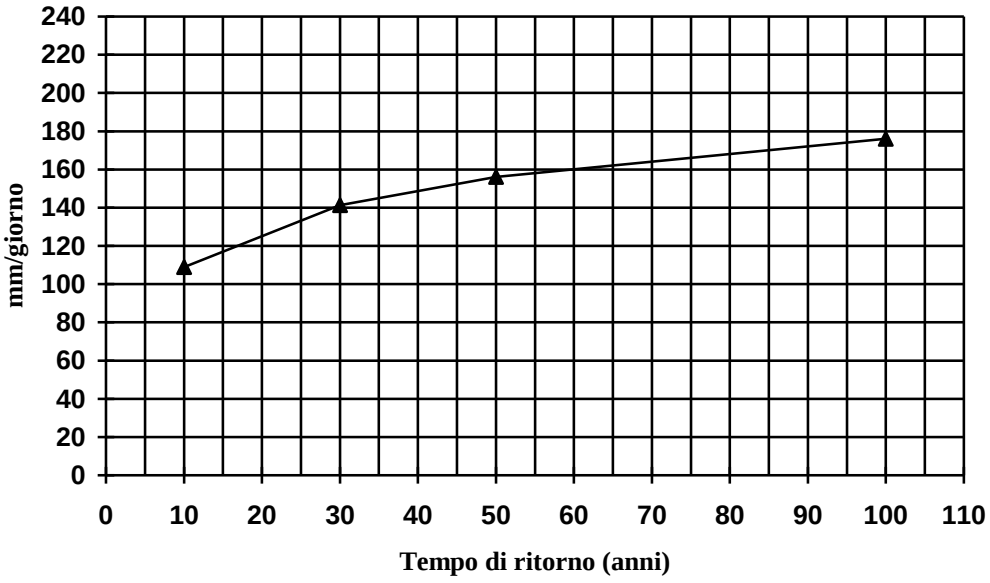

Figura 4 - Curva delle massime precipitazioni giornaliere (mm/giorno) in funzione del tempo di ritorno (anni).

Per la valutazione degli afflussi è stato considerato, quindi, il valore di 156 mm/giorno. In base a questo valore è stata determinata la curva di possibilità pluviometrica, di seguito riportata.

$$h = 0,055\tau^{0,333}$$

in cui:

h = altezza di pioggia espressa in metri

τ = tempo espresso in ore

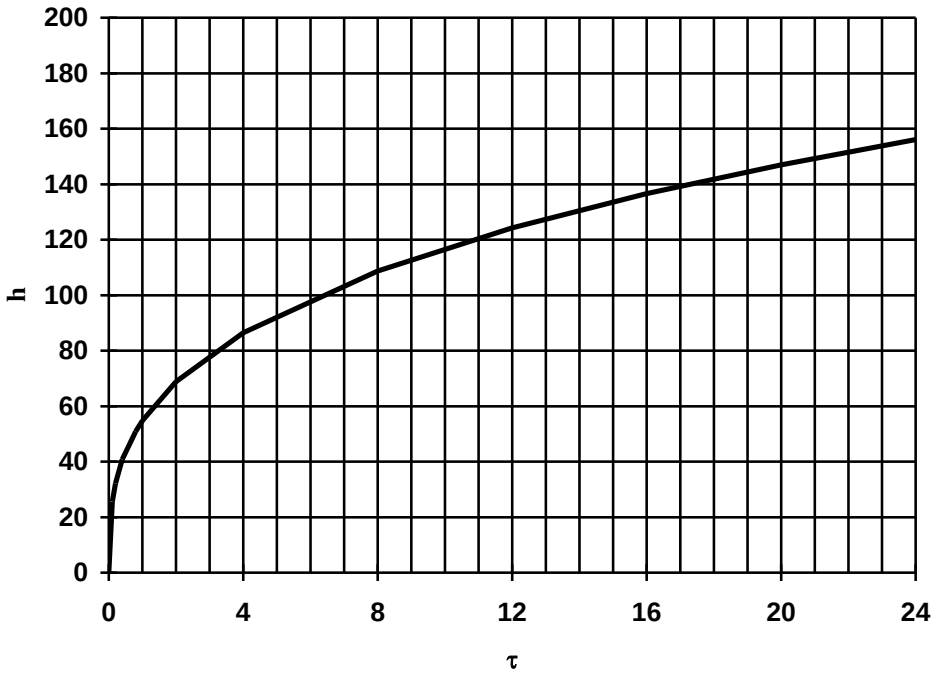

Figura 5 - Curva di possibilità pluviometrica.

La pioggia oraria critica risulta pari a 55 mm.

6.2.3 Evento calamitoso del novembre 2002 e relative soglie di innesco

La relazione esistente tra dissesti gravitativi (scivolamenti, scivolamenti-colate, ecc.) e precipitazioni meteoriche è stata studiata da diversi autori che hanno correlato su diagrammi bi-logaritmici i principali parametri pluviometrici (intensità, durata e precipitazione medie annue).

La retta in Figura 6 rappresenta la soglia di innesco proposta dalla Regione Lombardia, sulla base della correlazione tra fenomeni avvenuti nei bacini alpini lombardi e casi bibliografici (Caine, 1980; Moser, 1983; Govi, 1980 – 84; Cannon, 1985) e delimita il campo di instabilità, situato nel semiquadrante alto, a destra della retta. In ordinata è riportata la intensità di pioggia normalizzata per ora. In ascissa il tempo, espresso in ore.

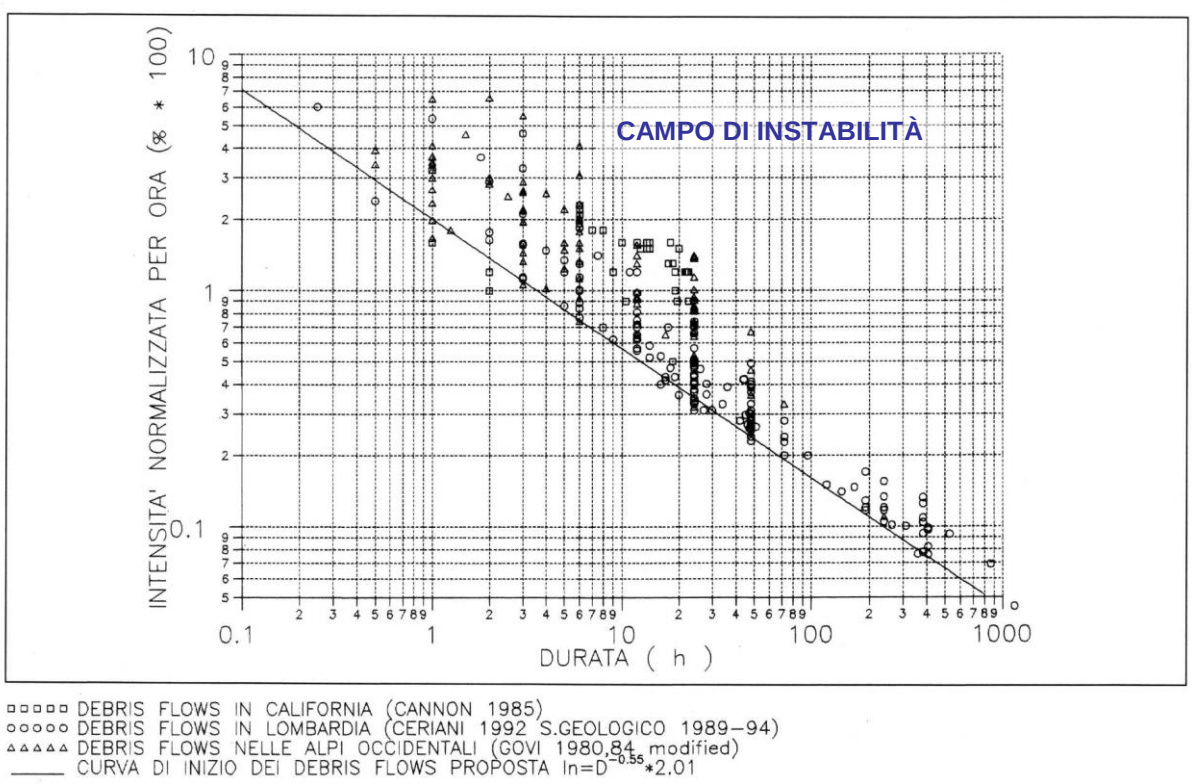

Figura 6 – Figura tratta da: "Centri abitati instabili della Provincia di Sondrio" Regione Lombardia.

In% = Intensità di pioggia normalizzata per ora = $In\% = \frac{I_p}{P.M.A.} 100$

In cui:

I_p = Intensità di pioggia [mm/ora]

P.M.A. = precipitazione media annua

Per comprendere quali possano essere le soglie pluviometriche di innesco di fenomeni gravitativi e torrentizi nel comune di Premana è interessante confrontare il grafico di Figura 6 con gli eventi piovosi critici del novembre 2002 (Figura 7), in cui si manifestarono numerosi dissesti nel territorio comunale (scivolamenti-colate, debris-flows, dissesti gravitativi significativi, tra cui quello di "Ronco).

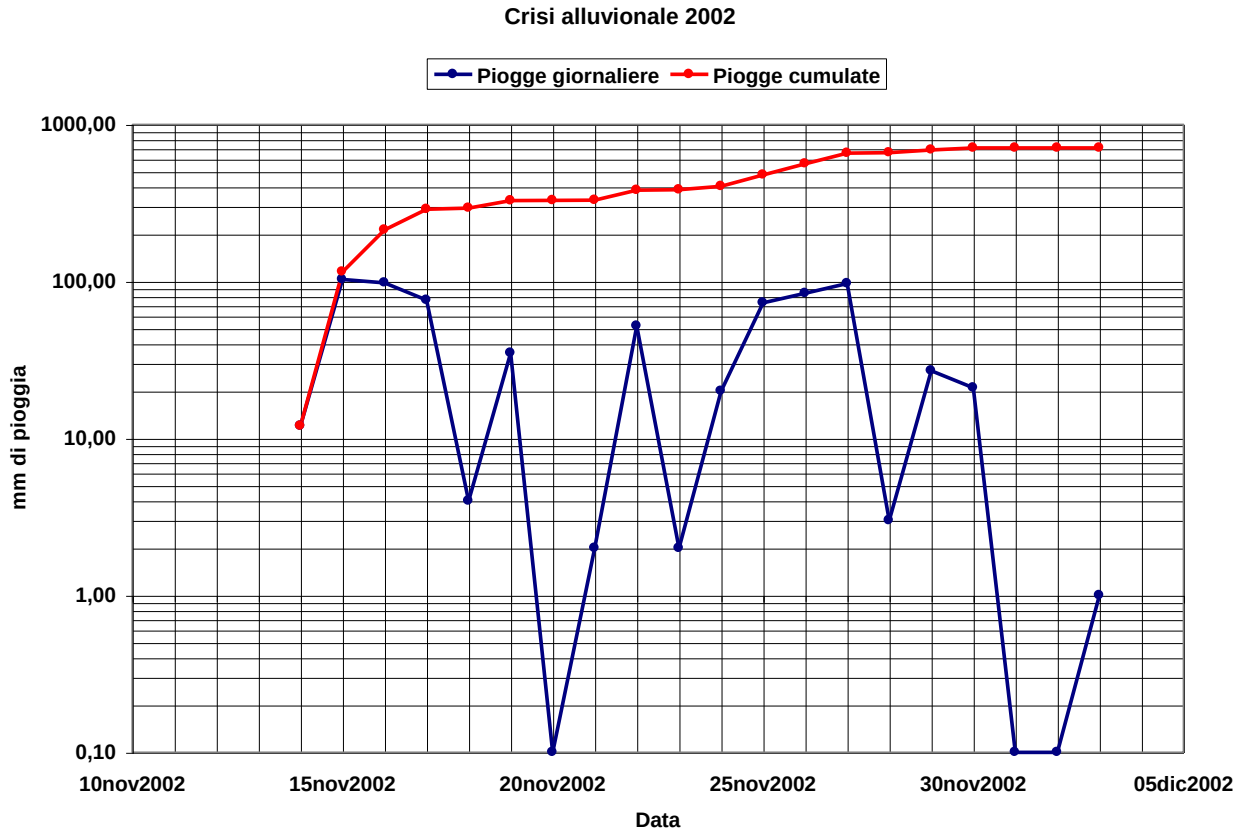

Figura 7 – Precipitazioni piovose nel periodo compreso tra il 14 novembre e il 3 dicembre 2002

La curva delle piogge cumulate (curva rossa in Figura 7) evidenzia come nel periodo 14-17 novembre 2002 si accumularono ben 290 mm di pioggia, a cui seguì un ulteriore

periodo piovoso, protrattosi quasi ininterrottamente fino al 3 dicembre, in cui si accumularono altri 420 mm di pioggia, per un totale complessivo di 710 mm di pioggia, caduti in 16 giorni. Questi dati furono misurati dalla stazione pluviometrica presente nel sito “Diga Enel”.

Normalizzando i valori cumulati rispetto alla precipitazione media annua, pari a 1453 mm, e confrontando il trend risultante con il grafico di Figura 6, si ottiene il risultato di cui alla seguente Figura 8, evidenziato dal tratteggio rosso.

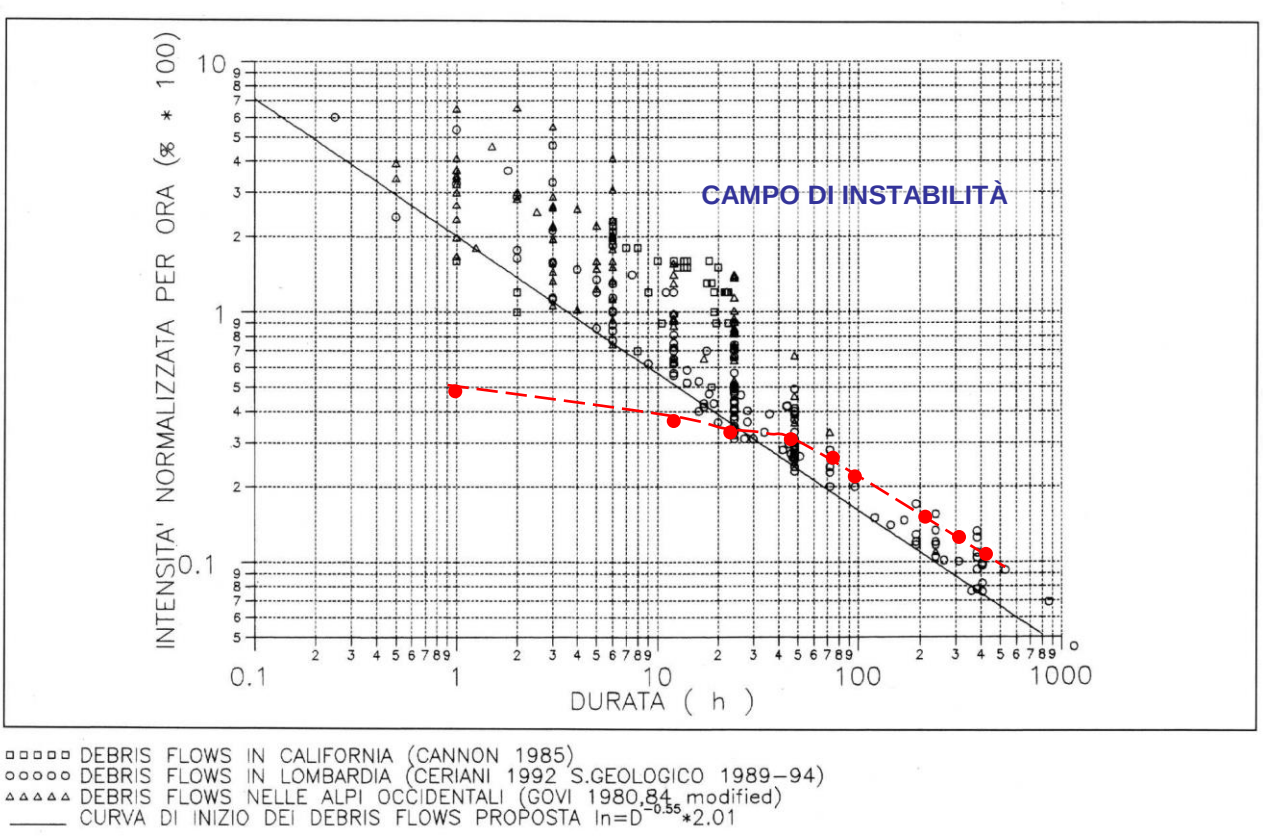

Figura 8 – Confronto con evento critico del novembre 2002

In Figura 8 il tratteggio rosso indica il trend delle piogge di durata pari a 1 ora, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore (3 giorni), 96 ore (4 giorni), 216 ore (9 giorni), 312 ore (13 giorni) e 432 ore (18 giorni). Il grafico evidenzia che, sulla base delle soglie di innesco elaborate a livello regionale, il livello di accumulo critico di pioggia, calcolato a partire dal corrispondente indice di intensità normalizzata per ora, corrisponde ad una altezza di

precipitazione pari a 135 mm in 30 ore. Questo valore fu superato tra il 15 e il 16 di novembre 2002 (Figura 7, Figura 8).

Considerato che i primi dissesti sul territorio (scivolamenti superficiali evoluti in colata e dissesti vari in alcune strutture murarie di sostegno stradali) si innescarono il 17 novembre e tenuto conto del relativo ritardo con cui, in generale, si manifesta la saturazione del terreno, il risultato ottenuto di 135 mm in 30 ore sembra essere in accordo con quanto osservato durante la crisi alluvionale del 2002. Tale livello può pertanto essere considerato al pari della soglia di "stadio iniziale", così come definito dalla Regione Lombardia.

È molto significativo rilevare che la maggior parte dei dissesti, costituiti per lo più da scivolamenti-colate di terreno, relativamente superficiali, si innescarono tra il 19 novembre (accumulo piovoso pari a 328 mm in 5 giorni) e il 5 dicembre. Le piogge cessarono quasi del tutto il 1 dicembre, in cui si raggiunsero accumuli piovosi complessivi pari a 710 mm (in 16 giorni).

Un altro elemento molto significativo, emergente dall'analisi delle piogge e dei dissesti verificatisi nel 2002, riguarda l'innesco di movimenti gravitativi di entità considerevole. In particolare, nel comune di Premana, all'incirca dopo una settimana che cessarono le piogge, si innescò il movimento gravitativo di Ronco, con movimenti generalizzati nel tratto di versante sinistro compreso tra la piazzola ecologica di Via Giabbio e la centrale Enel.

A differenza dei dissesti gravitativi superficiali, il cui innesco si manifestò contestualmente agli eventi piovosi, al superamento di determinati accumuli idrici o al più con un leggero ritardo rispetto a questi, il fenomeno gravitativo di Ronco si innescò solo al raggiungimento di carichi precipitativi molto elevati (710 mm in 16 giorni), con un ritardo di 7 – 10 giorni rispetto al momento in cui smise di piovere.

Esaminando la serie dei dati pluviometrici Enel, relativi all'evento del novembre-dicembre 2002, di cui alla Figura 7, si individuano, in sintesi, i seguenti accumuli piovosi significativi:

- 115 mm in 1 giorno;
- 213 mm in 2 giorni;
- 561 mm in 12 giorni;
- 710 mm in 17 giorni.

È estremamente significativo rilevare come nel periodo compreso tra il 1966 e il 2002 (ampiezza temporale della serie pluviometrica considerata) il valore di 115 mm/giorno, verificatosi nell'evento critico del 2002, è stato eguagliato o superato solo 5 volte, a cui corrisponde una frequenza media di una volte ogni 7,2 anni ed una probabilità annuale pari al 14% circa. In particolare, tale valore fu superato il:

- 1 agosto 1979 con un'altezza di pioggia di 169 mm;
- 26 agosto 1985 con un'altezza di pioggia di 117 mm;
- 13 ottobre 1988 con un'altezza di pioggia di 122 mm;
- 25 settembre 1993 con un'altezza di pioggia di 117 mm;
- 28 agosto 1996 con un'altezza di pioggia di 126 mm.

È evidente che trattasi perlopiù di eventi molto concentrati, determinati perlopiù da temporali tardo estivi (ad esclusione dell'evento del 13 ottobre 1988).

