



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali (TeSAF)

TESI DI LAUREA IN TECNOLOGIE FORESTALI E AMBIENTALI

ANALISI DEI DISSESTI NEI BACINI DEI TORRENTI LEOGRA E
AGNO DOPO L'ALLUVIONE DEL 2010

Relatore:

Prof. *Vincenzo D'Agostino*

Correlatore:

Dott. *Enrico Pozza*

Laureando:

Enrico Stella

Matricola n. 615238

ANNO ACCADEMICO 2012- 2013

RIASSUNTO

Obiettivo principale di questo lavoro di tesi è l'analisi delle numerose frane nei comuni di Valli del Pasubio, Torrebelvicino e Recoaro Terme e delle precipitazioni intense che hanno colpito la zona nel Novembre del 2010.

L'analisi svolta prende in considerazione la Valle del Leogra e la Valle dell' Agno (in particolare modo la zona di Recoaro Terme).

A tal proposito è stato necessario ricostruire l'evento meteorologico , ossia reperire dati dell'evento del 31 Ottobre, 1 e 2 Novembre 2010; questo periodo infatti è stato caratterizzato da intense e prolungate precipitazioni che hanno messo in luce la fragilità del nostro territorio sia a livello idraulico con numerosi allagamenti., dovuti da esondazioni di fiumi , ma anche a livello idrogeologico (parte presa in esame) per le numerose frane che si sono sviluppate in tutto il nostro territorio.

Quest'evento ha colpito tutta la Regione Veneto, tuttavia le precipitazioni più intense e i maggiori disagi li abbiamo riscontrati nella zona dello studio.

Afflussi molto intensi, sono spesso caratterizzati da un'elevata variabilità spaziale e di intensità diverse, che a volte pongono delle complicanze nell' effettuare certe interpretazioni ed è per questo che si è deciso di utilizzare più di una stazione pluviometrica nel condurre le analisi.

Successivamente, tramite l'aiuto di ArcGIS e delle CTR, è stato possibile collocare le frane nelle zone dove si sono manifestate (gli enti che hanno fornito informazioni sulle frane non hanno potuto disporre delle coordinate geografiche, ma solamente la località dove queste si sono verificate) , poi tramite l'utilizzo di ortofoto è stato possibile analizzare il territorio in esame e capire meglio la correlazione tra le frane, corsi d'acqua torrentizi presenti e caratteri morfologici delle frane.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is the analysis of numerous landslides in the towns of Valli del Pasubio, Torrelvicino and Recoaro Terme and heavy rainfall that hit the area in November 2010. The analysis takes into account the Valley and the Valley of Leogra 'Agno (in particular the area of Recoaro Terme).

For this purpose it was necessary to reconstruct the weather event, or retrieve data event October 31, November 1 and 2, 2010; during this period was in fact offers contemporary intense and prolonged rainfall that highlighted the fragility of our territoriosia level hydraulic with numerous flooding., due to flooding of rivers, but also in hydrological (part examined) for the many landslides that have svilupatein throughout our territory.

This event has affected the entire Veneto region, but the heaviest rainfall and major hardships we have encountered in the study area.

Inflows very intense, are often characterized by high spatial variability and different intensities, which sometimes pose complications in 'make certain interpretations and that is why it was decided to use more than one rain gauge in conducting the analysis.

Subsequently, through the help of ArcGIS and CTR, it was possible to locate in areas where landslides have occurred (institutions that have provided information on landslides could not have geographic coordinates, but only the location where these occurred), then through the use of orthophotos it was possible to analyze the land in question and better understand the correlation between landslides, torrential watercourses present and morphological characteristics of landslides.