Il valore di 213 mm in due giorni non fu mai eguagliato nel periodo 1966-2002. Solo una volta, il 24-25 settembre 1993, si verificò un evento prossimo a tale valore, con accumuli di 205 mm in 2 giorni. Eventi di tale intensità, nel territorio di Premana, avrebbero pertanto una probabilità annua dell'ordine del 5,6%.

Valori cumulati maggiori o uguali a quelli rilevati nel 2002, vale a dire 561 mm in 12 giorni e 710 mm in 16 giorni, si sono verificati solo una volta (anno 2002) nel periodo relativo alla serie storica disponibile (1966 – 2002). A tale proposito, sebbene i dati pluviometrici Enel siano disponibili solo dal 1966, esistono documenti tecnici, relativi al dissesto gravitativo nel sito centrale, attestanti che eventi pluviometrici similari si verificarono nel 1951. Considerando l'intervallo temporale 1951 – 2002 risulta una

frequenza media di una volta ogni 25 anni, a cui corrisponde una probabilità annua del 4%.

Dall'esame della serie storica disponibile è tuttavia possibile riscontrare eventi inferiori a quelli del novembre 2002, ma comunque significativi in termini di piogge cumulate:

- 532 mm accumulati tra il 4 maggio e il 7 giugno 1984 (1 mese circa);
- 415 mm accumulati tra il 2 aprile e il 29 aprile 1989 (27 giorni);
- 411 mm accumulati tra il 24 settembre e il 3 ottobre 1993 (9 giorni circa);
- 362 mm accumulati tra il 1 ottobre e il 18 ottobre 2000 (18 giorni circa) a cui se ne aggiunsero altri 521 mm nel periodo 1-25 novembre, con un accumulo complessivo di 883 mm in meno di due mesi.

Tra gli eventi sopra riportati l'unico avente intensità sufficientemente elevata per rientrare nel campo di instabilità di cui alla Figura 6 è quello di 411 mm in nove giorni.

Nella seguente Figura 9 è riportata la Frequenza (espressa in "numero di volte in 36 anni") e la probabilità annua (espressa in %) degli eventi critici desumibili dalla retta di Figura 5 e dalla serie storica pluviometrica Enel, nel periodo 1951 – 2002.

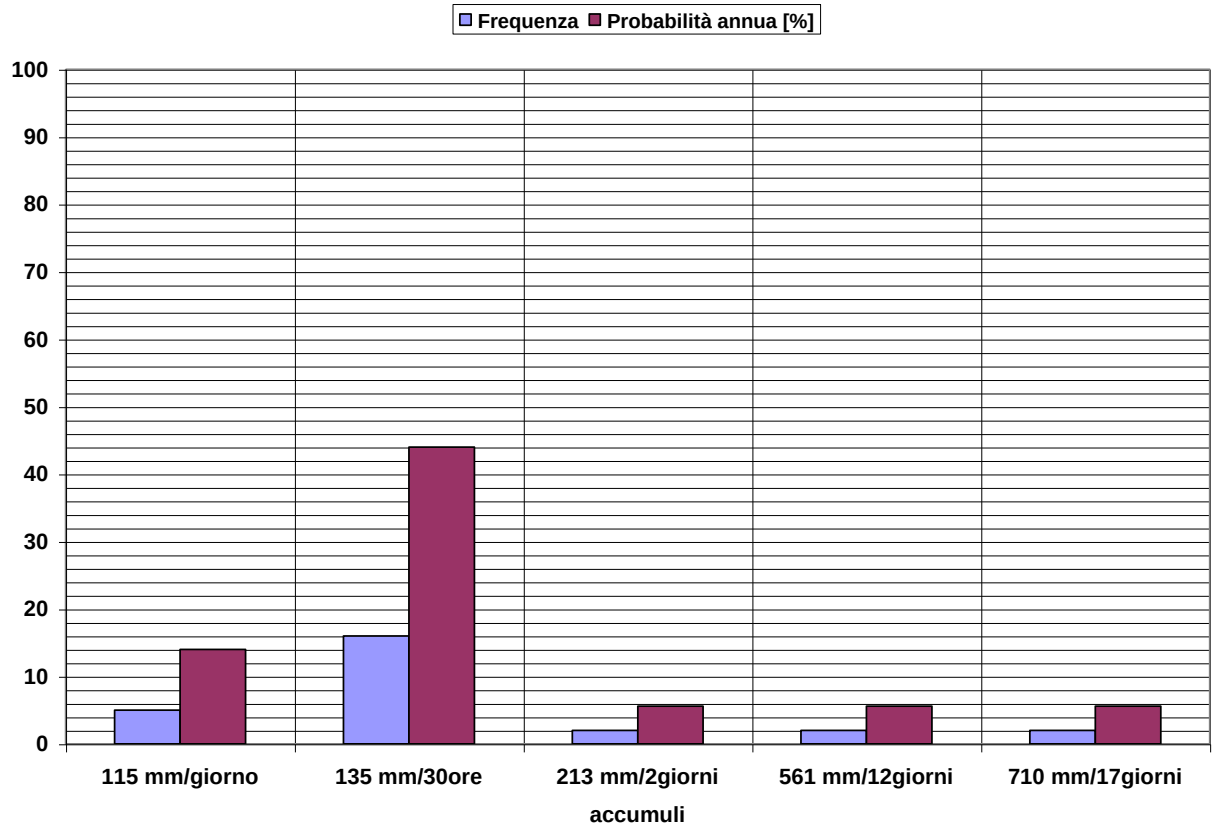

Figura 9 – Frequenza (espressa in "n volte in 51 anni") e probabilità annua (espressa in %) degli eventi critici desumibili dalla retta di Figura 6 e dalla serie storica Enel.

Il grafico evidenzia che la probabilità annua di eventi confrontabili con quello del novembre 2002 è poco minore del 6%, già per cumulate di 213 mm/48 ore. Valori giornalieri di 115 mm di pioggia hanno una probabilità annua dell'ordine del 14%, mentre per valori critici di 135 mm/30ore la probabilità annua arriva al 40%. Si sottolinea, tuttavia, che l'innesco di dissesti di entità significativa è connesso, sulla base delle evidenze del 2002, al superamento di quantitativi cumulati di almeno 300 mm in 96 ore (4 giorni). Pertanto, la soglia di 135 mm/30ore può essere considerata una ragionevole soglia di allertamento.

I valori desunti dai dati Enel, misurati nel territorio di Premana, sono stati confrontati con quelli riportati nello studio eseguito dal Prof. Cancelli, a supporto del Programma

Provinciale di Previsione e Prevenzione relativo al Rischio Idrogeologico (Provincia di Lecco), sintetizzati nella seguente Tabella 3.

Tabella 3 - Confronto tra le Soglie di Innesco (SI) proposte dalla Regione Lombardia e dal CNR e le precipitazioni nel periodo novembre e dicembre 2002 – Valsassina – Introbio (tabella tratta da: Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione relativo al Rischio Idrogeologico - Provincia di Lecco – Studio redatto da "Studio Cancelli Associato").

Stazione con pioggia media annua di 1500 mm						
Durata (ore)	SI stadio iniziale (1)	SI stadio intermedio (1)	SI stadio catastrofico (1)	SI (2)	Introbio 16/11/02 (3)	Introbio 26/11/02 (3)
1	30,1	42	60	32	14,6	10,2
3	49,4	74,4	129,5	52,5	37,6	25,8
6	67,5	106,6	210,3	71,7	62,1	49,8
9	81	131,7	279,3		74,2	73,4
12	92,2	152,9	341,6	97,9	81,8	90
18	110,7	188,8	453,8		103,9	117
24	126	219,3	555	133,8	126	**142,6**
30	139,3	243,2	648,8		**140**	**159,9**
36	151,2	270,7	737,2		**158**	**187,6**
42	162,1	293,3	821,2		**171,8**	**206,8**
48	172,1	314,4	901,6		**207,6**	**227,6**
72	//	//	//		**270**	**285**
120	//	//	//		**270**	**320**

(1): Soglie di innesco da: 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile.
(2): Soglie di innesco per la stazione di Introbio da Centri Abitati Instabili, CNR.
(3): Evidenziati in grassetto i valori superiori della Soglia di Innesco dello stadio iniziale.

Dalla tabella si evidenzia che il valore di 135 mm/30 ore è congruente con il valore soglia di "stadio iniziale" della Regione Lombardia.

Il valore soglia di 115 mm/24ore è confrontabile sia con quello della stazione di Introbio, dove il 16 novembre 2002 si verificò una pioggia di 126 mm/24ore che con la soglia di stadio iniziale regionale.

Il valore di 213 mm/48 ore supera il valore soglia di stadio iniziale della Regione Lombardia, allineandosi ai valori registrati a Introbio il 16 novembre 2002 (207,6 mm) e il 26 novembre 2002 (227,6 mm). Questo valore si colloca tra la soglia di stadio iniziale (172,1 mm) e quella di stadio intermedio (314,4 mm) della Regione Lombardia.

Sulla base dei dati e dei risultati sopra esposti appare che i valori soglia proposti dalla Regione Lombardia forniscano un corretto riferimento per la valutazione delle soglie di attenzione (quale può essere quella di 135 mm/30ore), come anche verificato dall'analisi dei dati di Premana.

Lo stadio "catastrofico" proposto dalla Regione Lombardia appare verosimilmente sovrastimato, rispetto agli effetti prodotti dall'evento 2002 in Valsassina e Valvarrone. Infatti, a fronte di valori soglia indicati in 900 mm circa in 48 ore, l'innesco di frane relativamente profonde, con volumi coinvolti significativi, sembra aver risentito maggiormente degli apporti idrici verificatisi in intervalli di tempo relativamente estesi (10 – 15 giorni), con accumuli critici dell'ordine di 500 – 700 mm.

6.2.4 Termometria e regime termico

Sono stati esaminati i dati termometrici misurati dalla stazione di Premana nel periodo 1975-1980 e pubblicati nel 1986 ("Il clima del gruppo delle Grigne" - A. Bini). Tali dati sono stati confrontati con quelli rilevati dalla stazione ENEL (diga di Premana), i quali hanno sostanzialmente confermato il "trend" relativo.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori delle temperature massime, minime e medie stagionali misurati dalla stazione di Premana nel periodo 1975-80.

Il grafico di Figura 10 evidenzia l'andamento dei valori medi mensili ed il valore medio annuo calcolati in base alle osservazioni relative al periodo 1976-88, della stazione di Pagnona (diga ENEL).

Sulla base dei dati a disposizione il territorio in esame, come la maggior parte della Valvarrone, è caratterizzato da un clima complessivamente freddo, con temperatura media annua di 9 °C, prossima ai valori di temperatura media primaverile ed autunnale.

In base al metodo di Conrad e Pollak, il clima della media Valvarrone è di tipo continentale con 6-7 mesi freschi, di cui 2-3 da freddi a molto freddi. Il mese più caldo è

luglio, con una temperatura media mensile di 18.1 °C; il mese più freddo è gennaio, con una temperatura media di 0,2 °C.

	INVERNO			PRIMAVERA			ESTATE			AUTUNNO		
anno	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med
1975	-	-	-	17.8	7.6	12.7	23.3	13.7	18.5	13.3	7.9	10.6
1976	4.72	-1.9	2.14	14.6	5.7	10.1	22.2	13.3	17.8	11.1	6.3	8.7
1977	4.6	-2.4	1.1	12.3	5.2	8.8	-	-	-	13.1	7,4	10.2
1978	3.4	-3.1	0.2	9.4	2.4	6	20.3	10.9	15.6	12.9	5.1	9
1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	10.6	2.5	6.6	18.3	9.2	13.8	13.3	5.5	9.4
75-80	4.4	-2.2	1.1	12.9	4.6	8.7	21.2	12.3	16.8	12.7	6.6	9.6

Tabella 4 - Caratteristiche termiche stagionali

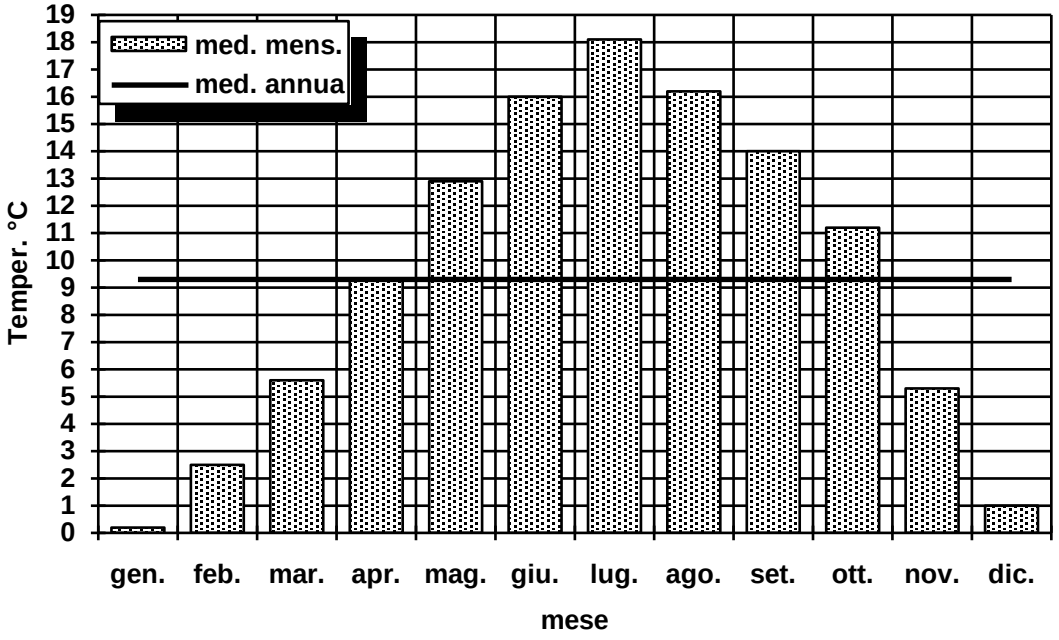

Figura 10 - Temperature medie mensili e media annua relative al periodo 1976-1988, desunte dalle rilevazioni eseguite dalla stazione termometrica di Premana (diga ENEL).

I giorni di gelo sono distribuiti da novembre a marzo, con massimo in gennaio e dicembre. Nell'intervallo di tempo considerato, si sono verificati mediamente 60 giorni di gelo in un anno, con valori massimi di oltre 80 giorni/anno.

6.3 Geologia

Il territorio comunale di Premana è prevalentemente scolpito nel basamento metamorfico pre-permiano. Fa eccezione la porzione meridionale, a partire dalle località Giabbio e Lavino, in cui affiorano anche unità permo-triassiche (Verrucano Lombardo e Servino).

Dal punto di vista litostratigrafico, nel territorio in questione si riconosce, dal basso verso l'alto stratigrafico, la seguente successione:

- Basamento cristallino (pre-Permiano);
- Verrucano Lombardo (Permiano superiore);
- Servino (Scitico);
- Coperture sedimentarie quaternarie *latu senso*.

6.3.1 Basamento cristallino

Gneiss Chiari del Corno Stella. Trattasi di gneiss quarzoso-feldspatico-muscovitici a tessitura da mediamente scistosa a massiccia e struttura talora blastomilonitica di colore grigio chiaro. Sono considerati dalla maggior parte degli Autori come ortoderivati da litotipi intrusivi del Carbonifero.

In affioramento evidenziano una bancatura da decimetrica a metrica, con netta fratturazione in blocchi parallelepipedi e/o tabulari.

Nel territorio comunale di Premana affiorano solo nei settori situati a Sud dell'abitato, costituendo il versante occidentale del gruppo montuoso del P.zzo Cornagiera - P.zzo d'Alben.

Gneiss di Morbegno. Questa formazione è costituita da gneiss e micascisti gneissici a grana fine e tessitura marcatamente scistosa, a quarzo, plagioclasio, muscovite, biotite, granato, staurolite e cianite. Affiorano estesamente in gran parte del territorio comunale.

Le rocce del basamento cristallino l.s. sono interessate da una scistosità principale orientata complessivamente E-W, immergente prevalentemente verso i quadranti settentrionali; sono inoltre presenti tre famiglie principali di fratture orientate rispettivamente N - S (sistema prevalente), E SE - W SW e N NE - S SW.

Le principali deformazioni duttili consistono in pieghe isoclinali centimetriche e decimetriche, che interessano localmente anche lenti di quarzo. Esse hanno piano assiale sub-verticale, con direzione E-W, sub-parallelo ai piani di scistosità. Sono inoltre presenti pieghe metriche e decametriche con asse a direzione E-W e piano assiale sub-verticale. Esse causano, localmente, la rotazione della scistosità e di alcune strutture preesistenti (piani di taglio e pieghe).

Localmente, in funzione dell'orientamento del versante (ad es. in corrispondenza delle pareti rocciose, in località Chereff e in corrispondenza dei versanti costituenti la testata della Valvarrone e della Val Fraina) le fratture, unitamente alla scistosità principale, suddividono la roccia in stretti cunei ad angolo acuto che alimentano i principali distacchi di massi dai versanti.

La scistosità, che rispetto alle fratture fragili costituisce una soluzione di continuità dell'ammasso roccioso pervasiva e relativamente continua, rappresenta l'elemento di controllo principale delle condizioni di stabilità globale dei versanti. In particolare, si segnalano fenomeni d'instabilità generalizzata che interessano il versante posto a monte dell'abitato (Cheref).

Il substrato roccioso è interessato da una "fascia" corticale di degradazione meteorica (cappellaccio di alterazione) di spessore variabile in funzione delle condizioni morfologiche locali. In generale, si è osservato che detto cappellaccio è più potente a quote maggiore di 1000 - 1200 m s.l.m..

Alle suddette quote, è stato infatti rilevato un grado di alterazione ed allentamento corticale della roccia maggiore di quello osservato a quote inferiori e sui fondivalle. Ciò è da mettere in relazione alla quota raggiunta dai ghiacciai quaternari; al di sopra di detta quota, infatti, oltre ad essersi mantenuti attivi per più tempo gli agenti della degradazione meteorica (esogeni), è mancata l'azione erosiva ed abrasiva da parte dei ghiacciai stessi (esarazione glaciale). Inoltre, il ringiovanimento dei versanti vallivi nel periodo post-glaciale, ad opera dei corsi d'acqua (v. forra della Valvarrone), ha portato in affioramento rocce indubbiamente più fresche di quelle affioranti a quote maggiori.

6.3.2 Copertura sedimentaria permo-triassica

Verrucano Lombardo (Permiano superiore). Trattasi di conglomerati grossolani a matrice arenacea con subordinate intercalazioni arenacee e siltitiche (specialmente nella parte alta della formazione). La colorazione caratteristica, rosso vinata, ne riflette la composizione data essenzialmente da clasti riolitici, derivanti dallo smantellamento di edifici effusivi tardo ercinici. In subordine, sono presenti clasti quarzitici, gneissici e micascistosi.

In affioramento, si presentano in bancate di spessore prevalentemente metrico (in subordine decimetrico) e costituiscono scaglie tettoniche che localmente affiorano al margine del sovrascorrimento orobico, in limitati settori meridionali del territorio comunale (v. località Giabbio).

Servino (Scitico). Questa formazione è costituita da una successione silico-clastica con caratteri litologici e tessiturali diversi dalla base della formazione alla sommità. Alla base prevalgono, in generale, quarzareniti pure a grana grossa, talora microconglomeratiche, di colore biancastro e patina di alterazione da giallastra a verdastra; verso la parte intermedia, prevalgono litofacies arenacee a grana media e fine passanti, verso l'alto, a litofacies prevalentemente siltitiche e pelitiche, grigio-verdi, in strati decimetrici, con intercalazioni di marne e dolomie siltose giallastre, talora vacuolari (dolomie cariate).

Nell'area esaminata affiorano quasi esclusivamente le porzioni superiori della formazione, con litofacies prevalentemente arenacee, a grana fine e siltitico-marnosa. Si

presentano fittamente stratificate, in strati di spessore decimetrico. Affiorano esclusivamente nei settori meridionali del territorio comunale.

6.3.3 Copertura sedimentaria quaternaria

Il substrato geologico, lapideo, affiorante in gran parte del territorio esaminato, è localmente mascherato da coperture detritiche quaternarie di varia natura, estensione e spessore.

Riporti di materiali inerti eterogenei. Si rinvengono localmente a valle dell'abitato di Premana, poco oltre il ponte della Strada Provinciale n. 67 sul T. Varrone, a valle della sede stradale stessa.

Sono costituiti da materiali inerti depositati dall'uomo (antica discarica), costituiti essenzialmente da resti di demolizioni e da materiali derivanti da scavi. Attualmente sono vegetati e appena percettibili morfologicamente da fotografia aerea.

Depositi fluvio-torrentizi. Affiorano direttamente negli alvei dei corsi d'acqua principali (depositi attuali) e sul fondovalle terrazzato degli stessi.

Sono rappresentati da ghiaie sabbiose sciolte, poligeniche, fortemente eterometriche.

Detrito di versante. Costituisce coni e falde detritiche lungo e/o al piede dei versanti. Sono perlopiù costituiti da accumuli di detrito sciolto, spigoloso, eterometrico (da centimetrico a metrico, con prevalenza di clasti da decimetrici a pluridecimetrici).

Detrito di falda e materiali di frana. Costituisce coni, falde detritiche e accumuli gravitativi, situati lungo versante o al piede dei versanti stessi. Sono perlopiù costituiti da accumuli di detrito sciolto, spigoloso, eterometrico (da centimetrico a metrico, con prevalenza di clasti da decimetrici a pluridecimetrici).

Copertura detritica di origine mista (morenica e di versante). Affiorano a quote relativamente elevate, sul fondovalle e lungo i versante delle testate dei Torrenti Barconcelli, Varrone e Fraina. Rappresentano il risultato dall'azione di deposito esercitata dai ghiacciai (coalescenza dei conoidi dei collettori tributari), dalla gravità (detrizione lungo versante, durante e a seguito del ritiro dei ghiacciai) e dai torrenti.

Sono perlopiù costituiti da pezzame lapideo a spigoli vivi, eterometrico, commisto a ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche, con clasti sub-arrotondati e con abbondante matrice limoso-sabbiosa. Sono relativamente addensati e parzialmente cementati.

Depositi morenici (denominazione locale: "gessone"). Trattasi di materiali detritici di origine glaciale (presenti specialmente nella zona urbanizzata di Premana, sui Prati di Ronco e in gran parte degli alpeggi). Sono rappresentati da depositi detritici eterometrici, con ciottoli poligenici sub-arrotondati o talora a spigoli vivi, trovanti di materiali esotici, il tutto immerso in abbondante matrice sabbioso-limosa. Complessivamente, questi depositi hanno un elevato grado di compattazione, risultando anche parzialmente cementati. A più livelli, possono essere presenti intercalazioni di orizzonti limosi e limoso - sabbiosi sovraconsolidati.

6.4 Geomorfologia

Il rilevamento geomorfologico ha permesso di individuare le principali forme di erosione e di accumulo presenti nel territorio in esame, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività. Si è ritenuto opportuno considerare tre stati di attività dei processi morfologici esaminati, facendo una distinzione tra "forme e processi attivi", "quiescenti" e "non attivi".

Le forme attive comprendono quelle prodotte da processi in atto all'epoca del rilevamento o non in atto in quel momento, ma ricorrenti a breve termine (frequenti o stagionali).

Le forme quiescenti comprendono quelle in equilibrio con l'attuale sistema morfoclimatico, generate da processi tuttora in evoluzione, ma inattivi al momento del rilevamento e che hanno possibilità oggettiva di riattivarsi per cause naturali o artificiali.

Le forme non attive sono quelle generate in diverse condizioni morfo-climatiche o quelle che, pur essendo riferibili all'attuale sistema morfoclimatico, hanno completato ed esaurito la loro evoluzione.

Nella cartografia di inquadramento (Elementi geologici, geomorfologici e dinamica geomorfologica - TAV. 1) e nella cartografia di dettaglio dell'area urbana (TAV. 4) sono stati cartografati i processi ed i morfotipi seguenti:

- forme, processi e depositi per acque correnti superficiali;
- forme, processi e depositi gravitativi di versante;
- elementi nivologici;
- elementi strutturali;
- forme, processi e depositi di origine antropica.

L'azione delle acque correnti superficiali si esplica come erosione diffusa o laminare (ad opera del ruscellamento diffuso) e come erosione lineare (ad opera del ruscellamento concentrato). Il reticolato idrografico rappresenta uno stadio avanzato dell'evoluzione di questo fenomeno.

Nell'area in esame, l'erosione lineare ed i relativi "solchi di erosione" si impostano prevalentemente lungo discontinuità meccaniche del substrato roccioso. Ciò è localmente facilitato dalla coincidenza tra direzione delle discontinuità meccaniche e linea di massima pendenza dei versanti.

Nelle aree soggette alla dinamica fluviale, l'effetto delle acque superficiali, incanalate, si manifesta localmente come erosione laterale, di sponda. A tale proposito, merita di essere menzionata la frana attiva presente al piede del versante idrografico sinistro della Valle Premaniga, all'altezza dell'Alpe Domando, dove la stessa risente dell'azione di erosione e di scalzamento al piede operato dal T. Premaniga in corrispondenza della locale sponda sinistra. Qui, l'azione erosiva da parte delle acque superficiali è favorita dalla presenza di materiali detritici, morenici.

Un altro fenomeno di non trascurabile importanza legato alle acque correnti superficiali, è rappresentato dal "debris flow". Con tale termine si intende generalmente il trasporto e lo scorrimento in massa di detriti eterogenei, fluidificati da una certa quantità d'acqua, che generalmente si incanalano lungo gli alvei torrentizi. In generale l'attivazione di un tale fenomeno è subordinata ai seguenti fattori: disponibilità di materiale detritico

relativamente fine a quote elevate lungo gli alvei torrentizi; eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati, presenza di coperture detritiche sui versanti, sede di possibili scivolamenti gravitativi che possono evolvere in colata.

Nel territorio di Premana sono presenti ampie superfici di versanti caratterizzate dalla presenza di depositi detritici glaciali, superficialmente mobilizzabili in condizioni di elevata imbibizione idrica. La testimonianza che nell'ambito dei diversi tributari dei corsi d'acqua principali si siano già verificati in passato eventi di trasporto in massa, è rappresentata dalla presenza di conoidi di deiezione in corrispondenza della confluenza tra tributari e torrente ricettore. Nella maggior parte dei casi, tale condizione si manifesta anche laddove il tributario non abbia un bacino imbrifero significativo.

Nella cartografia di inquadramento, generale e di dettaglio (TAV. 1 e TAV. 4), sono stati cartografati tutti i conoidi riconosciuti da fotografie aeree e successivamente verificati sul terreno. In tutti i casi è stato valutato e cartografato il relativo stato di attività, in funzione dei principali caratteri geometrici del conoide e delle caratteristiche fisiografiche del bacino sotteso.

Per quanto riguarda i versanti di quota più elevata, costituenti la testata del bacino dei Torrenti Varrone, Fraina, Barconcelli e Premaniga, questi hanno caratteristiche tipiche dell'ambiente montano: roccia sub-affiorante, acclività elevata, presenza di morfosculture tipiche dell'ambiente glacializzato, attualmente soggetto all'azione della gravità, del gelo-disgelo (fenomeni crionivali) e delle acque di ruscellamento superficiale; sono infatti presenti creste, circhi, nicchie di nivazione, assi di drenaggio delle acque che fungono da via di incanalamento e transito di valanghe durante la stagione tardo invernale e primaverile. I prodotti dell'erosione, relativamente sciolti, si accumulano preferenzialmente lungo versante o localmente lungo le aste torrentizie.

In particolari condizioni, come già sopra menzionato, tali depositi possono parzialmente essere dilavati dando luogo a fenomeni di trasporto in massa.

L'azione della gravità si esplica, come già accennato, mediante fenomeni di scivolamento o scivolamento-colata relativamente superficiali e con volumetrie contenute o attraverso fenomeni deformativi di versante. Nella cartografia di

inquadramento (TAV. 1 e TAV. 4) sono stati evidenziati gli orli di scarpata di frana e/o di degradazione, interessati da distacco di detriti e/o di massi.

I corpi di frana sono stati distinti in base al relativo grado di evoluzione ed attività. Nella fattispecie, merita di essere menzionato il fenomeno di "Deformazione Gravitativa Profonda di Versante" (DGPV) interessante il versante idrografico sinistro del T. Varrone, in località Ronco, per la descrizione del quale si rimanda al capitolo relativo ai dissesti dell'alluvione 2002.

Un altro fenomeno di DGPV degno di menzione è quello del lago Losa, in Valvarrone. Tale fenomeno presenta caratteristiche morfologiche ed evolutive diversificate da ovest verso est: la porzione occidentale, dal punto di vista evolutivo, è più matura e corrisponde ad un imponente accumulo di paleofrana (crollo e ribaltamento) la cui alimentazione si è verosimilmente mantenuta attiva per un intervallo di tempo relativamente esteso, compreso tra la deglaciazione della Valvarrone (a seguito del ritiro dei ghiacciai wurmiani) e l'incisione post-glaciale della valle stessa. È verosimile che la cornice rocciosa presente al piede dell'accumulo si sia progressivamente staccata dal versante (per ribaltamento e scivolamento progressivo) via via che la valle si approfondiva (ad opera dello scalzamento al piede). La disgiunzione appare essersi verificata lungo una direttrice strutturale (sistema di fratture o faglie); questo fenomeno, predisposto anche da movimenti deformativi profondi (il tatto in esame ha una notevole energia di rilievo) e dal detensionamento del versante post-glaciale, avrebbe portato al collasso progressivo del versante, fino a quote di 1100-1150 m slm, collasso che ha verosimilmente comportato la produzione dell'accumulo di massi e blocchi presente a tergo della suddetta cornice rocciosa. Il locale Lago di Losa sarebbe quindi impostato lungo una disgiunzione gravitativa (trench); non si esclude tuttavia la possibilità che la citata disgiunzione, nel recente passato post-glaciale, abbia funzionato come paleoalveo del T. Varrone stesso. Verso est, il versante appare interessato da trincee di varia estensione; sembrerebbe, pertanto, che il fenomeno presenti un grado evolutivo decrescente verso est; è importante anche evidenziare il brusco salto di fondo (cascata) presente nell'alveo del T. Varrone, in corrispondenza del "promontorio" costituente la propaggine più orientale del fenomeno sopra descritto.

Legati all'azione della gravità vi sono anche i movimenti più o meno superficiali che localmente interessano la copertura detritica e le coltri di alterazione (eluviali e/o colluviali).

I fenomeni gravitativi rappresentano, nell'area in questione, alcuni tra gli elementi principali del dissesto idrogeologico. Infatti, sussistono vari fattori di carattere litologico - strutturale (rocce scistose relativamente fratturate e localmente alterate e/o allentate), idrogeologico (possibilità che si verifichi una circolazione idrica temporanea lungo i piani di fratturazione con fenomeni gelivi durante la stagione invernale) e morfologico (energia del rilievo elevata, acclività) predisponenti i versanti a distacchi di detritico e/o massi.

In alcune zone poste a monte dell'abitato (v. zona ad est e ad ovest del T. Caprecolo) sono state realizzate, dagli Enti preposti, opere di difesa passiva e attiva, rappresentate essenzialmente da barriere paramassi, aventi la funzione di "proteggere" gli edifici esistenti sottostanti.

Un distacco di massi di entità significativa (alcuni metri cubi) si verificò nel mese di maggio 1995 in località Casello, da una parete rocciosa relativamente fratturata e allentata. La maggior parte dei massi franati si arrestò lungo versante, a monte dell'abitato; solo un masso raggiunse le barriere paramassi poste immediatamente a monte degli edifici in località Teglio.

Successivamente (inverno 1998 - primavera 1999), si verificarono modesti movimenti di detrito e blocchi di piccola e media taglia in prossimità di Bianden; detti movimenti furono imputati alla scarsa manutenzione dei muretti a secco presenti sul territorio.

Ben più importanti si sono rivelati i dissesti causati dall'evento alluvionale del novembre 2002.

L'azione dei processi crionivali si esplica sostanzialmente attraverso il fenomeno delle valanghe e mediante azione erosiva crioclastica. Nel territorio in esame, le zone maggiormente interessate dalla formazione e dal distacco di valanghe sono generalmente ubicate a quota maggiore o uguale a 1400 metri, su versanti caratterizzati

da una pendenza maggiore del 70%. In generale trattasi di aree denudate (terreni rocciosi nudi) o prive di una copertura vegetale boschiva significativa.

Nella Tavola 3, in scala 1:10.000, sono stati cartografati i siti ed i versanti soggetti a pericolosità da valanga, così come riportati nella "Carta di Localizzazione Probabile delle valanghe (C.L.P.V. Regione Lombardia). Nel riportare i dati ufficiali della CLPV sulla cartografia di Premana (v. data-base cartografico provinciale) sono stati effettuati alcuni adeguamenti nella delimitazione dei diversi tematismi, allo scopo di rendere coerente il dato visualizzato con la cartografia di base utilizzata.

In generale non sono state rilevate, nell'ambito del centro urbano, aree direttamente soggette a rischio valanghivo, fatta eccezione per la zona posta immediatamente a valle della Valle Fontana, in corrispondenza della quale è presente, nella sua porzione terminale, un cono detritico di origine mista, gravitativo e di valanga. Tale zona, censita nella CLPV, è stata indicata nella Tavola 3 come "valanga storica del 1863 oggetto di aggiornamento". Infatti, la perimetrazione attuale della citata area di "valanga storica" è stata ricalibrata in funzione delle mutate condizioni dei luoghi, rispetto alla condizione presente all'epoca della valanga storica.

Infatti, la maggior parte del versante da cui si originò la valanga, che all'epoca del fatto era caratterizzato da un soprassuolo essenzialmente prativo, allo stato attuale è totalmente boscato e presidiato da opere paramassi. In sintesi, allo stato attuale si riscontra un assetto geomorfologico e vegetazionale sostanzialmente e profondamente mutato rispetto alla condizione storica, tale da rendere estremamente improbabile il distacco e lo scivolamento di volumi nevosi significativi.

6.4.1 Dissesti dell'alluvione 2002

Nell'evento alluvionale del novembre-dicembre 2002, la maggior parte dei dissesti si è esplicata attraverso l'innesco di scivolamenti gravitativi relativamente superficiali che hanno mobilizzato detrito di origine perlopiù glaciale (morenico) e che sono evoluti in colata, spesso incanalandosi lungo aste torrentizie e piccoli compluvi.

Tra i più significativi, si cita quello verificatosi nel compluvio denominato Valle di Pirle, in località Teglio, dove lo scivolamento innescò una colata che raggiunse la sottostante Strada Provinciale 67 e quello che interessò il versante sinistro del T. Varrone, nel tratto compreso tra la "Piazzola ecologica" di Via Giabbio e la centrale Enel (nota come "frana di Ronco"). Tale dissesto, come la maggior parte di quelli verificatisi durante la crisi alluvionale 2002, risulta già stabilizzato attraverso specifici interventi di consolidamento.

I movimenti più consistenti apparvero però da subito quelli del tratto di versante che incombe sulla centrale ENEL, situata, all'incirca, a metà strada tra il viadotto della S.P. 67 e la Val Marcia e quelli interessanti i due versanti, orientale e occidentale, del promontorio su cui risulta impostata la spalla sinistra del ponte stesso (area piazzola ecologica).

Nei giorni immediatamente a seguire gli eventi alluvionali, durante le numerose ricognizioni fatte sul terreno, anche sui soprastanti "prati di Ronco" e in altre porzioni superiori del medesimo versante, venne riscontrata la presenza di alcune fratture "anomale", aventi estensione da metrica a pluridecametrica, situate nella parte alta dei piani di Ronco e anche a quote superiori.

Superata la fase di emergenza, l'Amministrazione Comunale di Premana, di concerto con la Provincia di Lecco, provvide ad installare un sistema di monitoraggio in corrispondenza della spalla sinistra del viadotto della Strada Provinciale 67 – "area ecologica" e, come auspicato da più Enti durante i sopralluoghi d'emergenza, conferì al sottoscritto l'incarico di eseguire uno studio geologico dell'intero versante, con il precipuo scopo di:

1) definire l'assetto geologico-strutturale del versante che, come noto, è caratterizzato dalla presenza di un'importante superficie di accavallamento tettonico (thrust orobico), la cui traccia "passa" all'altezza del muro di sostegno presente a tergo della centrale ENEL;

2) accertare se i diversi dissesti verificatisi in più punti del versante siano "fatti" isolati e senza relazioni causali (ipotesi che, durante l'emergenza, appariva la più realistica) o, piuttosto, se possano essere la risposta ad un fenomeno comune;

3) proporre linee tecniche di comportamento in funzione delle risultanze dello studio.

Lo studio, nell'ambito del quale furono eseguite anche indagini geologiche dirette (nella fattispecie un sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino a 90 metri di profondità) e indirette (indagini geofisiche), fu completato alla fine del 2004. Durante la sua esecuzione fu possibile utilizzare anche i dati raccolti dal sistema di monitoraggio installato nella zona del viadotto della S.P. 67.

Per maggiori puntuali ragguagli sui risultati dello studio, si rimanda alla specifica relazione, depositata presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Premana. Di seguito, si riporta una breve sintesi dei risultati utili ai fini del presente studio.

I risultati conseguiti hanno consentito di elaborare un modello strutturale ed evolutivo del versante, confermando che l'intera area compresa tra il ponte SP 67 e la Val Marcia, risulta interessata da una Deformazione Gravitativa Profonda di Versante.

In sintesi, è emerso che il versante è interessato da tracce e indizi di una DGPV relativamente antica, pleistocenica, riattivata nell'Olocene nella sua porzione orientale, compresa all'incirca tra il promontorio di imposta del ponte SP 67 e la confluenza con la Val Marcia. La causa innescante questo fenomeno è da ricercare nell'approfondimento vallivo olocenico, post-glaciale.

Le principali strutture fragili (faglie) presenti, determinano una "placca" di dimensioni ragguardevoli, costituita dagli Gneiss Chiari, in lento e discontinuo scivolamento verso il fondovalle. Lo scivolamento e la deformazione del versante risultano essere controllati da strutture tettoniche ben evidenti (v. Tav. 1): il sovrascorrimento orobico (a letto) e altre strutture fragili appartenenti a due sistemi di faglie con direzione E-W e N-S (sui fianchi).

Sulla base della documentazione di archivio (relazioni Enel su movimenti pregressi e relativi dati pluviometrici), risulterebbe che i movimenti avvengano per "scatti successivi" durante "eventi parossistici", in concomitanza di eventi pluviometrici del tutto eccezionali (v. evento 2002). Tra un evento parossistico ed il successivo, il fenomeno pare essere in uno stato di relativa "quiescenza". Sebbene l'area interessata dal suddetto fenomeno sia

all'incirca quella compresa tra il promontorio di imposta del ponte SP 67 e la zona di confluenza con la Val Marcia, attualmente (e anche per il futuro di interesse ai fini delle attività umane) il promontorio retrostante la centrale Enel appare essere l'area con i più consistenti indizi geomorfologici e idrogeologici di instabilità incipiente. In questa zona sono stati riscontrati chiari indizi che hanno portato a definire i seguenti scenari, la cui probabilità di accadimento aumenta in condizioni pluviometriche critiche, confrontabili con quelle del 2002. Le stime eseguite indicano i seguenti volumi in gioco: 70.000 mc circa per lo scenario di collasso più probabile in un unico evento; ulteriori 115.000 mc circa mobilizzabili a seguito del verificarsi dell'evento precedente, per allentamenti retrogressivi; il volume roccioso complessivamente allentato ammonterebbe a circa 650.000 mc (collasso in un unico evento estremamente improbabile).

Allo stato attuale delle conoscenze appare realistico ritenere che, in condizioni piezo-metriche critiche, possa verificarsi solo il potenziale collasso, in un unico evento, di una massa rocciosa compresa tra 70.000 e 120.000 mc. Si ritiene probabile che, in caso di collasso gravitativo di detto volume, la porzione mobilizzabile dal fronte immediatamente più elevato possa "rilasciarsi" gradualmente e "lentamente" nel tempo (in funzione dell'andamento delle precipitazioni), fino a mobilizzare all'incirca 185.000 mc complessivi. Si ritiene estremamente improbabile il collasso improvviso e "unitario" di volumi maggiori di questi.

Recentemente è stato effettuato uno studio di approfondimento idrogeologico riguardante la circolazione idrica nel versante, finalizzato alla individuazione degli interventi di regimazione e drenaggio delle acque, più idonei ai fini della stabilizzazione evolutiva del fenomeno. Detto studio, oltre a consentire il perseguimento degli obiettivi precipui dello studio stesso, sopra menzionati, ha consentito di quantificare anche la circolazione idrica superficiale di alcune aste torrentizie presenti a monte dei Prati di Ronco, consentendo di effettuare valutazioni in merito allo stato di attività dei relativi conoidi di deiezione.