INDICE

1- INTRODUZIONE

1.1- Classificazione delle Frane

2- QUADRO NORMATIVO

2.1- Normativa Italiana

3- CAUSE DEI MOVIMENTI DI VERSANTE E TECNICHE DI RIPRISTINO DEI FRONTI FRANOSI

3.1- Il dissesto nelle zone montane

3.2- Tecniche di sistemazione più utilizzate

4- INQUADRAMENTO DEL BACINO IDROGEOGRAFICO

5- INFORMAZIONI GEOLOGICHE

5.1- Coperture colluvio-eluviali

5.2- Detriti di falda

5.3- Terrazzamento fluvio-glaciali grossolani

5.4- Depositi fluvio-glaciali fini

5.5- Alluvioni di fondovalle

6- USO DEL SUOLO

7- L'ALTO VICENTINO

7.1- Frane

7.1.1- Torrebelvicino

7.1.2- Valli del Pasubio

7.1.3- Recoaro Terme

8- PRECIPITAZIONI

8.1- Probabilità di precipitazione a livello mensile

9- ANALISI DELLE FRANE PIU' IMPORTANTI NELLA ZONA DI STUDIO

10- INDAGINE STATISTICA

11- CONCLUSIONI

12- BIBLIOGRAFIA

13- RINGRAZIAMENTI

INDICE DELLE IMMAGINI

FIGURA 4.1 Bacino del Leogra

FIGURA 4.2 Bacino del Leogra e relativi sottobacini

FIGURA 5.1 Litologia del bacino del Leogra

FIGURA 5.2 Litologia della zona di Recoaro Terme

FIGURA 6.1 Uso del suolo del bacino del Leogra

FIGURA 6.2 Uso del suolo della zona di Recoaro Terme

FIGURA 7.1 Punti frane zona Torrebelvicino centro

FIGURA 7.2 Punti frane zona Valli del Pasubio centro e Torrebelvicino zona alta

FIGURA 7.3 Punti frane zona Valli del Pasubio parte alta

FIGURA 7.4 Punti frane zona Valli del Pasubio

FIGURA 7.5 Punti frane zona Recoaro Terme e Valli del Pasubio zona bassa

FIGURA 7.6 Punti frane zona Recoaro Terme confine Valdagno

FIGURA 7.7 Punti frane zona Recoaro Terme confine Valdagno

FIGURE 8.1 Carte riportanti le isoipse relative all'evento del 31 Ottobre, 1 e 2 Novembre 2010

FIGURA 8.2 Immagini relative la precipitazione cumulata dei tre giorni

FIGURA 8.3 Valori di precipitazione mensile per diversi livelli di probabilità di non superamento

FIGURA 8.4 Andamento pluviometrico medio mensile

FIGURA 9.1 Bacini frane più importanti zona Torrebelticino centro

FIGURA 9.2 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio centro e Torrebelticino zona alta

FIGURA 9.3 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio zona alta

FIGURA 9.4 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio zona alta

FIGURA 9.5 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio confine Recoaro Terme

FIGURA 9.6 Bacini frane più importanti zona Recoaro Terme

FIGURA 9.7 Bacini frane più importanti zona Recoaro Terme alta

FIGURA 10.1 Grafico area bacino frana e pendenze medie rilevate nelle frane campione

FIGURA 10.2 Grafico lunghezza canali presenti nei bacini e pendenze medie rilevate nelle frane campione

FIGURA 10.3 Grafico area bacino di frana e lunghezza canali presenti nei bacini nelle frane campione

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1.1 Classificazione delle frane

TABELLA 1.2 Scala di intensità delle frane basata sulla massa spostata

TABELLA 1.3 Scala di intensità delle frane basata sulla velocità e sul danno prodotto

TABELLA 7.1 Frane prima e dopo l'alluvione comune di Torrebelvicino

TABELLA 7.2 Frane prima e dopo l'alluvione comune di Valli del Pasubio

TABELLA 7.3 Frane prima e dopo l'alluvione comune di Recoaro Terme

TABELLA 8.1 Stazioni meteorologiche e relativi dati

TABELLA 9.1 Pendenza media delle frane maggiori nell'area di studio

TABELLA 9.2 Area e Perimetro dei bacini delle frane maggiori nell'area di studio

TABELLA 9.3 Lunghezza dei canali dei bacini delle frane maggiori nell'area di studio

TABELLA 10.1 Dati in sintesi Area Bacino frana e Pendenze medie

TABELLA 10.2 Dati in sintesi Lunghezza canali bacini frane e Pendenze medie

TABELLA 10.3 Dati in sintesi Area bacino frana e Lunghezza canali bacini frane

1. INTRODUZIONE

Sempre più spesso si sente parlare di alluvione dopo quella che ha colpito il territorio del Veneto nel Novembre del 2010, la quale ha portato danneggiamenti in vaste aree di tutte le province.