Contestualmente alla conclusione dello studio sopra richiamato è stato erogato, da Regione Lombardia, un finanziamento per la progettazione e la realizzazione degli interventi di regimazione e drenaggio delle acque, di prossima attuazione.

Nel paragrafo seguente è riportata una sintesi di aggiornamento geomorfologico, relativa al tratto di versante compreso tra il ponte SP 67 e la centrale Enel, estratta dal suddetto studio di approfondimento idrogeologico.

6.4.2 Assetto geomorfologico del versante sinistro della Valvarrone, tratto compreso tra il ponte SP 67 e la centrale Enel

Gli elementi morfologici significativi ai fini dell'inquadramento del versante in oggetto sono:

- profilo trasversale composito della Valvarrone in cui, immaginando di "raccordare" i "prati di Ronco" con l'imposta di "Premana", si riconosce la tipica "doccia" glaciale ad "U", "sospesa" rispetto al fondovalle attuale;
- profilo fluviale a "V", a quote inferiori rispetto all'antico fondovalle glaciale.

  Se ne deduce una antica morfogenesi pleistocenica, la quale ha comportato la deposizione di potenti depositi glaciali sul fondo e sui fianchi dell'antica "doccia" glaciale. In epoca post-glaciale, l'erosione da parte del T. Varrone ha prodotto il "ringiovanimento" della valle, con contestuale incisione ed approfondimento del solco vallivo stesso (v. onda di erosione regressiva dal lago verso monte, conseguente al ritiro del ghiacciaio lariano ed al contestuale abbassamento del livello di base del reticolo idrografico).

Foto 1 – Accumuli gravitativi a monte dei "prati di Ronco".

- presenza di estesi e potenti accumuli di frana al piede del versante sovrastante la località "Grumello di Ronco", localmente ricoperti, al piede, dai depositi glaciali dei "prati di Ronco". Ciò evidenzia che nei periodi di stasi interglaciale potevano innescarsi fenomeni di "rilassamento e detensionamento" dei versanti, con contestuali e imponenti fenomeni di collasso gravitativo dal versante sottostante il crinale di "Paglio" (**Foto 1**);
- presenza di depositi "lobati", costituiti da blocchi del tutto privi di matrice, riconducibili a fenomeni di "rock flow", adagiati sugli accumuli gravitativi di cui sopra (**Foto 2**).

Foto 2 – Depositi di "Rock flow".

Premesso che i "rock flow" sono depositi di ambiente periglaciale (condizione necessaria alla loro evoluzione è infatti la presenza di un "permafrost"), la loro presenza conferma che i suddetti accumuli di frana siano relativamente antichi, in quanto precedenti alla messa in posto dei "rock flow" (questi ultimi si adagiano e rimaneggiano il materiale costituente gli accumuli gravitativi).

Quanto sopra suggerisce la seguente successione di eventi, responsabili dell'assetto geomorfologico attuale:

a) avvento dei ghiacciai quaternari e, soprattutto durante l'ultima culminazione glaciale quaternaria, modellamento dell'antica valle ad "U", con deposizione dei materiali glaciali (Premana, Prati di Ronco);

b) ritiro definitivo dei ghiacciai, detensionamento del versante, innesco di DGPV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante che potevano essersi attivate già durante le diverse pulsazioni glaciali, quaternarie) e di collassi gravitativi dal versante nord di Paglio;

c) contestale e graduale passaggio da un clima glaciale a condizioni periglaciali che favorivano il "rimaneggiamento" del detrito di frana attraverso fenomeni di "rock-flow";

d) avvento dell'erosione verticale ad opera del T. Varrone con contestuale approfondimento e ringiovanimento dei versanti.

Al piede del versante ringiovanito, a seguito dell'incisione fluviale post-glaciale, nella zona sottostante il ripiano glaciale di Ronco, si riscontra anche la presenza di accumuli gravitativi "recenti" (Olocenici).

Uno tra i più significativi è quello cartografato tra la centrale Enel e il promontorio di imposta del ponte SP 67 (v Cartografia di inquadramento: elementi geologici, geomorfologici e dinamica geomorfologica (Tavola 1) – scala 1:10.000).

Questo fenomeno franoso è indubbiamente molto più recente di quelli discussi in precedenza (è verosimilmente di epoca storica), poiché interessa un versante ringiovanito la cui morfologia, all'epoca del suo innesco, non poteva essere sostanzialmente diversa rispetto alla condizione attuale.

Nell'ambito dei lavori di costruzione della nuova centrale per la produzione di energia elettrica sul fondovalle del T. Varrone (energia prodotta attraverso il riutilizzo delle acque di restituzione della centrale Enel), nel 2010 è stata realizzata una galleria nel suddetto corpo di frana (promontorio di imposta del ponte SP 67), in cui è stata alloggiata la tubazione di derivazione e abduzione delle acque nel nuovo sito centrale, quest'ultimo situato a valle della stretta S.P. 62.

La galleria è stata impostata circa alla quota di fondovalle (Foto 3), sub-parallelamente alla direzione della superficie di scorrimento del "blocco" in frana (direzione E NE – W SW).

Foto 3 – Imbocco di monte della galleria. La galleria è impostata nel corpo di frana costituito da gneiss fratturati e disarticolati. Si osservi la presenza di una frattura (frecce) al cui interno è "pinzato" del materiale glaciale (morenico l.s.).

Venendo meno alle aspettative della società costruttrice (era stato previsto, dai progettisti, di intercettare roccia lapidea di classe buona per l'intero sviluppo della galleria), lo scavo della galleria ha intercettato, per l'intera sua lunghezza, la superficie di appoggio del corpo di frana sui depositi torrentizi di fondovalle, consentendo allo scrivente di poter visionare e fotografare quanto appena descritto. Ad eccezione di un limitato nucleo (dell'ordine di una quindicina di metri) in cui l'ammasso roccioso in frana ha potuto conservare una consistenza lapidea, il piano di calpestio dello scavo ed il fianco di monte sono risultati essere costituiti da ghiaie torrentizie eterometriche (Foto 4, Foto 5 e Foto 6). L'ammasso roccioso costituente il corpo di frana è apparso costituito

da gneiss intensamente fratturati, disarticolati, sconnessi e profondamente alterati, tali da non potersi auto sostenere se non con l'ausilio di centine e opere strutturali.

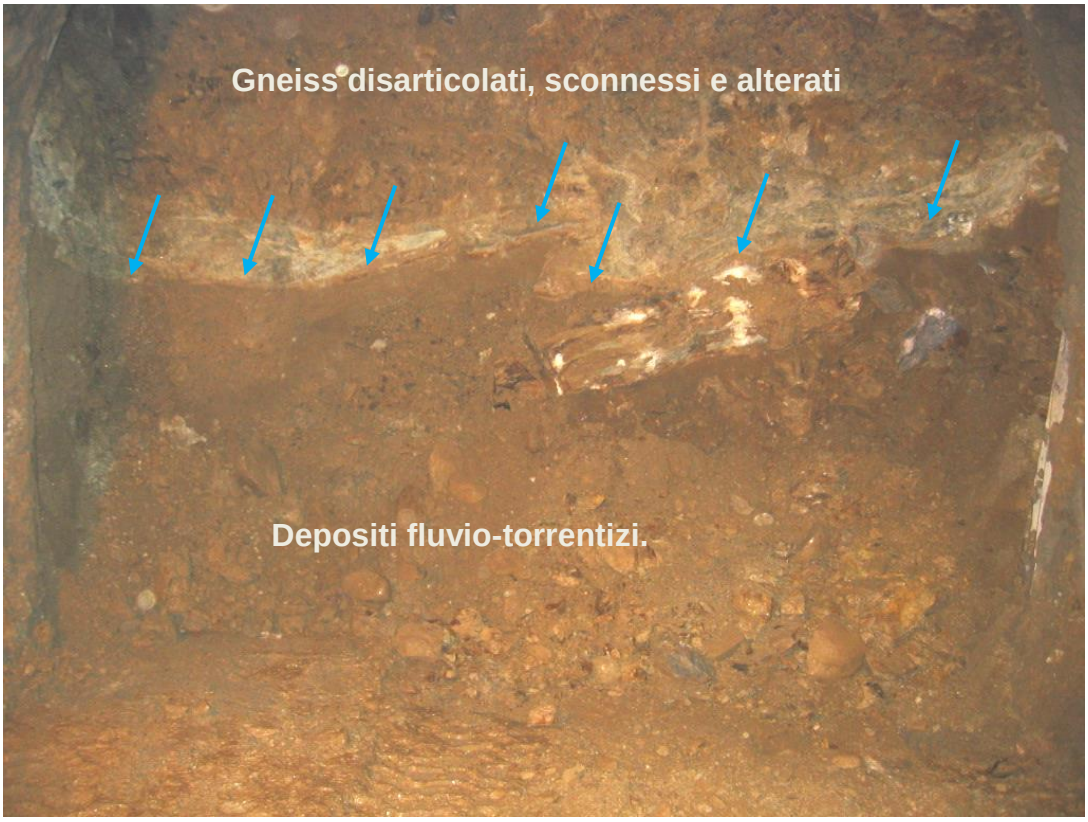

Foto 4 – Fronte di avanzamento della galleria. Imbocco est (monte). Le frecce evidenziano l'appoggio, per frana, degli gneiss sui depositi fluvio-torrentizi di fondovalle.

Foto 5 – Particolare dei depositi fluvio-torrentizi, in cui sono presenti ciottoli arrotondati decimetrici.

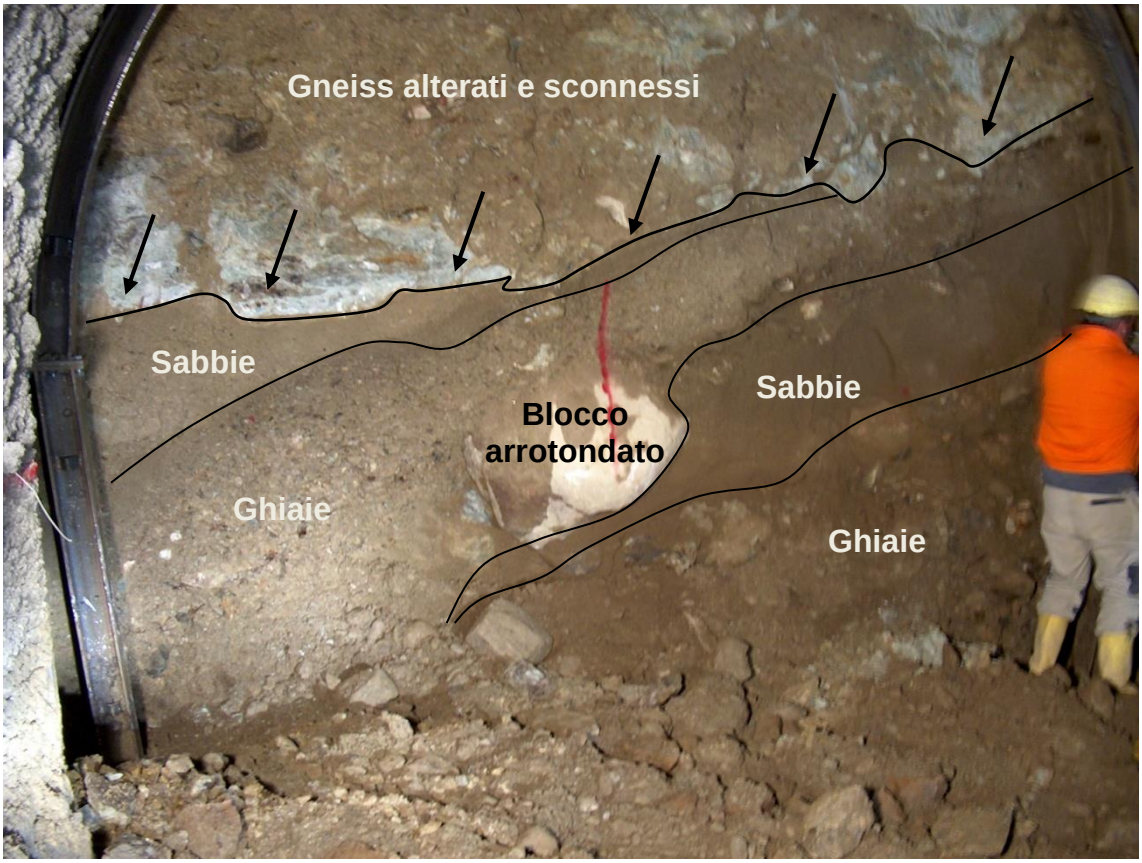

Foto 6 – Fronte di avanzamento imbocco ovest (valle).

I dati raccolti durante lo scavo della galleria hanno pertanto confermato che la “stretta” su cui è stato impostato il ponte S.P.67 è stata determinata dall’occlusione della valle per effetto del fenomeno di collasso gravitativo sopra descritto.

6.5 Censimento delle opere di difesa e di regimazione idraulica

È stato effettuato il censimento delle opere di difesa idrogeologica l.s. già realizzate o in fase di completamento, nel territorio comunale di Premana.

Le suddette opere e interventi sono riportati nella "Cartografia di dettaglio area urbana: geologia, idrogeologia, idraulica e opere di difesa" (Tav. 4 - scala 1:2.000), alla quale si rimanda.

Nelle seguenti Tabella 5 e Tabella 6 è riportato il censimento delle "barriere paramassi" e degli "interventi attivi in parete e di consolidamento o bonifica" realizzati a protezione del nucleo urbano di Premana. La prima colonna riporta il codice identificativo in ordine progressivo, riportato per questa tipologia sulla Tav. 4.

N. Progr. TAV. 8	LOCALIZZAZIONE	QUOTA (m.s.l.m.)	PERIODO (anno costruz.)	TIPO OPERA	ALTEZZA (m)	LUNGHEZZA (m)
1	Valle della Chiesa	1023	1950	Travi di legno disposte orizzontalmente, legate a putrelle metalliche verticali. Fondazioni su plinti in c.a.	3,00	8,30
2	A monte della Piazza della Chiesa	1015	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Putrelle HEA 200 inclinate di 45° funzionanti da puntoni di valle. Fondazioni su plinti in c.a.	3,00	20,20
3	A monte della Piazza della Chiesa	1017	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Putrelle HEA 200 inclinate di 45° funzionanti da puntoni di valle. Fondazioni su plinti in c.a.	3,00	18,00
4	A monte della Piazza della Chiesa	1019	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Putrelle HEA 200 inclinate di 45° funzionanti da puntoni di valle. Fondazioni su plinti in c.a.	3,00	62,30
5	A monte della Piazza della Chiesa	1003	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	3,50	35,70
6÷18	A monte del Museo	1003÷1027	1950	Travi di legno disposte orizzontalmente, legate a putrelle metalliche verticali. Fondazioni su plinti in c.a.	2,50	5,50÷6,00
19	A monte del Museo	992	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	23,80
20	A monte del Museo	988	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	19,60
21	Tra la Valle di Preda e la Valle di Cavrecolo	970	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	22,00
22	Tra la Valle di Preda e la Valle di Cavrecolo	967	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	17,20
23	Tra la Valle di Preda e la Valle di Cavrecolo	964	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	5,00	18,80
24	Tra la Valle di Preda e la Valle di Cavrecolo	961	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	16,20
25	Tra la Valle di Preda e la Valle di Cavrecolo	953÷962	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	5,00	46,30
26	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	958	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	16,40
27	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	963	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	18,40
28	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	956	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	24,30
29	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	960	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	26,40
30	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	963	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	6,30
31	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	961	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	22,00
32	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	960	1980-1985	Putrelle HEA 200 con lamiera grecata. Muro di base in c.a.	4,00	18,20
33	Tra la Valle di Cavrecolo e la Valle di Curio	957	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a. (spess. 50 cm).	4,00	25,60
34	Valle di Preda	1052	1980-1985	Putrelle con rete e funi parallele su muro in c.a.	3,00	21,90
35	Zucco di Gorla	923	1980-1985	Putrelle HEA 200 con funi parallele ϕ 16 e doppio foglio di rete a tripla torsione di copertura. Muro di base in c.a.	5,00	29,20
36	Quaglio	1066	2003	Barriera ad elevato assorbimento di energia. Pannelli in fune ϕ = 10mm a maglia intrecciata 250 x250 mm con sistemi frenanti e rete a tripla torsione di copertura. Montanti in tubolare Fe 360 con fondazione su micropali. Ancoraggi di monte, di valle e laterali in fune ϕ = 14/16 mm	4,60	80,00
37	Quaglio	1063	2003	Barriera ad elevato assorbimento di energia. Pannelli in fune ϕ = 10mm a maglia intrecciata 250 x250 mm con sistemi frenanti e rete a tripla torsione di copertura. Montanti in tubolare Fe 360 con fondazione su micropali. Ancoraggi di monte, di valle e laterali in fune ϕ = 14/16 mm	4,60	80,00
38	Tra la Valle di Curio e la Valle di Pirle	968	2003	Barriera ad elevato assorbimento di energia. Pannelli ad anelli concatenati, con sistemi frenanti e rete a tripla torsione di copertura. Montanti in Putrella HEA 160 con fondazione su 4 tirafondi. Ancoraggi di monte, di valle e laterali in fune di acciaio	4,00	20,00

Tabella 5 – Catasto opere di difesa da caduta massi (paramasi).

codice identificativo sulla Tav.8	Anno di progettazione	Esecuzione lavori	Località	Descrizione Opera	Tipo di finanziamento
1	n.d.	Aprile 2003	Casello	Lavori di pronto intervento per pulizia, disgaggio e imbragatura di massi instabili.	Lavori effettuati in conseguenza del verbale di somma urgenza, redatto da STER di Lecco in data 11.11.2002, a seguito della segnalazione effettuata dal Comune di Premana. Affidamento dei lavori mediante ordine di servizio in data 28.11.2002.
2.1-2.2-2.3	Gennaio 2007	estate 2007	Sass del Vecc - Valle di Preda	Interventi di difesa attiva: disgaggio, pulizia, posa di reti in aderenza in fune e placcaggio di massi instabili con funi spiroidali ancorate.	Finanziamento in urgenza L.R. 34/73.
3	n.d.	primavera-estate 2003	Brug	Lavori di pronto intervento: sistemazione fognaria e stabilizzazione pendio (palizzata in legno) a seguito dell' evento alluvionale novembre 2002.	Lavori effettuati in conseguenza del verbale di somma urgenza, redatto da STER di Lecco in data 27.11.2002, a seguito della segnalazione effettuata dal Comune di Premana. Affidamento dei lavori mediante ordine di servizio in data 05.12.2002
4	n.d.	n.d.	Casnedo	Lavoro di pronto intervento: stabilizzazione pendio a seguito dell' evento franoso alluvione novembre 2002 (palizzata in legno e gabbionate).	Finanziamento in urgenza L.R. 34/73.
5	n.d.	primavera-estate 2003	Sovia	Lavoro di pronto intervento: sistemazione fognaria e stabilizzazione pendio a seguito dell' evento alluvionale novembre 2002.	Lavori effettuati in conseguenza del verbale di somma urgenza, redatto da STER di Lecco in data 27.11.2002, a seguito della segnalazione effettuata dal Comune di Premana. Affidamento dei lavori mediante ordine di servizio in data 05.12.2002.
6	n.d.	eseguiti	Abezzol	Lavoro di pronto intervento: stabilizzazione pendio a seguito dell' evento franoso alluvione novembre 2002 (palizzata in legno e gabbionate).	Finanziamento in urgenza L.R. 34/73.
7	Maggio 2002	n.d.	Giabbio	Stabilizzazione versante e realizzazione galleria artificiale paramassi.	Accordo di Programma Quadro in materia di Aree depresse. Programma di interventi per il ripristino delle infrastrutture pubbliche danneggiate, la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico, nei territori lombardi colpiti dagli eventi alluvionali dei mesi di ottobre - novembre 200. (c.d. Piano Cipe D.g.r. 6 luglio 2001, n° 5408.
8	n.d.	2005-2006	Ronco - Centrale Enel	Stabilizzazione muro di sostegno centrale Enel.	Intervento Enel.
9	Agosto 2003	n.d.	Teglio - V. Pirle	Stabilizzazione del versante: drenaggi corticali, oere di sostegno, paratie tirantate, sistemazione a verde.	Finanziamento in urgenza L.R. 34/73.
10	Marzo 2003	n.d.	Valle di Curio	Stabilizzazione del versante tra quota 960 e 970 m s.l.m.: trincee drenanti e interventi di stabilizzazione superficiale e antierosione.	L'intervento è stato inserito nel "Terzo Piano Stralcio degli interventi urgenti ed indifferibili per la rimozione del pericolo e per la prevenzione del rischio, diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eventi alluvionali ed ai dissesti idrogeologici dei mesi di ottobre e novembre 2000" (D.G.R. n°10227 del 06.08.2002)
11	n.d.	2003	Case popolari	Stabilizzazione del versante con palizzate in legno.	Privato.
12,1-12,2	Gennaio 2007	estate 2007	Zucco di Gorla	Interventi di difesa attiva: disgaggio, pulizia, posa di reti in aderenza in fune e placcaggio di massi instabili con funi spiroidali ancorate.	Finanziamento in urgenza L.R. 34/73.

Tabella 6 - Catasto opere di difesa attiva da caduta massi (interventi in parete) e interventi di stabilizzazione di versanti o muri di sostegno.

Nella seguente Tabella 7 è riportato il censimento degli interventi di regimazione idraulica realizzati nell'ambito del nucleo urbano di Premana. La prima colonna riporta il codice identificativo in ordine progressivo, riportato per questa tipologia sulla Tav. 4.

Località	Descrizione Opera	Tipo di finanziamento
Valle dell' Acquaduscio di Gorla	E' stato realizzato un muretto in pietrame e cls in sponda sinistra, nel tratto d'alveo a monte del salto roccioso su Via Roma.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).
Valle di Pirle	E' stato ricostruito e sistemato il muretto a secco in sponda destra nel tratto tra Via Monte Legnone e Via Roma. Sono state realizzate 4 brigliette in pietrame e cls armato nel tratto a monte di Via Monte Legnone, allo scopo di ridurre la pendenza dell'alveo e trattenere il trasporto solido.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).
Valle di Curio	Interventi di regimazione dell'alveo e per il controllo del trasporto solido.	L'intervento è stato inserito nel "Terzo Piano Stralcio degli interventi urgenti ed indifferibili per la rimozione del pericolo e per la prevenzione del rischio, diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eventi alluvionali ed ai dissesti idrogeologici dei mesi di ottobre e novembre 2000" (D.G.R. n°10227 del 06.08.2002).
Valle della Chiesa	Interventi di regimezaione dell'alveo e per il controllo del trasporto solido (realizzati in somma urgenza a seguito dell'alluvione novembre 2002).	Lavori effettuati in conseguenza del verbale di somma urgenza, redatto da STER di Lecco in data 27.11.2002, a seguito della segnalazione effettuata dal Comune di Premana. Affidamento dei lavori mediante ordine di servizio in data 05.12.2002.
Valle di Quaglio	Interventi di regimazione idraulica e di difesa spondale. Vasca di sedimentazione localizzata appena prima dell'attraversamento di Via Valtellina. Nel tratto di Via Risorgimento è stato sistemato il locale tombotto.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).
Valle di Erra	Briglietta di trattenimento e muretto spondale, a monte dell'attraversamento di Via Martiri di Cefalonia.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).
Valle di Casnedo	Regimazione idraulica alveo.	Oneri di urbanizzazione per l'area artigianale.
Valle Fontana	Regimazione idraulica e ricalibrazione dall'alveo.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).
Strada provinciale 67 - Valle di Preda	Si sono migliorate le opere esistenti al fine di migliorare l'attraversamento della strada provinciale.	Opera finanziata dall' Amministrazione provinciale di Lecco.
Strada provinciale 67 - Valle di Cavrecolo	Si sono migliorate le opere esistenti al fine di migliorare l'attraversamento della strada provinciale.	Opera finanziata dall' Amministrazione provinciale di Lecco.
Strada provinciale 67 - Valle di Curio	Si sono migliorate le opere esistenti al fine di migliorare l'attraversamento della strada provinciale.	Opera finanziata dall' Amministrazione provinciale di Lecco.
Strada provinciale 67 - Valle di Pirle	Si sono migliorate le opere esistenti al fine di migliorare l'attraversamento della strada provinciale.	Opera finanziata dall' Amministrazione provinciale di Lecco.
Valle di Pirle - Loc Teglio	Sono state realizzate due briglie in cls.	L'intervento è stato inserito nel "Secondo Piano Stralcio degli interventi urgenti conseguenti agli eventi atmosferici del mese di novembre 2002 (O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03, approvato con d.d.u.o. n. 10186 del 20.06.2003).

Tabella 7 - Catasto interventi di regimazione idraulica.

6.6 Elementi geotecnici

Allo scopo di fornire una prima valutazione orientativa sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, di interesse ai fini della pianificazione comunale, si è proceduto alla consultazione della documentazione scientifica d'archivio, costituita da indagini geognostiche, geofisiche e prove di laboratorio eseguite nel periodo 1970 – 2005 da parte di privati ed enti pubblici (riportate integralmente nel Documento 1, in allegato alla presente).

Sulla base di questi dati è stata eseguita una caratterizzazione di massima dei principali terreni di fondazione presenti nel territorio comunale di Premana (v. Tav. 4).

Depositi fluvio-torrentizi terrazzati.

Litologia: ghiaie sabbiose eterometriche (dai ciottoli ai massi), sciolti (classe GW/GP – Casagrande, 1948).

Caratteristiche geotecniche

terreni di fondazione: peso di volume naturale (γ) 1800 - 1900 daN/mc; angolo di resistenza al taglio (φ) 32° – 35°; coesione trascurabile.

Coperture detritiche di versante.

Litologia: pezzate lapideo a spigoli vivi eterometrico, sciolto, localmente commisto a ghiaie sabbiose e limose con clasti sub-arrotondati (classe GP/GM – Casagrande, 1948).

Caratteristiche geotecniche

terreni di fondazione: peso di volume naturale (γ) 1700 - 1900 daN/mc; angolo di resistenza al taglio (φ) 30° – 32°; coesione trascurabile.

Morenico indifferenziato

Litologia: ghiaie poligeniche con clasti sub-arrotondati e con matrice sabbioso-limosa. Sono discretamente consolidati e parzialmente cementati (classe GM/GC – Casagrande, 1948).

Caratteristiche geotecniche

terreni di fondazione: peso di volume naturale (γ) 1900 - 2000 daN/mc; angolo di resistenza al taglio (φ) 37° – 38°; 0,1 – 0,2 daN/cmq.

Substrato lapideo pre-quaternario

Non pone particolari problematiche di portanza.

6.7 Idrogeologia

Nella cartografia di inquadramento (Tav. 2: elementi idrografici, idraulici e idrogeologici) sono stati riportati i fattori principali che caratterizzano il deflusso superficiale e quelli che evidenziano le emergenze sotterranee dell'area in esame. Queste ultime sono state cartografate distinguendo le sorgenti captate per fini acquedottistici, i serbatoi di accumulo delle acque, l'acquedotto e l'impianto di depurazione (rappresentante un potenziale fattore di pericolosità ambientale).

Come già rilevato nei paragrafi precedenti, l'area in esame è scolpita prevalentemente nel basamento metamorfico pre-permiano, costituito da gneiss e micascisti gneissici, talora occhiadini (Gneiss Chiari e Gneiss di Morbegno Auct.); in subordine è scolpito nel Verrucano Lombardo e nel Servino.

Dal punto di vista idrogeologico il substrato può essere diviso in due unità idrogeologiche: 1) unità a permeabilità da bassa a nulla (basamento cristallino - Verrucano); 2) unità a permeabilità bassa (Servino).

L'unità 1 è caratterizzata da una porosità secondaria da bassa a media e, laddove sia presente un grado di conducibilità idraulica apprezzabile, da una permeabilità in grande per fessurazione.

I valori di permeabilità risultano estremamente variabili in funzione del grado di alterazione e fratturazione della roccia. In particolare, la permeabilità è molto accentuata nei livelli corticali, specialmente nelle aree prossime alle fratture maggiori o in aree di intensa deformazione gravitativa dove, in generale, gli acquiferi (fessurati) sono

alimentati dalle acque di precipitazione e di fusione delle nevi e alimentano sorgenti di scarso interesse.

I circuiti profondi, che normalmente alimentano sorgenti perenni (v. sorgenti alimentanti l'acquedotto comunale), sono invece confinati in aree in cui sono presenti dislocazioni di maggiore estensione ed apertura, alle quali si accompagnano fasce di rocce tettonizzate.

Per le ragioni succitate l'unità 1, nella quale è modellato quasi l'intero territorio comunale di Premana, è caratterizzata da valori di permeabilità complessivamente bassi ($10^{-7} < K < 10^{-4}$ cm/sec), salvo situazioni locali, in cui la permeabilità può raggiungere valori superiori al cm/sec.

L'unità 2 (Servino) ha una permeabilità sia primaria, per porosità (subordinata), che secondaria, per fessurazione (predominante) e costituisce, in generale, le zone di maggior accumulo e mineralizzazione delle acque sotterranee ($10^{-7} < K < 10^{-5}$ cm/sec).

Localmente sono stati cartografati depositi detritici di varia natura ed estensione; il relativo grado di permeabilità risulta: da basso a medio ($10^{-5} < K < 10^{-2}$ cm/sec) per le coperture consolidate e parzialmente cementate (morenico); da medio a elevato ($10^{-4} < K < 10$ cm/sec) per le coperture stabilizzate ma scarsamente cementate (depositi misti glaciali e di versante); elevato ($K > 10$ cm/sec) per le coperture sciolte (detrito di versante, depositi alluvionali terrazzati, depositi misti alluvionali e di versante).

I valori di permeabilità più bassi si riscontrano, pertanto, nei depositi morenici caratterizzati da abbondante matrice sabbioso-limosa e da un buon grado di compattazione e, localmente, di cementazione. I valori maggiori si riscontrano negli accumuli gravitativi di versante e, in particolare, nei corpi di frana recenti. In generale dette coperture sono sede di una circolazione idrica stagionale, a carattere freatico.

Per quanto riguarda le emergenze sorgentizie presenti nell'ambito dell'abitato di Premana (v. Tav. 2), si osserva come le sorgenti in questione siano ubicate preferenzialmente lungo due "fasce": la prima posta immediatamente a monte del limite

tra i depositi detritici di copertura ed il sottostante substrato lapideo; la seconda situata a monte dell'abitato ed orientata circa parallelamente all'asse della Valvarrone.

Le sorgenti relative alla prima fascia citata, rappresentano la zona di emergenza delle acque circolanti nelle coperture detritiche quaternarie. Trattasi perlopiù di acque relativamente superficiali, alimentate direttamente da acque vadose, a carattere temporaneo o semiperenne. Localmente, in particolare in sinistra del T. Caprecolo e a valle della scuola comunale, dove le emergenze idriche hanno carattere perenne, non si esclude la possibilità che esse siano alimentate da una circolazione relativamente più profonda che interessa il substrato lapideo, fessurato. La copertura detritica, relativamente più permeabile, maschera la zona di "emergenza geologica" delle acque, convogliando e facendo affiorare le stesse più a valle.

Le sorgenti più importanti, captate per scopi potabili, sono invece situate in prossimità della linea Orobica o di zone particolarmente fratturate. Tali sorgenti hanno un'alimentazione relativamente profonda, con carattere perenne.

Nella Tav. 2 è stato evidenziato anche il sistema idrografico distinguendo gli spartiacque principali dai secondari ed il reticolo principale dal minore. Il reticolo idrografico, già approvato con parere favorevole dello STER di Lecco (P 23/03/2004 – Y150.2004.0001131), è stato riportato sulla nuova cartografia del data base topografico provinciale. Ciò ha comportato inevitabili "aggiustamenti" locali dei tracciati delle diverse aste torrentizie, allo scopo di rendere congruente il reticolo con la nuova cartografia di base.

Il reticolo idrografico presenta, in generale, una densità di drenaggio ed un grado di evoluzione differente tra la zona di testata del bacino della Valvarrone e le zone altimetricamente più basse. Infatti, il reticolo appare ben gerarchizzato e relativamente evoluto nelle zone d'alta quota; appare invece meno gerarchizzato e relativamente meno evoluto verso le quote inferiori. Ciò è in accordo con il generale stato di ringiovanimento regressivo, post-glaciale (cioè da valle verso monte), della Valvarrone.
Per quanto riguarda il centro urbano di Premana è opportuno segnalare come il reticolato idrografico superficiale sia stato fortemente alterato dall'uomo a seguito

dell'urbanizzazione dell'area. La maggior parte delle vallecole si estingue in prossimità del margine settentrionale del nucleo urbano e riprende a valle dello stesso (dopo tratti variamente incubati); ciò è dovuto alla sistematica "tombinatura" delle aste torrentizie eseguita in un recente passato.

6.8 Vincoli presenti

La situazione vincolistica del territorio comunale di Premana è visualizzata nella Tav. 5 (Cartografia dei Vincoli, scala 1:10.000).

I vincoli sono stati indicati sulla base delle indicazioni contenute nelle norme attuative dell'Art. 57 della L.R. 12/2005.

Dopo aver preso visione degli strumenti di pianificazione sovracomunale e degli elementi conoscitivi di cui al capitolo 2, nella Tav. 5 sono stati riportati i seguenti vincoli, esistenti sul territorio comunale:

- Vincoli di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (D.lgs. 152/99 e s.m.i. – D.g.r. 12963/2003 – D.lgs. 152/2006);
- Vincoli di Polizia Idraulica (D.g.r. 25/1/2002, n. 7/7868 e s.m.i.);
- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino PAI (L. 183/1989).

6.9 Cartografia di sintesi del territorio comunale: individuazione delle condizioni di pericolosità geologica

Vengono di seguito descritti ed analizzati gli ambiti di pericolosità omogenea, così come individuati nella Cartografia di Sintesi dell'intero territorio comunale (Tav. 6 scala 1:10.000 e Tav. 7 scala 1:2.000).

I poligoni omogenei, dal punto di vista della pericolosità, sono stati definiti considerando i seguenti fattori, desunti dall'analisi esplicitata nelle Tavv. 1-2-3-4-5.

Aree vulnerabili dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Nella Tav. 5, in scala 1:10.000, per l'intero territorio comunale, sono stati definiti i poligoni aventi le seguenti caratteristiche:

- aree di frana attiva (Fa – PAI);
- aree di frana quiescente (Fq – PAI);
- aree potenzialmente soggetta a crollo, distacco e rotolamento di massi;
- aree interferenti con aree a pericolosità elevata o con caratteristiche morfologiche, geomeccaniche o geostatiche tali da limitare l'utilizzo a scopi edificatori;
- area urbana o generalmente sub-pianeggiante, impostata nel substrato roccioso o su terreno di copertura, con modeste o buone caratteristiche geomeccaniche o geotecniche.

Le aree potenzialmente soggette a crolli di massi sono state definite sulla base dei risultati di rilievi geostrutturali eseguiti in aree campione, sulla base dei quali è stato possibile definire aree con condizioni di giacitura della mesofratturazione omogenee.

Sulla base delle aree strutturalmente omogenee è stato possibile definire i poligoni in cui si hanno condizioni predisponenti a cinematismi di scivolamento e/o ribaltamento di blocchi. I poligoni con cinematismi omogenei sono stati definiti, in prima approssimazione, sulla base dei rapporti di intersezione tra il modello digitale del terreno (passo 20 x 20 metri) e le giaciture dei sistemi di fratture rappresentativi. Il risultato ottenuto è stato quindi verificato e riaggiustato sulla base di sopralluoghi, fotointerpretazione e confronto con le aree di cui si hanno notizie di distacchi avvenuti negli ultimi decenni.

Infine, per la definizione dei poligoni di pericolosità, oltre alle aree sorgenti di distacco di massi, così come sopra definite, si è tenuto conto anche delle relative zone di influenza, determinate dalle aree di probabile transito e di arresto dei blocchi. Le zone di transito e

di arresto (aree di influenza) sono state definite, nella cartografia in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale, sulla base delle linee di massima energia del rilievo e sulla base degli areali in cui sia stata riscontrata la presenza di una falda detritica costituente la relativa zona di accumulo.

Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide

Sulla base delle condizioni geomorfologiche riportate nella Tav. 1 sono stati perimetrati i poligoni corrispondenti a:

- conoidi attive (Ca – PAI);
- conoidi parzialmente protette (Cp – PAI);
- conoidi inattive e/o completamente protette (Cn – PAI);
- aeree interessate da ruscellamento diffuso.

Aree soggette a pericolosità da valanga

Sulla base della Carta di Localizzazione Probabile di Valanga sono stati perimetrati i poligoni corrispondenti a:

- area a pericolosità moderata per valanga (Vm – PAI);
- area a pericolosità moderata per valanga non perimetrata (Vm – PAI).

Aree pericolose dal punto di vista idrogeologico e idraulico

- zona di rispetto opere di captazione di acque sorgive, destinate al consumo umano;

Sulla base dello studio del Reticolo Idrografico Principale e Minore del comune di Premana, eseguito dallo scrivente nel 2003, approvato con parere favorevole dello

STER di Lecco (P 23/03/2004 – Y150.2004.0001131) e riportato adeguatamente sulla nuova cartografia del data-base provinciale, sono stati definiti i seguenti poligoni omogenei:

- corso d'acqua del reticolo idrografico principale, con fascia i rispetto pari a 10 m;
- corso d'acqua del reticolo idrografico minore e relativa fascia di rispetto. Per i corsi d'acqua esterni al nucleo urbano, la fascia di rispetto è pari a 10 m.

6.10 Cartografia di sintesi Area Urbana

Vengono di seguito descritti ed analizzati gli ambiti di pericolosità omogenea, così come individuati nella Cartografia di Sintesi Area Urbana (Tav. 7 – scala 1:2.000).

Aree vulnerabili dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Nella Tav. 7, in scala 1:2.000, sono stati definiti i poligoni aventi le seguenti caratteristiche:

- aree di frana attiva (Fa – PAI);
- aree di frana quiescente (Fq – PAI);
- aree potenzialmente soggetta a crollo, distacco e rotolamento di massi;
- area di influenza in caso di collasso gravitativo della "Frana di Ronco";
- area di probabile allagamento in caso di collasso gravitativo della "Frana di Ronco";
- falda /o conoide detritico attivo, quiescente, non attivo.
- area potenzialmente soggetta a dinamica gravitativa di versante o con caratteristiche morfologiche, geomeccaniche o geostatiche tali da comportare gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori;

Le aree potenzialmente soggette a crolli di massi sono state definite sulla base dei risultati di rilievi geostrutturali eseguiti in aree campione, sulla base dei quali è stato possibile definire aree con condizioni di giacitura della mesofratturazione omogenee.

Sulla base delle aree strutturalmente omogenee è stato possibile definire i poligoni in cui si hanno condizioni predisponenti a cinematismi di scivolamento e/o ribaltamento di blocchi. I poligoni con cinematismi omogenei sono stati definiti, in prima approssimazione, sulla base dei rapporti di intersezione tra il modello digitale del terreno (passo 2 x 2 metri, ricavato attraverso l'elaborazione del fotogrammetrico comunale) e le giaciture dei sistemi di fratture rappresentativi. Il risultato ottenuto è stato quindi verificato e riaggiustato sulla base di sopralluoghi, fotointerpretazione e confronto con le aree di cui si hanno notizie di distacchi avvenuti negli ultimi decenni.

Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide

Sono stati perimetrati i poligoni corrispondenti a:

- conoidi attive (Ca – PAI);
- conoidi inattive e/o completamente protette (Cn – PAI);

Nell'ambito dello stralcio urbano è presente un solo conoide attivo, situato sul fondovalle al margine orientale dell'area visualizzata nella Tav. 7. Tale conoide fu interessato da una colata anche durante la crisi alluvionale del 2002.

Aree soggette a pericolosità da valanga

Sono stati perimetrati i poligoni corrispondenti ad aree interessate da valanghe già avvenute. In particolare, nell'ambito dell'area urbana, sono presenti testimonianze storiche sulla valanga verificatasi lungo la valle Fontana nel 1863. La valanga si incanalò nell'alveo della valle e si arrestò a pochi metri di distanza dalla chiesa parrocchiale.