Questi fenomeni sono generati da perturbazioni che portano grandi quantitativi di pioggia e hanno una durata prolungata anomala.

Proprio nella zona dello studio si è notato come si siano sviluppati fenomeni idrologici e idrogeologici importanti ossia la formazione di onde di piena e di frane.

Con il termine frana si indicano tutti i fenomeni di movimento o caduta di materiale roccioso o sciolto dovuti alla rottura dell'equilibrio statico preesistente, ovvero all'effetto della forza di gravità che, agendo su di esso, supera le forze opposte di coesione del terreno.

Le frane possono dare luogo a profonde trasformazioni della superficie terrestre, e a causa della loro alta pericolosità, in alcune aree abitate, devono essere oggetto di attenti studi e monitoraggi. Lo scopo dello studio delle frane è quello di essere in grado di prevedere un loro movimento o comunque se non fosse possibile bloccare la discesa del materiale, tentare di deviarne o rallentarne la corsa tramite l'utilizzo di particolari strutture passive (frane molto fluide), oppure, nei casi "inoperabili", approntare piani di Protezione Civile finalizzati allo sgombero preventivo, temporaneo o definitivo.

Per frana o dissesto è da intendersi qualsiasi situazione di equilibrio instabile del suolo, del sottosuolo o di entrambi, compreso fenomeni di intensa erosione superficiale, o fenomeni franosi che interessano i pendii in profondità, tali movimenti sono controllati dalla gravità. I fattori o le cause che producono una frana o un movimento di massa sono molteplici e si distinguono in tre tipi:

- *cause predisponenti* (ovvero proprie dell'ambiente naturale): natura del terreno, litologia, giacitura, andamento topografico, acclività dei versanti, clima, precipitazioni, escursioni termiche, idrogeologia ecc.;
- *cause preparatrici*: disboscamento, piovosità, erosione delle acque, variazione del contenuto d'acqua, azioni antropiche ecc;
- *cause innescanti*: abbondanti piogge, erosione delle acque, terremoti, scavi e tagli ecc;

Spesso movimenti franosi sono conseguenza di situazioni di alto rischio idrogeologico se non di conclamato dissesto idrogeologico che combinano insieme fattori meteo-climatici, geologici e antropici.

1.1 Classificazione delle frane

Per classificare i vari tipi di frane generalmente ci si riferisce al tipo di materiale movimentato (che può essere suddiviso in materiale roccioso, detrito di falda e terreno sciolto) ed al tipo di movimento che il materiale segue. Queste due caratteristiche principali vengono poi integrate considerando anche altri aspetti come la velocità, l'entità del movimento e il contenuto d'acqua.

Una delle classificazioni più usate è quella proposta da Varnes nel 1978 e successivamente integrata da Cruden nel 1996. Questa classificazione suddivide le frane secondo 5 tipi di movimento e 3 classi di materiali.