Come già in precedenza detto, la perimetrazione attuale della citata area di "valanga storica" è stata ricalibrata in funzione delle mutate condizioni dei luoghi, rispetto alla condizione presente nel 1863.

Infatti, la maggior parte del versante da cui si originò la valanga, che all'epoca del fatto era caratterizzato da un soprassuolo essenzialmente prativo, allo stato attuale è totalmente boscato e presidiato da opere paramassi. In sintesi, allo stato attuale si riscontra un assetto geomorfologico e vegetazionale sostanzialmente e profondamente mutato rispetto alla condizione storica, tale da rendere estremamente improbabile il distacco e lo scivolamento a valle di volumi nevosi significativi.

Aree pericolose dal punto di vista idrogeologico e idraulico

Sulla base dello studio del Reticolo Idrografico Principale e Minore del comune di Premana, approvato con parere favorevole dello STER di Lecco in data 23/03/2004, sono stati definiti i seguenti poligoni omogenei:

- fascia di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrografico principale;
- fascia di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrografico minore;
- sorgenti non captata;
- corso d'acqua perenne del reticolo idrografico principale;
- corso d'acqua del reticolo idrografico minore;
- tratto tombinato del reticolo idrografico minore;
- area di ristagno e/o di deflusso difficoltoso delle acque meteoriche.

Come già in precedenza esposto, nella Tav. 7 sono stati inoltre censiti e cartografati gli interventi di difesa e di regimazione idraulica, ritenuti efficaci ed efficienti (v. paragrafo §6.5), nonché i manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua (ponte, passerella, ecc.).

7 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Dalla valutazione complessiva degli elementi contenuti nella cartografia di sintesi, utilizzando la metodologia contenuta nelle norme attuative dell'art. 57 della L.R. 12/2005, sono state definite le classi di fattibilità geologica del territorio comunale di Premana, che hanno consentito di redigere la Tav. 8 (Carta di Fattibilità Geologica, alla scala 1:10.000 di tutto il territorio comunale) e la Tav. 9 (Cartografia di fattibilità geologica area urbana, alla scala 1:2.000).

Sulla base del processo diagnostico seguito, non è stata riscontrata alcuna area ascrivibile alla "classe 1°" di fattibilità geologica.

La legenda della carta della fattibilità geologica comprende, per ciascuna classe, una parte descrittiva delle condizioni limitative generali, comuni a tutte le sottoclassi individuate nello stralcio di dettaglio (Tav.9). Infatti, nella Tavola 9, per ciascuna classe sono state individuate alcune sottoclassi, in modo da rendere esplicito il fattore limitativo e le relative norme geologiche da seguire in sede di pianificazione (v. Norme Geologiche di Piano – DOC. 2).

7.1 Classe 2 (giallo): fattibilità con modeste limitazioni

Aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Nell'ambito dello stralcio di dettaglio (Tav. 9) sono state differenziate le seguenti sottoclassi:

- sottoclasse 2 MI: area sub-pianeggiante, impostata nel substrato roccioso o su terreno di copertura, con modeste o buone caratteristiche geomeccaniche o geotecniche;
- sottoclasse 2 Cop: area impostata su terreno di copertura con inclinazioni da basse a medie;

- sottoclasse 2 Au: area urbana.

7.2 Classe 3 (arancione): fattibilità con consistenti limitazioni

Aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Le indagini e gli approfondimenti prescritti (v. norme geologiche di piano, DOC. 2) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12, art. 38).

Gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" e dal D.M. 11 marzo 1988.

Sono state differenziate le seguenti sottoclassi:

- sottoclasse 3 CI: area interferente con aree a pericolosità elevata o con caratteristiche morfologiche, geomeccaniche o geostatiche tali da limitare l'utilizzo a scopi edificatori.
- sottoclasse 3 Cn: area di conoide completamente protetta (Cn – PAI);
- sottoclasse 3 Cop: area impostata su terreno di copertura, con inclinazioni da medie a elevate;

  sottoclasse 3 Cls: area impostata nel substrato roccioso, con inclinazioni da medie a elevate.
- sottoclasse 3* Pid: area protetta da interventi di difesa efficaci ed efficienti, con norma più restrittiva;

Quest'ultima sottoclasse comprende le aree situate immediatamente a valle delle barriere paramassi realizzate, a più riprese, a monte dell'abitato, nell'area compresa all'incirca tra la località Teglio e la località Quai.

Trattasi di aree vulnerabili per fenomeni di caduta massi, il cui livello di pericolosità appare mitigato dalla presenze delle opere di difesa attiva e passiva già realizzate o in fase di completamento.

Agli effetti pianificatori e di gestione del rischio, nelle norme geologiche di attuazione la sottoclasse 3* Pid è stata intesa a tutti gli effetti alla stregua di una "*classe 4*" protetta. Pertanto, in tale sottoclasse la fattibilità geologica è più restrittiva di una classe 3 *strictu senso*. Infatti, il grado di sicurezza di queste aree dipende dal grado di efficienza degli interventi di difesa realizzati, il quale dipende a sua volta dalla continuità manutentiva delle opere. Per maggiori ragguagli si rimanda alle norme geologiche di attuazione.

7.3 Classe 4 (rosso): fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità / vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso.

Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a, b, c della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate se non altrimenti localizzabili.

Per maggiori ragguagli sugli accertamenti da eseguire a supporto di progetti pubblici o di interesse pubblico e sulle limitazioni d'uso previste si rimanda alle norme geologiche di piano.

Sono state differenziate le seguenti sottoclassi:

- sottoclasse 4GI: area potenzialmente soggetta a dinamica gravitativa di versante o con caratteristiche morfologiche, geomeccaniche o geostatiche tali da comportare gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori;
- sottoclasse 4 Fa: area di frana attiva (Fa – PAI);
- sottoclasse 4 Fq: area di frana quiescente (Fq – PAI);
- sottoclasse 4 Vm: area a pericolosità media o moderata per valanga (Vm – PAI);
- sottoclasse 4 Vpi: fascia di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrografico (all'esterno del nucleo urbano detta fascia è ampia 10 metri);
- sottoclasse 4 Ca: area di conoide attivo (Ca – PAI);
- sottoclasse 4 Ef: Area di probabile allagamento in caso di collasso gravitativo della "Frana di Ronco";
- sottoclasse 4 If Area di influenza in caso di collasso gravitativo della "Frana di Ronco".

8 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL)

La carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL) del territorio comunale di Premana (LC) è stata realizzata in base ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica e sismica, di cui alle norme attuative dell'Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n° 12. Nella fattispecie, è stata applicata la procedura di valutazione di cui all'Allegato 5 delle suddette norme attuative ("Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio"), che prevede, in fase pianificatoria, per i comuni classificati sismici di zona 4 (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003; D.g.r. n. 14964 del 7/11/2003; D.g.r. n. IX/2616/2011), un solo livello di approfondimento definito "studio di 1° livello".

Lo studio di 1° livello è consistito nell'analisi dei dati contenuti nella cartografia di inquadramento (geologia, geomorfologia, dinamica geomorfologica), analisi che ha portato alla definizione, per il territorio di Premana, degli scenari di pericolosità sismica locale di cui alla seguente Tabella 8.

Sigla	*SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE*	*EFFETTI*
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti	Cedimenti
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo	Amplificazioni morfologiche
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale, e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 8 – Scenari di pericolosità sismica locale

Sulla base dei suddetti scenari di pericolosità è stata costruita la Carta di Pericolosità Sismica Locale per l'intero territorio comunale in scala 1:10.000 (Tav. 10) e per lo stralcio di dettaglio dell'area urbana in scala 1:2.000 (Tav. 11).

9 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI

Il Comune di Premana risulta essere inserito tra i Comuni esonerati dalla verifica di compatibilità di cui all'art. 18, tabella 2 delle N.d.A. del PAI (Piano di Assesto Idrogeologico, L. 183/89), come indicato nell'allegato 13 alla D.g.r. n. IX/2616/2011.

Il quadro del dissesto presente sul territorio comunale di Premana è stato "aggiornato d'ufficio" dalla Regione Lombardia, mediante la costruzione della "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI", previa correlazione tra le classi di fattibilità geologica derivanti dallo studio geologico comunale originario, redatto dallo scrivente ai sensi della ex L.R. 41/97, e la legenda PAI (vedi Tabb. 1 e 2 della d.g.r. n. 7/7365/2001).

Con la stesura dell'aggiornamento dello Studio Geologico ai sensi della L.R. 11 marzo 2005 e s.m.i., di cui alla presente relazione, si propone l'aggiornamento del quadro del dissesto (vedi tavola 12).

Tenuto conto del Parere espresso dalla Regione Lombardia, seguito alla nota n. 2082 del 08.05.2009 (Rif. Nota n. 2082 del 09.04.2013), al fine di agevolare la comprensione della carta del dissesto con legenda uniformata PAI proposta, nei capitolo seguente si descrivono le motivazioni, le fonti e le principali variazioni rispetto al quadro del dissesto vigente, pubblicato sul geoportale della Regione Lombardia.

9.1 Premessa e considerazioni di carattere metodologico

Come si evince anche dal parere espresso dalla Regione Lombardia, in merito alla conformità dello Studio Geologico del territorio comunale di Premana, oggetto della presente relazione, ai criteri di attuazione della L.R. 12/05, le "apparenti" discrepanze tra il "quadro del dissesto vigente", pubblicato sul geoportale di Regione Lombardia e la proposta di aggiornamento del quadro del dissesto stesso, oggetto del presente studio, riguardano essenzialmente alcune aree di conoide latu senso.

Allo scopo di agevolare la comprensione delle considerazioni che hanno suggerito la perimetrazione e la classificazione oggetto della presente proposta, si ritiene opportuno

richiamare alcuni concetti relativi alla complessa evoluzione metodologica (oggetto di specifiche norme attuative), intervenuta nel non trascurabile intervallo temporale intercorso tra la redazione dello studio geologico originario (redatto dallo scrivente nell'anno 1999 sulla base dei criteri ed indirizzi di cui alla ex L.R. 41/97) e la redazione del presente studio. Infatti, l'aggiornamento del quadro del dissesto, effettuato d'ufficio da parte di Regione Lombardia, fu effettuato sulla base dei contenuti della "Carta Geomorfologica" redatta nello studio geologico originario, mediante la correlazione di cui alle Tabb. 1 e 2 della d.g.r. n. 7/7365/2001 che prevedevano, in estrema sintesi, le seguenti correlazioni: conoide attiva = Ca; conoide quiescente = Cp; conoide inattiva = Cn.

I criteri metodologici con cui fu realizzata la carta geomorfologica originaria erano sostanzialmente e significativamente diversi da quelli introdotti dalle norme successive, in attuazione della L. 183/89.

Infatti, la carta geomorfologica originaria, come esplicitato nella relazione illustrativa, parte integrante dello studio geologico 1999, fu realizzata utilizzando la metodologia di cui alla "Cartografia della pericolosità connessa a fenomeni di instabilità dei versanti" (Gruppo nazionale "Geografia Fisica e Geomorfologia": Boll. Soc. Geol. It., 106, 199-221), pubblicata nell'anno 1987. Detta metodologia, decisamente datata, prevedeva l'individuazione delle principali forme di deposito e di erosione, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, distinguendo tra:

- forme, processi e depositi per acque correnti superficiali;
- forme, processi e depositi gravitativi;
- forme, processi e depositi crionivali e glaciali;
- forme, processi e depositi di origine antropica.

Tenuto conto dell'epoca in cui fu pubblicata la suddetta metodologia analitica (1987), vi era una netta distinzione tra i processi riconducibili alle acque correnti superficiali e quelli gravitativi (oggi e già a partire dal 2001, specialmente per quanto concerne i

versanti torrentizi e le conoidi alpine, la dinamica per acque superficiali e gravitativa viene studiata contestualmente e unitariamente).

Per quanto concerne lo stato di attività si faceva la distinzione tra forme "attive", "quiescenti" e "non attive".

Le forme "attive" comprendevano quelle prodotte da processi in atto all'epoca del rilevamento o non in atto in quel momento, ma ricorrenti a breve termine (frequenti o stagionali). Le forme "quiescenti" comprendevano quelle in equilibrio con l'attuale sistema morfoclimatico, generate da processi tutt'ora in evoluzione, ma inattivi al momento del rilevamento e che hanno possibilità oggettiva di riattivarsi per cause naturali o artificiali. Le forme "non attive" erano quelle generate in diverse condizioni morfoclimatiche o quelle che, pur essendo riferibili all'attuale sistema morfoclimatico, hanno completato ed esaurito la loro evoluzione. Alla luce della evoluzione metodologica e analitica successiva al 1987, la suddetta classificazione contiene elementi di ambiguità nella distinzione tra forme "attive" e "quiescenti". Confrontando le suddette definizioni con i criteri di uso corrente, si palesa, infatti, un elevato margine di discrezionalità nella distinzione tra forma attive e quiescenti, i cui limiti tendono a produrre una sovrapposizione concettuale tra i due gruppi.

Quanto sopra esposto, testualmente ripreso dalla relazione illustrativa allegata allo studio geologico del territorio comunale di Premana, redatto dallo scrivente nel 1999, evidenzia come la classificazione dello stato di attività sopra descritta sia sostanzialmente differente rispetto a quelle di uso corrente. Infatti, la prima utilizza un criterio "genetico" e morfoclimatico; quelle di uso corrente utilizzano criteri di "pericolosità" ad una scala spazio-temporale confrontabile con quella specifica delle attività antropiche. Inoltre, per quanto concerne specificatamente le conoidi torrentizie, le classificazioni degli anni '80 del secolo scorso tendevano a trascurare i fenomeni di trasporto in massa lungo le conoidi, concentrando invece l'attenzione sul solo trasporto liquido. Ad esempio, uno tra i criteri geomorfologici più utilizzati per stimare il grado di attività di una conoide torrentizia, in quegli anni, era quello basato sul grado di incisione

dell'asta torrentizia (a prescindere dalle condizioni di portata idrica, disponibilità di materiale solido nell'alveo, ecc…).

La sopra esposta premessa si è resa necessaria poiché, come meglio esposto nelle pagine seguenti, per alcune conoidi cartografate col criterio geomorfologico nel 1999, le condizioni attuali del relativo bacino (estensione, condizioni dei versanti, condizioni di scorrimento e/o infiltrazione delle relative acque) non hanno consentito l'applicazione delle metodologie di analisi della pericolosità correnti. Pertanto, la loro classificazione è stata effettuata utilizzando criteri differenti, valutati caso per caso.

9.2 Dissesti da dinamica fluvio-torrentizia – Conoidi

La dinamica fluvio-torrentizia e il quadro del dissesto ad essa correlato, sono stati puntualizzati sulla base delle osservazioni dirette, effettuate nell'ultimo decennio, contestualmente ad eventi meteorici significativi (v. evento del novembre-dicembre 2002). Il comportamento dei torrenti, tipicamente alpino, ha portato a classificare come "attivi" la quasi totalità dei conoidi esterni all'abitato. Infatti, in concomitanza di piogge intense (v. temporali estivi e autunnali), gli stessi alimentano un sensibile trasporto solido, come potuto appurare, ad esempio, in corrispondenza dei guadi di attraversamento dei torrenti da parte della viabilità agro-silvo-pastorale di fondovalle, di accesso all'alta Valvarrone.

Per quanto concerne i conoidi direttamente interferenti con le zone urbano-industriali e rurali, meritano una più puntuale descrizione i conoidi presenti nelle seguenti località (v. parere Regione Lombardia):

- Giabbio (zona industriale di Premana);
- Grumello di Ronco;
- Alpe Ariale;
- Alpe Casarsa.

9.2.1 Giabbio (zona industriale di Premana)

La La condizione delle conoidi di Giabbio è riportata nella seguente Figura 11, in cui sono poste a confronto la condizione indicata nel quadro Pai vigente e quella attuale. Nel quadro PAI vigente le conoidi sono state indicate come “parzialmente protette – Cp”. Tale classificazione è stata desunta dalla Carta Geomorfologica redatta ai sensi della ex L.R. 41/97, nella quale le conoidi in questione erano state indicate come quiescenti.

Tenuto conto delle considerazioni esposte nel paragrafo precedente, si evidenzia come i bacini imbriferi dei due rii in questione siano decisamente di piccole dimensioni, sviluppandosi nella porzione di versante sottostante il nucleo urbano di Premana. Essi intercettano esclusivamente le acque sorgentizie emergenti nella zona di contatto tra i depositi glaciali (su cui risulta impostato l’abitato) e il substrato lapideo, affiorante a quote inferiori dell’abitato, nonché le acque meteoriche direttamente incidenti sul bacino. Gran parte delle relative aste torrentizie risultano impostate direttamente nel substrato lapideo.

La classificazione adottata nello studio originario (quiescenti) si riferiva alla condizione pre-esistente alla realizzazione del Piano di Insediamento Produttivo di Premana (ivi realizzato a partire dalla fine degli anni ’90 del secolo scorso) e riguardava le condizioni prettamente idrauliche (trasporto liquido) delle due vallecole. Infatti, come sopra evidenziato, lungo le aste torrentizie non si rileva la presenza di materiale detritico in quantità significative.

Al proposito, si consideri che contestualmente alla realizzazione e al completamento del PIP di Premana, il territorio in questione fu totalmente “rimodellato” e furono realizzate opere di sistemazione idraulica delle locali aste torrentizie (muri spondali e selciatoni di fondo), con contestuale messa in sicurezza delle aree prospicienti le aste torrentizie stesse (vedi foto 7).

Considerato che le caratteristiche morfologiche e dimensionali dei rispettivi bacini non si prestano all’applicazione delle metodologie analitiche normalmente utilizzate per lo studio della pericolosità delle conoidi torrentizie alpine e considerato che l’assetto morfologico attuale non ha manifestato alcun problema idraulico nemmeno durante la

crisi alluvionale del novembre-dicembre 2002 (il cui tempo di ritorno è superiore a trent'anni), le conoidi possono essere riclassificate come "conoide completamente protetta – Cn".

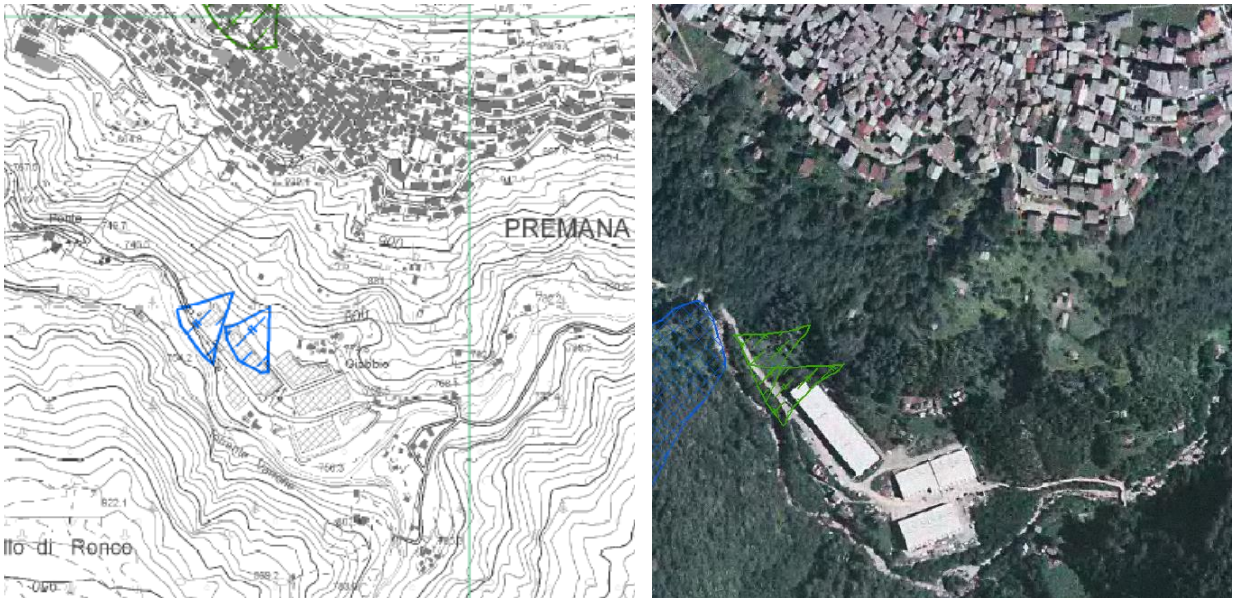

Figura 11 – Conoidi "Cp" in località Giabbio come indicati nel quadro PAI vigente (a sinistra); a destra la situazione attuale proposta su ortofoto ("Cn" in colore verde).