TIPO DI MOVIMENTO		TIPO DI MATERIALE		
		Rocce	Terreni Grossolani	Terreni Fini
crolli (<i>falls</i>)		crolli di roccia	crolli di detrito	crolli di terra
ribaltamenti (<i>topples</i>)		ribaltamento di roccia	ribaltamento di detrito	ribaltamento di terra
scorrimenti (<i>slides</i>)	rotazionali	scorrimento rotazionale di roccia	scorrimento rotazionale di detrito	scorrimento rotazionale di terra
	traslazionali	scorrimento traslazionale di roccia	scorrimento traslazionale di detrito	scorrimento traslazionale di terra
espandimenti laterali (<i>lateral spreads</i>)		espandimenti laterali di roccia	espandimenti laterali di detrito	espandimenti laterali di terra
flussi (<i>flows</i>)		flussi di roccia (deformazioni gravitative profonde di versante)	flussi di detrito	flussi di terra
frane complesse/composite (<i>complex</i>)		combinazione di 2 o più tipi nello spazio e/o nel tempo		

TABELLA 1.1 Classificazione delle frane proposta da Varnes nel 1978 e successivamente integrata da Cruden nel 1996.

Frane di *crollò*: consistono nel distacco improvviso di grosse masse di roccia disposte su pareti molto ripide o scarpate; il movimento iniziale ha come componente principale la caduta verticale verso il basso. Il crollo si attua quando la resistenza al taglio del materiale lungo una superficie diventa minore del peso proprio del blocco di roccia o terreno identificato da tale superficie. Questi tipi di frane sono caratterizzati da un'estrema rapidità. Il deposito conseguente alla frana è un accumulo al piede del pendio di materiale di diversa dimensione e in funzione delle caratteristiche fisiche del versante si può verificare anche che blocchi di maggiori dimensioni si trovino a notevole distanza dal luogo del distacco., causa predisponente è l'esistenza di sistemi di fratturazione o scistosità: cause innescanti sono gli scuotimenti tellurici (terremoti), il "crioclastismo" (ghiaccio nelle fessure), la pioggia, lo sviluppo vegetale di apparati radicali, lo scalzamento del piede del versante ad opera dell'uomo o naturale (erosione).

Frane di *ribaltamento*: sono denominate ribaltamenti quelle frane in cui la forza di gravità, la pressione dell'acqua o la spinta dei blocchi adiacenti generino nel terreno o nella roccia un movimento rotazionale secondo un centro di rotazione posto al di sotto del baricentro della massa. Il tipo di deposito che genera è molto simile a quello dei crolli.

Frane di *scivolamento*: si dividono in base alle caratteristiche geometriche della superficie di scorrimento in movimenti per scivolamento planare o rotazionale:

- nel movimento *planare* avvengono principalmente su delle superfici discontinue già inclinate (superfici di strato in successione sedimentaria, di fratturazione o scistosità in rocce metamorfiche) e prevalentemente si verificano su pendii a franapoggio quando gli strati non si riescono a sostenere tramite l'attrito tra le due superfici;
- nel movimento *rotazionale* si verificano lungo superfici curve, concave verso l'alto, in materiali *coerenti* o *pseudocoerenti*, quando viene superata la resistenza al taglio degli stessi materiali.

Frane per espansione laterale: queste frane si realizzano in terreni dal particolare assetto geologico in cui materiali caratterizzati da un comportamento rigido sono sovrapposti a materiali dal comportamento plastico. L'espansione laterale è generata dal flusso del materiale plastico sottostante che provoca la progressiva fratturazione del materiale rigido sovrastante.

Frane per colamento: si definiscono colamenti quelle frane in cui la deformazione del materiale è continua lungo tutta la massa in movimento. Nel caso di colamenti in rocce non si può avere una visione immediata della superficie di frana, e oltretutto questi movimenti sono generalmente molto lenti e caratterizzati da processi di creep. I colamenti in terreni sciolti o detriti (earth flows) sono generalmente molto più facili da vedere in quanto la massa franata assume un aspetto molto simile a quello di un fluido ad alta viscosità. Queste frane si hanno in presenza di saturazione e successiva fluidificazione di masse siltoso-argillose in terreni di alterazione ad opera dell'acqua, la massa fangosa può anche coinvolgere nel suo movimento blocchi rocciosi di altra natura.

Smottamenti, si parla di piccole frane di tipo superficiale, composte principalmente di materiali incoerenti o resi tali dall'effetto dell'acqua.