Foto 7 – Situazione attuale delle aste torrentizie in località Giabbio.

9.2.2 Grumello di Ronco

La condizione di Grumello di Ronco è riportata nella seguente Figura 12. Nel quadro PAI vigente la conoide della Valgrande (quella più occidentale) è stata indicata come "completamente protetta – Cn"; quella soprastante l'alpeggio di Grumello di Ronco è stata invece indicata come "attiva – Ca".

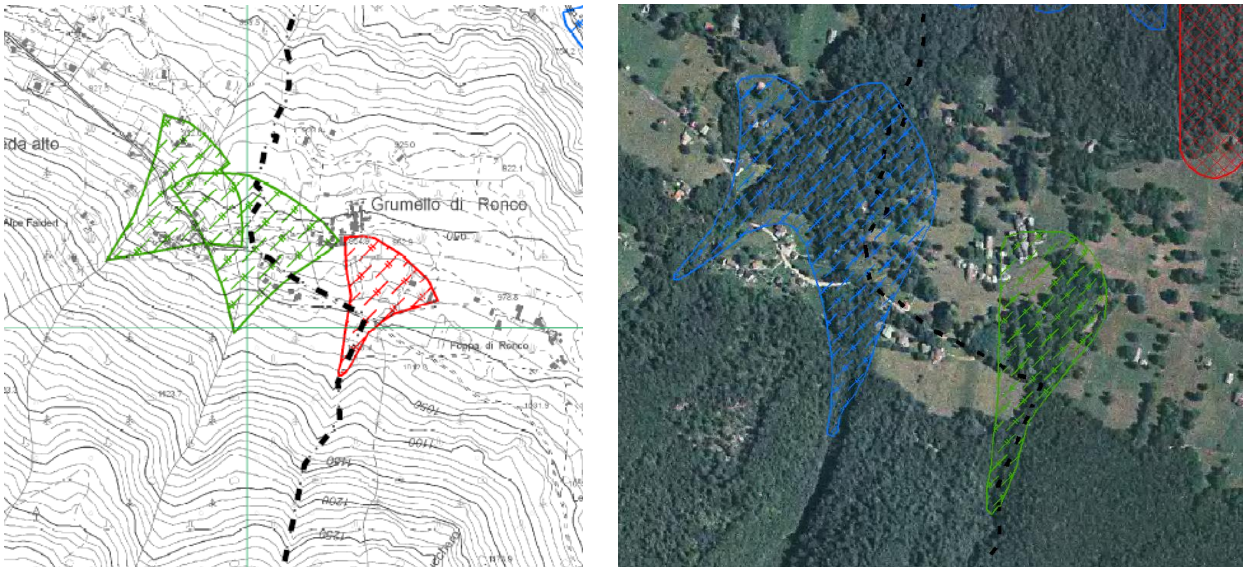

Figura 12 – Conoidi in località Grumello di Ronco come indicati nel quadro PAI vigente ("Ca" in rosso e "Cn" in verde); a destra la situazione attuale proposta su ortofoto ("Cp" in blu e "Cn" in verde).

Gli approfondimenti idrogeologici effettuati nell'ambito degli studi conoscitivi sulla circolazione idrica nel versante idrografico sinistro della Valvarrone, tratto compreso tra la diga Enel e la Val Marcia, realizzati nell'ambito dello studio di fattibilità degli interventi di messa in sicurezza del versante (finanziamento Regione Lombardia), hanno evidenziato come i corsi d'acqua in parola siano privi di bacini imbriferi significativi. La maggior parte delle acque intercettate dai rispettivi compluvi si estinguono prima di raggiungere l'apice dei conoidi stessi, infiltrandosi nella spessa copertura detritica a grossi blocchi, presente nella zona di raccordo tra il versante e l'apice dei suddetti conoidi. La genesi di tali forme appare riconducibile essenzialmente a fenomeni di *rock-*

flow, relativamente antichi, verificatisi in condizioni periglaciali, negli stadi immediatamente successivi al ritiro definitivo del ghiacciaio lariano.

Per completezza, vengono di seguito riportati, in forma sintetica, i risultati conseguiti dalle attività di studio e monitoraggio idrogeologico effettuati nel periodo 2010 – 2011.

MODELLO DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

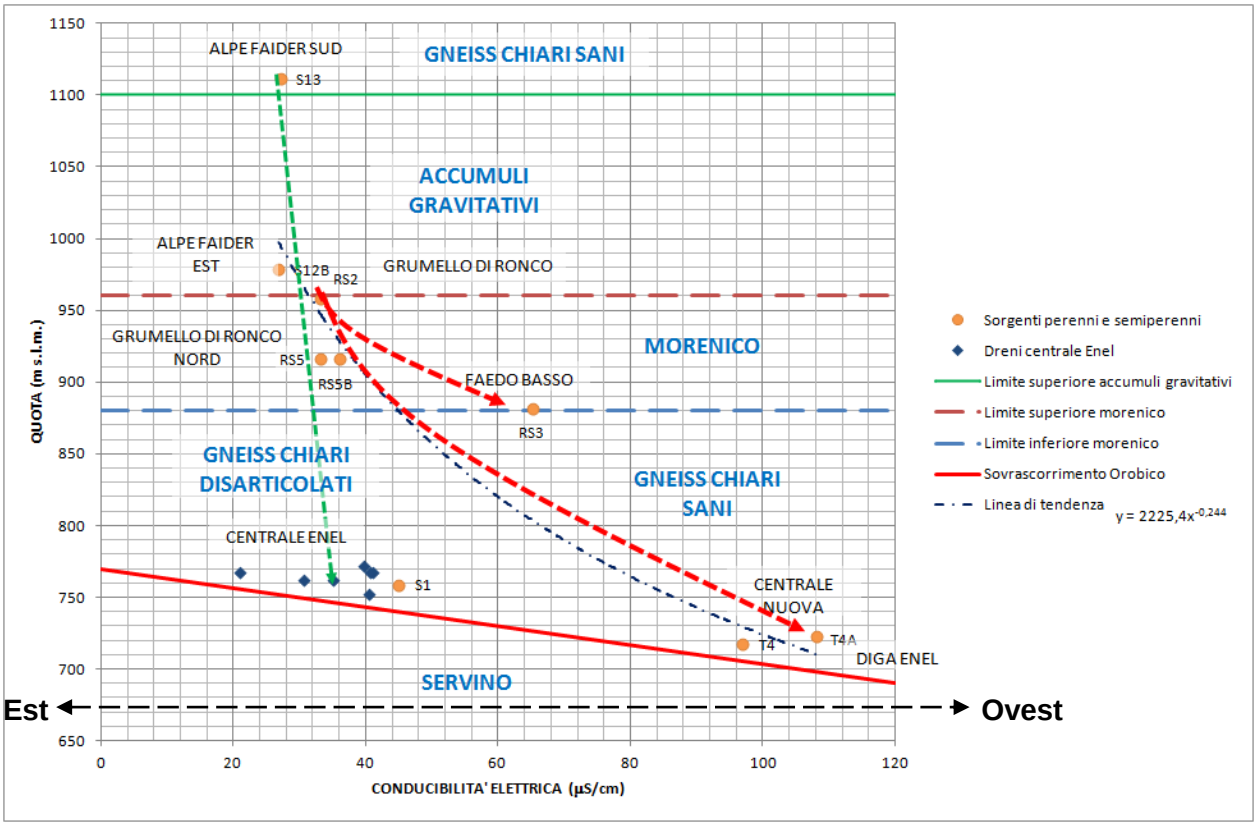

Figura 13 – Modello concettuale della circolazione idrica nel versante.

I risultati dello studio idrogeologico di dettaglio hanno confermato l'ipotesi secondo cui le "anomale" condizioni di allentamento e fratturazione degli gneiss, costituenti il promontorio retrostante la centrale Enel e riconducibili agli effetti dei fenomeni gravitativi che a più riprese hanno interessato il versante, produrrebbero un incremento della conducibilità idraulica dell'ammasso roccioso, rendendo localmente più rapidi i circuiti sotterranei e provocando la locale "depressione" della "piezometria" a quote di fondovalle.

È stato quindi elaborato un modello concettuale della circolazione idrica nel versante, il quale ha costituito la base conoscitiva per l'elaborazione del modello di bilancio idrico. Esso è graficamente visualizzato nella precedente Figura 13.

Il grafico rappresenta, schematicamente, i rapporti geometrici verticali e laterali tra le diverse unità idrogeologiche (Gneiss Chiari sani, Gneiss Chiari disarticolati, Servino-Carniola l.s.) e il sovrascorrimento orobico, evidenziando il trend di conducibilità elettrica delle acque dalla sommità verso il piede del versante e da est (zona centrale) verso ovest (zona diga).

Le frecce a tratteggio rosso evidenziano il trend di mineralizzazione della acque circolanti nei settori ad assetto "normale" del versante (circuiti relativamente lenti); la freccia a tratteggio verde indica i circuiti più rapidi, localizzati nel promontorio retrostante la centrale Enel.

Dal modello si comprende come, nella zona retrostante la centrale Enel, debba sussistere un "meccanismo idrogeologico" responsabile della veicolazione più rapida delle acque sotterranee, dalle quote più elevate del versante al fondovalle. Detto "meccanismo" è stato indagato e compreso attraverso l'analisi isotopica delle acque e la messa a punto del modello di bilancio idrico.

Sulla base delle analisi e della modellazione effettuati è stato riscontrato che:

- il Bacino Idrogeologico delle acque sorgentizie presenti al piede del versante, nel sito centrale, risulta più esteso del relativo bacino imbrifero, poiché comprende anche porzioni di versante in cui il ruscellamento superficiale viene drenato dalla Val Marcia, mentre il contributo di infiltrazione sotterranea è drenato verso la Valvarrone, per effetto del limite di permeabilità definito dal sovrascorrimento orobico (Figura 14). Nella Figura 14, oltre al perimetro del Bacino Idrogeologico, sono delimitati anche i "domini idrogeologicamente omogenei";
- il bacino idrogeologico, così ottenuto, ha una quota media dell'ordine di 1070 m slm, congruente con la quota media di ricarica delle acque sotterranee, ottenuta attraverso l'analisi isotopica;

- calcolando la ricarica diretta media annua come somma dei contributi di infiltrazione efficace da parte di ciascun dominio omogeneo, è stato ottenuto un valore medio dell'Ossigeno-18, nella sezione di chiusura del bacino (centrale Enel), non compatibile con quello medio ottenuto per via sperimentale (analisi effettuate sui campioni di acque sorgentizie);

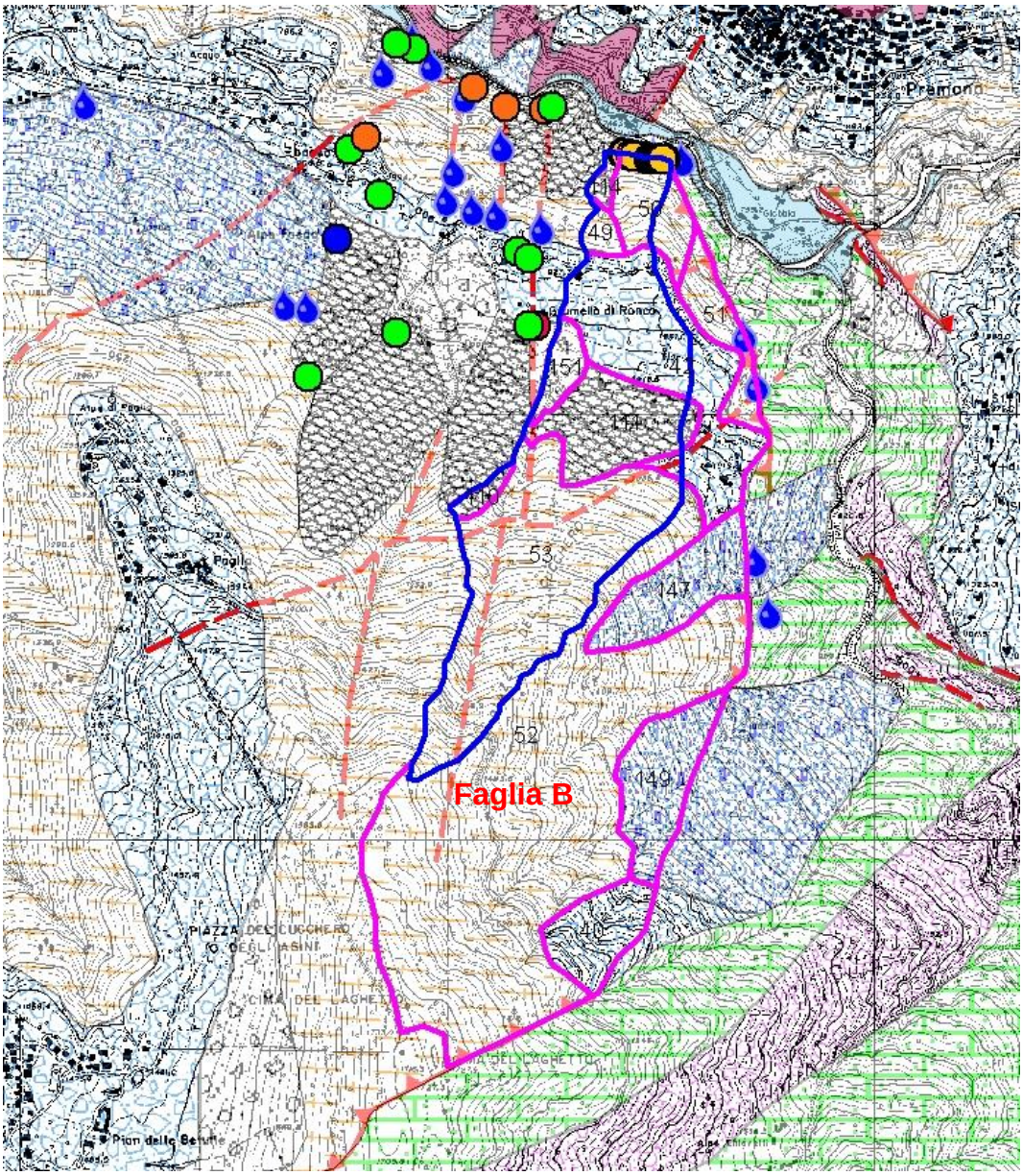

Figura 14 – Confronto tra Bacino Imbrifero (blue) e Bacino Idrogeologico (magenta) delle emergenze sorgentizie presenti al piede del versante, nel sito centrale Enel.

- il valore di O-18 ottenuto dal bilancio idrico, pertanto, non può essere ritenuto valido poiché ad esso competono quote medie di ricarica di 770 m slm, del tutto incompatibili con la quota media effettiva del bacino idrogeologico individuato (pari a 1070 m slm) e con i valori di O-18 sperimentali.

Questo risultato è estremamente significativo poiché evidenzia e conferma che nel bacino idrogeologico delle acque in studio deve sussistere un "meccanismo" in grado di trasferire rapidamente, nel sottosuolo, acque meteoriche di pertinenza di porzioni del versante aventi quota maggiore di 1000 – 1100 m slm.

La soluzione del problema è stata trovata a partire delle osservazioni effettuate sia durante l'evento alluvionale del novembre – dicembre 2002, sia successivamente. Infatti, la vallecola in cui risulta impostata la "faglia B" (v. Figura 14), di pertinenza del conoide di Grumello di Ronco, perde di evidenzia morfologica a partire da quota 1050 – 1100 m slm, verso valle, nella zona in cui sono presenti depositi detritici e "rock-flow del "quaternario antico".

Come noto ai "premanesi" e come potuto direttamente rilevare durante l'evento alluvionale del 2002, la vallecola sopra citata manifesta una attività di ruscellamento superficiale solo a quote superiori di quelle sopra menzionate e, quindi, superiori anche rispetto all'apice del conoide in questione.

In altre parole, le acque di ruscellamento superficiale intercettate dalla vallecola, una volta raggiunti i depositi da "rock-flow" e gli accumuli detritici, altamente permeabili, presenti a partire dalla quota 1050 – 1100, si infiltrano nel sottosuolo, non potendo con ciò alimentare alcuna portata idrica significativa sul sottostante conoide detritico.

I suddetti accumuli detritici, nella loro porzione medio-apicale, risultano appoggiati direttamente sul substrato cristallino; il loro piede, invece, è parzialmente sepolto al di sotto dei depositi glaciali dei Prati di Ronco (questi ultimi riconducibili all'ultima culminazione glaciale - *lgm*).

L'assetto stratigrafico sopra descritto favorisce la pressoché totale infiltrazione delle acque di ruscellamento, di pertinenza della suddetta vallecola, nei corpi detritici, altamente permeabili e, da questi, nel sottostante substrato cristallino.

Le locali e peculiari condizioni strutturali (fratturazione e allentamento) e idrauliche dell'ammasso roccioso, favorirebbero la rapida veicolazione sotterranea delle acque verso il fondovalle (zona centrale).

In sintesi, i risultati dello studio sopra sintetizzato hanno evidenziato come la vallecola soprastante il conoide di Grumello di Ronco sia sprovvista di una portata idrica significativa anche in concomitanza di eventi meteorici estremi, tipo quello verificatosi nel novembre-dicembre 2002, in quanto le acque intercettate dalla stessa tendono ad infiltrarsi totalmente nel sottosuolo, nei settori situati a monte del conoide stesso.

Il conoide della Valgrande, congruentemente con la carta geomorfologica originaria e con la carta degli elementi nivologici (Tav. 3), risulta essere stato alimentato essenzialmente da fenomeni valanghivi, il più recente dei quali risale all'inizio degli anni novanta del secolo scorso.

Pertanto, alla luce delle sopra esposte considerazioni, va da sé come per questi conoidi non sia possibile applicare metodologie analitiche della pericolosità da conoide, così come previsto nelle norme attuative della L.R. 12/2005.

Il conoide della Valgrande è stato pertanto riclassificato come "area di conoide attivo o potenzialmente attivo, parzialmente protetta – Cp", ad opera di potenziali fenomeni valaghivi; quello soprastante Grumello di Ronco, per il quale lo studio di dettaglio ha evidenziato l'assenza di una alimentazione idrica significativa, è stato riclassificato come "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta – Cn". Al proposito, è significativo rilevare come l'asta torrentizia stessa si estingue totalmente a partire dal tratto situato immediatamente a monte dell'apice del conoide.

9.2.3 Alpe Ariale

In località “Alpe Ariale” nel quadro del dissesto vigente è riportato un conoide attivo (Ca), la cui genesi è riconducibile essenzialmente alla dinamica valanghiva. Infatti, non è individuabile un’asta torrentizia vera e propria; la genesi del locale compluvio, peraltro privo di un bacino significativo, è riconducibile a fenomeni valanghivi di tipo lineare, come evidenziato anche dalla Carta di localizzazione Probabile di Valanga e come già evidenziato nello studio geologico originario (1999).

Si propone, pertanto, un aggiornamento essenzialmente grafico, che tiene conto della dinamica valanghiva desunta dal CLPV (Figura 15).

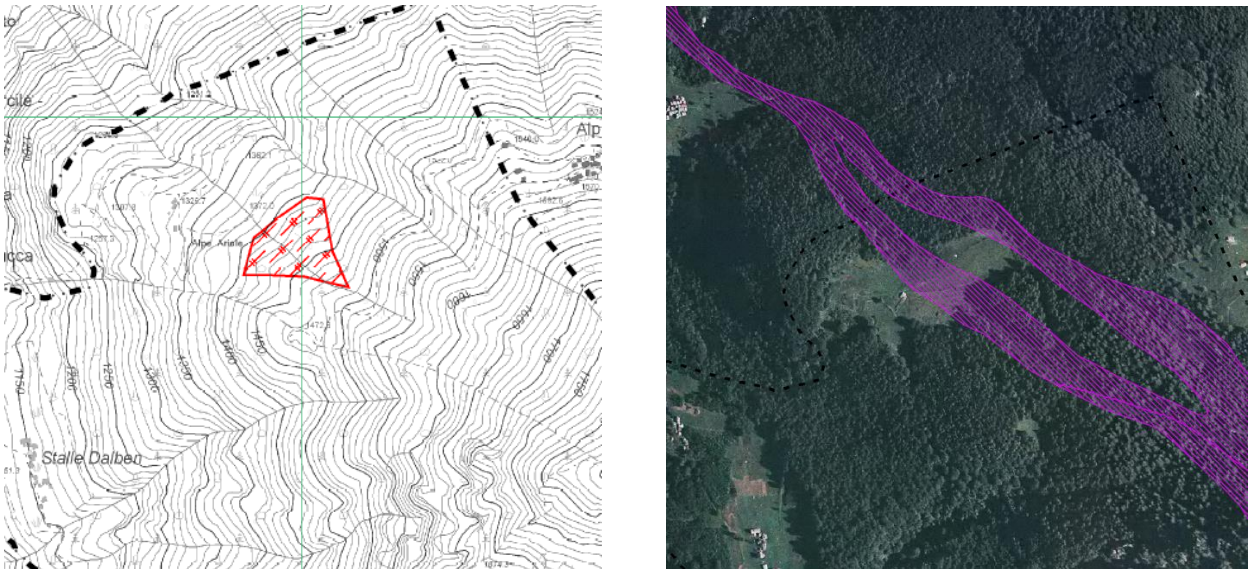

Figura 15 – Conoide “Ca” in località “Alpe Ariale”, come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto.

9.2.4 Alpe Casarsa

In località “Alpe Casarsa” è presente il conoide di deiezione del T. Barconcello, al cui apice si sviluppa il locale alpeggio. Nella seguente figura 16, sono poste a confronto la

condizione indicata nel quadro Pai vigente e quella attuale. Nel quadro PAI vigente il conoide è classificato come “completamente protetto – Cn”.

Le verifiche puntuali effettuate sul terreno hanno confermato, in accordo con i risultati degli studi pregressi (ex L.R. 41/97; studio 2007), che l’apice del conoide, in relazione alla notevole estensione areale del relativo bacino imbrifero, risulta sprovvisto di una adeguata sponda, specialmente in destra idrografica. Inoltre, localmente, è presente un “manufatto” di attraversamento in legname, il quale, in caso di ostruzione in destra, potrebbe favorire fenomeni di tracimazione in sinistra, dove la relativa sponda è appena “accennata” (Foto 8).

Foto 8 – Apice del conoide del Torrente Barconcello, in località “Alpe Casarsa”. La freccia Rossa evidenzia la zona di diversione attiva; la freccia gialla la zona di diversione potenziale.

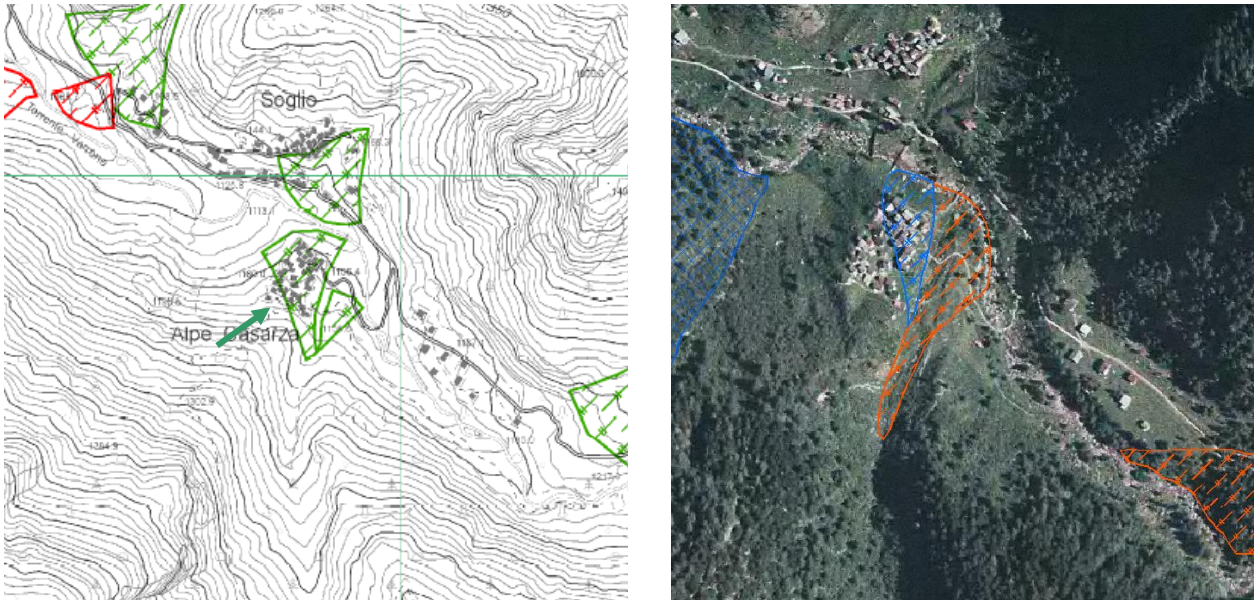

Figura 16 – Conoide "Cn" in località "Alpe Casarsa", come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto ("Cp" in blu e "Ca" in rosso).

Sulla base di quanto sopra esposto e tenuto conto che la zona indicata con la freccia rossa nella Foto 8 è soggetta anche a "pericolosità media o moderata per valanga – Vm", la perimetrazione proposta classifica il fianco e la porzione destra del conoide come "area di conoide attivo non protetta – Ca" (a cu si sovrappone anche l'area Vm) e la porzione centrale del conoide come "area di conoide attivo o potenzialmente attivo parzialmente protetta – Cp" (Figura 16).

9.2.5 Conoide protetta nel centro abitato di Premana, località Quaglio

Detta conoide, indicata nel quadro del dissesto vigente come protetta (Cn), corrisponde al conoide di origine mista, gravitativa e di valanga, della valle Fontana, descritto nel capitolo relativo alle valanghe (capitolo 9.4; vedi figura 18), al quale si rimanda per maggiori ragguagli.

Detto conoide non è riconducibile, geneticamente, a fenomeni torrentizi. Infatti, come rilevabile dalla documentazione cartografica di piano, la Valle Fontana ha bacino

imbrifero di dimensioni scarsamente significative. Il conoide è geneticamente connesso a fenomeni nivali e valanghivi, il più recente dei quali risale al 1863.

9.2.6 Conoide protetta Cn a ovest di Soglia

La conoide in questione, perimetrata nel quadro del dissesto PAI vigente, è stata desunta dalla carta geomorfologica originaria (studio 1999) il cui stralcio è riportato nella seguente

Figura **17**.

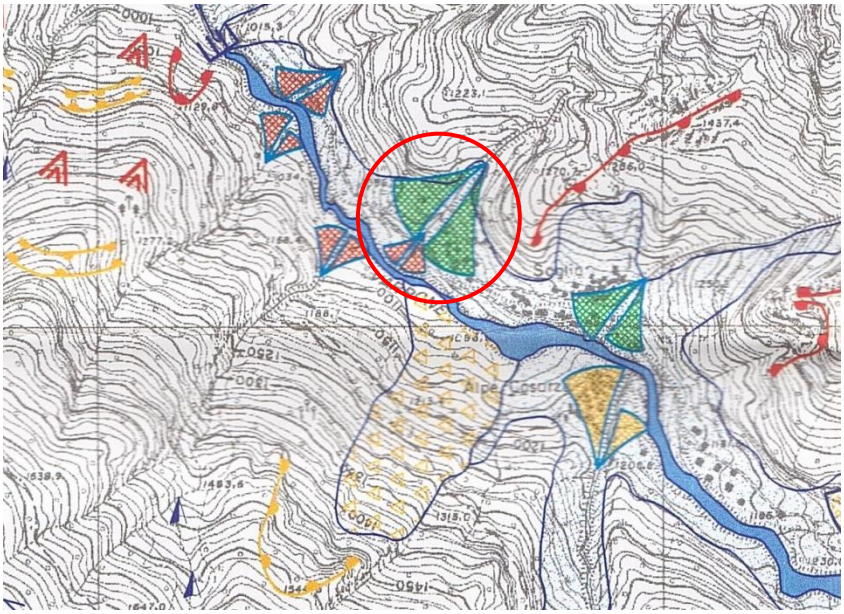

Figura 17 – Stralcio della carta geomorfologica originaria. Il conoide in oggetto è quello evidenziato dal cerchio rosso.

Il conoide in oggetto è quello evidenziato dal cerchio rosso. Con riferimento a quanto già esposto nel paragrafo 9.1, il conoide è stato cartografato distinguendo le forme in funzione del sistema morfoclimatico di riferimento. La simbologia utilizzata evidenzia un conoide inattivo (vale a dire “fossile” – simbolo verde), sospeso e terrazzato rispetto al fondovalle attuale (quindi in condizioni di non equilibrio con il sistema morfoclimatico attuale); al piede dello stesso, a quote inferiori, si riconosce una forma di deposito in

continuità idraulica con l'asta torrentizia e in equilibrio con l'attuale sistema morfoclimatico (conoide rossa). Pertanto, solo questa parte è da ritenere "attiva" e suscettibile della dinamica torrentizia (trasporto in massa). La porzione terrazzata, indicata in verde nella carta geomorfologica originaria, è da ritenere a tutti gli effetti una forma "fossile". Pertanto, nella proposta di perimetrazione oggetto della presente relazione la stessa è stata stralciata.

9.3 Frane

Nell'ambito del territorio comunale di Premana, nel quadro del dissesto PAI vigente, basato essenzialmente sullo studio del territorio comunale ex L.R. 41/97, aggiornato d'ufficio nel 2003, non sono state riportate frane significative.

L'unica frana segnalata è quella situata ad ovest di Stalle Dalben, indicata come "Frana stabilizzata – Fs".

Detta presunta frana, segnalata nel quadro del dissesto vigente, non è stata riscontrata sul terreno durante i rilievi appositamente effettuati, come risulta dalla Tavola 1 (Elementi geologici e dinamica geomorfologica). Il versante, in questo settore, appare impostato nella Formazione del Servino, è caratterizzato da acclività elevata e da estesi corpi detritici di versante. La frana stabilizzata riportata nel quadro del dissesto vigente, verosimilmente desunta dallo studio geologico del Comune di Casargo, non è stata riscontrata sulla base dei rilievi geologici e geomorfologici oggetto del presente studio. Pertanto, si è ritenuto opportuno proporre la rimozione di detta forma dalla nuova perimetrazione del dissesto.

Con il presente studio, si è invece provveduto a cartografare e riadeguare la grafica dei poligoni dei dissesti gravitativi significativi, già cartografati nello studio ex L.R. 41/97 (v. frana della Val Tei), oltre a delimitare i dissesti riconosciuti successivamente all'evento alluvionale del novembre – dicembre 2002 (v. frana di Ronco; Lago di Losa, ecc.), già

evidenziati nello studio geologico del territorio comunale realizzato dallo scrivente nell'anno 2007, di cui il presente studio costituisce aggiornamento e integrazione.

Nella Tavola 5 (carta dei Vincoli) e nella Tavola 12 (carta del dissesto con legenda uniformata PAI), è riportato il quadro del dissesto da frana dell'intero territorio comunale, così come desumibile dai vari studi ad oggi disponibili.

9.4 Valanghe

Nella cartografia vengono riportate le aree interessate da fenomeni valanghivi. Dette aree sono state perimetrate visionando la "Carta di localizzazione probabile delle valanghe" (Regione Lombardia, Sirval - 2001).

Nel territorio in esame, le zone maggiormente interessate dalla formazione e dal distacco di valanghe sono generalmente ubicate a quota maggiore o uguale a 1400 metri, su versanti caratterizzati da una pendenza maggiore del 70%. In generale trattasi di aree denudate (terreni rocciosi nudi) o prive di una copertura vegetale boschiva significativa.

Nella Tavola 3, in scala 1:10.000, sono stati cartografati i siti ed i versanti soggetti a pericolosità da valanga, così come riportati nella "Carta di Localizzazione Probabile delle valanghe (CLPV). Nel riportare i dati ufficiali della CLPV sulla cartografia di Premana (v. data-base cartografico provinciale) sono stati effettuati alcuni adeguamenti nella delimitazione dei diversi tematismi, allo scopo di rendere coerente il dato visualizzato con la cartografia di base utilizzata.

In generale non sono state rilevate, nell'ambito del centro urbano, aree direttamente soggette a rischio valanghivo, fatta eccezione per la zona posta immediatamente a valle della Valle Fontana, in corrispondenza della quale è presente, nella sua porzione terminale, un cono detritico di origine mista, gravitativo e di valanga. Tale zona, censita nella CLPV, è stata indicata nella Tavola 3 come "valanga storica del 1863 oggetto di aggiornamento". Infatti, la perimetrazione attuale della citata area di "valanga storica" è

stata ricalibrata in funzione delle mutate condizioni dei luoghi, rispetto alla condizione presente all'epoca della valanga storica (vedi raffronto sottostante).

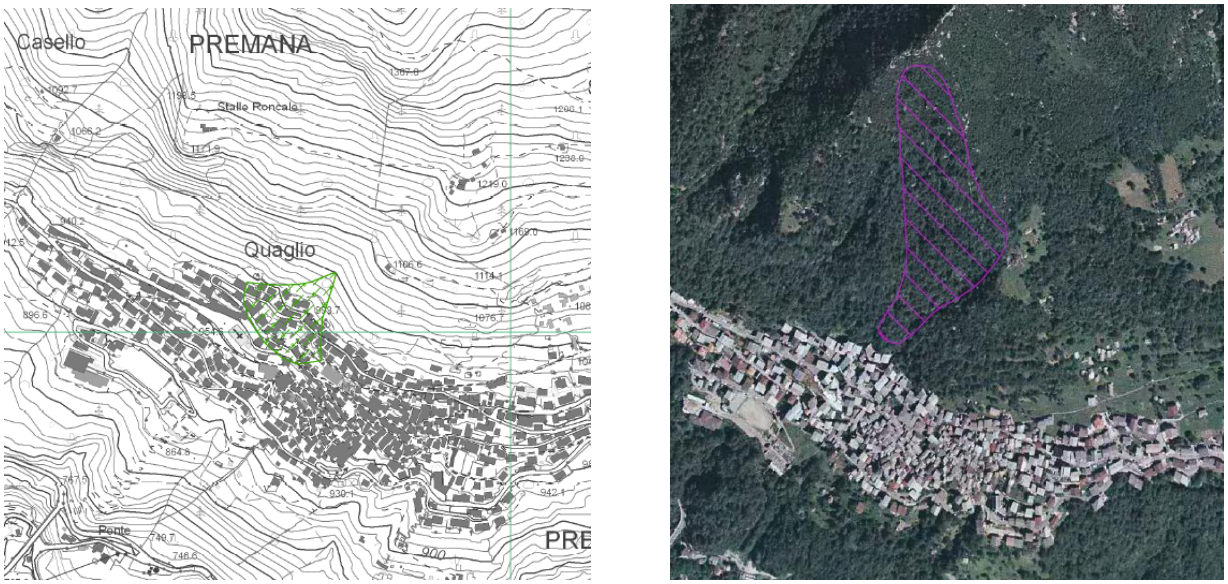

Figura 18 – Conoide "Cn" nella Valle Fontana, come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto.

Infatti, la maggior parte del versante da cui si originò la valanga, che all'epoca del fatto era caratterizzato da un soprassuolo essenzialmente prativo, allo stato attuale è totalmente boscato e presidiato da opere paramassi. In sintesi, allo stato attuale si riscontra un assetto geomorfologico e vegetazionale sostanzialmente e profondamente mutato rispetto alla condizione storica, tale da rendere estremamente improbabile il distacco e lo scivolamento di volumi nevosi significativi.

Mezzanino, 2 agosto 2013

Dott. Geol. Giovanni Savazzi

In collaborazione con: Dott. Geol. Matteo Lambrugo

INDICE FIGURE, TABELLE E FOTO

Figure

Figura 1 Inquadramento territoriale. 8
Figura 2 - Precipitazioni annue (spezzata blue), valore medio annuo relativo al periodo 1966-2002 (tratteggio verde) e linea di tendenza (tratteggio rosso), desunte dalle rilevazioni eseguite dalla stazione pluviometrica di Pagnona (diga ENEL), nel periodo 1966 - 2002. 15
Figura 3 - Precipitazioni medie mensili relative al periodo 1966-2002, desunte dalle rilevazioni della stazione pluviometrica di Pagnona (diga ENEL). 16
Figura 4 - Curva delle massime precipitazioni giornaliere (mm/giorno) in funzione del tempo di ritorno (anni). 19
Figura 5 - Curva di possibilità pluviometrica. 20
Figura 6 – Figura tratta da: "Centri abitati instabili della Provincia di Sondrio" Regione Lombardia. 21
Figura 7 – Precipitazioni piovose nel periodo compreso tra il 14 novembre e il 3 dicembre 2002 22
Figura 8 – Confronto con evento critico del novembre 2002 23
Figura 9 – Frequenza (espressa in "n volte in 51 anni") e probabilità annua (espressa in %) degli eventi critici desumibili dalla retta di Figura 6 e dalla serie storica Enel. 27
Figura 10 - Temperature medie mensili e media annua relative al periodo 1976-1988, desunte dalle rilevazioni eseguite dalla stazione termometrica di Premana (diga ENEL).30
Figura 11 – Conoidi "Cp" in località Giabbio come indicati nel quadro PAI vigente (a sinistra); a destra la situazione attuale proposta su ortofoto ("Cn" in colore verde). 76
Figura 12 – Conoidi in località Grumello di Ronco come indicati nel quadro PAI vigente ("Ca" in rosso e "Cn" in verde); a destra la situazione attuale proposta su ortofoto ("Cp" in blu e "Cn" in verde). 77
Figura 13 – Modello concettuale della circolazione idrica nel versante. 78
Figura 14 – Confronto tra Bacino Imbrifero (blue) e Bacino Idrogeologico (magenta) delle emergenze sorgentizie presenti al piede del versante, nel sito centrale Enel.. 80
Figura 15 – Conoide "Ca" in località "Alpe Ariale", come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto. 83
Figura 16 – Conoide "Cn" in località "Alpe Casarsa", come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto ("Cp" in blu e "Ca" in rosso).85
Figura 17 – Stralcio della carta geomorfologica originaria. Il conoide in oggetto è quello evidenziato dal cerchio rosso. 86
Figura 18 – Conoide "Cn" nella Valle Fontana, come indicato nel quadro del dissesto vigente; a destra la situazione attuale su ortofoto. 89

Tabelle

Tabella 1 - Precipitazioni massime giornaliere annue, normalizzate, relative al periodo 1921-50 (stazione pluviometrica di Casargo - CO) 18
Tabella 2 - Precipitazioni massime giornaliere, espresse in mm (hmax), con assegnato tempo di ritorno (Tr) espresso in anni. 19

Tabella 3 - Confronto tra le Soglie di Innesco (SI) proposte dalla Regione Lombardia e dal CNR e le precipitazioni nel periodo novembre e dicembre 2002 – Valsassina – Introbio (tabella tratta da: Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione relativo al Rischio Idrogeologico - Provincia di Lecco – Studio redatto da "Studio Cancelli Associato"). 28
Tabella 4 - Caratteristiche termiche stagionali 30
Tabella 5 – Catasto opere di difesa da caduta massi (paramasi)..... 53
Tabella 6 - Catasto opere di difesa attiva da caduta massi (interventi in parete) e interventi di stabilizzazione di versanti o muri di sostegno. 54
Tabella 7 - Catasto interventi di regimazione idraulica..... 55
Tabella 8 – Scenari di pericolosità sismica locale 70

Foto

Foto 1 – Accumuli gravitativi a monte dei "prati di Ronco". 45
Foto 2 – Depositi di "Rock flow". 46
Foto 3 – Imbocco di monte della galleria. La galleria è impostata nel corpo di frana costituito da gneiss fratturati e disarticolati. Si osservi la presenza di una frattura (frecce) al cui interno è "pinzato" del materiale glaciale (morenico l.s.). 48
Foto 4 – Fronte di avanzamento della galleria. Imbocco est (monte). Le frecce evidenziano l'appoggio, per frana, degli gneiss sui depositi fluvio-torrentizi di fondovalle... 49
Foto 5 – Particolare dei depositi fluvio-torrentizi, in cui sono presenti ciottoli arrotondati decimetrici. 50
Foto 6 – Fronte di avanzamento imbocco ovest (valle). 51
Foto 7 – Situazione attuale delle aste torrentizie in località Giabbio. 76
Foto 8 – Apice del conoide del Torrente Barconcello, in località "Alpe Casarsa". La freccia Rossa evidenzia la zona di diversione attiva; la freccia gialla la zona di diversione potenziale. 84