Scorrimento-colata rapida di fango: queste avvengono durante prolungati periodi piovosi e si attivano, infine, in concomitanza di eventi meteorici record, è un tipo di frana molto liquida, ed ha origine all'interno del manto di copertura piroclastica (a) o comunque detritica giacente su substrato roccioso (b). a) **I terreni piroclastici (etimologia: fuoco - detrito)** si sono depositati nel corso dei secoli durante eruzioni vulcaniche, e in genere sono ancora giacenti su fianchi di apparato vulcanico. Lo scioglimento repentino delle nevi in quota - a causa di imminente eruzione - oppure piogge intense o prolungate, mobilizzano la coltre piroclastica creando un flusso "autoalimentante" che scorre verso valle a grande velocità, avendo massa molto densa fortemente erosiva. Sono famose le colate che si verificano su vulcani giapponesi, ma, soprattutto, su quelli centro americani.. Oppure si attivano in terreni vulcanici antichi ove siano presenti valli e fianchi vallivi. b) **Altri tipi di substrato possono essere i più vari: molto "produttivi sono - in Italia - i terreni terziari e quaternari di origine sedimentaria,** meno competenti e più facilmente alterabili in superficie. In assenza di piogge prolungate o ripetitive, o di periodi storici piovosi, la coltre di alterazione si

imposta in loco approfondendo verso il basso, a scapito degli strati superficiali "rocciosi" sottostanti. In Italia le colate di fango - meglio chiamate "Frane per saturazione e fluidificazione dei terreni detritici superficiali" sono normali nei versanti ad alta pendenza di Appennini e Alpi. In genere la frana inizia con un piccolo smottamento più a monte in corrispondenza di punti deboli (balze rocciose, strade, etc) che impatta sul versante di terreni saturi d'acqua che si mobilizzano e "scorrono" a valle con notevole energia. In genere la zona di "colata", a valle della nicchia di distacco, si imposta sulla superficie topografica naturale preesistente che funge da "piano di flusso". Quando la frazione liquida è predominante su quella solida il pendio attraversato si conserva integro con copertura erbosa intatta. In questi casi, e stante l'esistenza di condizioni geometriche ottimali, quali una sensibile lunghezza e pendenza del versante, la lunghezza totale della frana può essere di molte unità (5 - 10) superiore alla sua larghezza. La zona di accumulo, alla base del versante, è tipicamente in forma di ventaglio.

Questo per quanto riguarda il tipo di movimento, fare una stima del volume coinvolto nel movimento è difficile e quindi, solitamente, ci si basa su considerazioni morfologiche relative alla zona di distacco ed al deposito di frana, distinguendo le frane profonde, che generalmente coinvolgono volumi considerevoli, dalle frane superficiali, che generalmente coinvolgono volumi ridotti (Tabella 1.2).

Intensità (I)	Descrizione	Volume (m³)
2	Estremamente piccola	$< 5 \cdot 10^2$
2,5	Molto piccola	$5 \cdot 10^2 \div 5 \cdot 10^3$
3	Piccola	$5 \cdot 10^3 \div 5 \cdot 10^4$
4	Media	$5 \cdot 10^4 \div 2,5 \cdot 10^5$
5	Mediamente grande	$2,5 \cdot 10^5 \div 10^6$
6	Molto grande	$10^6 \div 5 \cdot 10^6$
7	Estremamente grande	$> 5 \cdot 10^6$

TABELLA 1.2 Scala di intensità delle frane basata sulla massa spostata (da Fell, 1994).

Le dimensioni e la velocità sono i principali parametri tramite i quali, comunemente, si cerca di stimare l'intensità di un fenomeno franoso. Fell, ad esempio, esprime l'intensità di una frana come il volume della massa spostata.

Nella tabella sottostante sono illustrate le diverse velocità di spostamento delle frane, correlate ai danni prodotti su persone e cose. Pur esistendo uno stretto legame tra velocità e tipo di frana, dobbiamo essere consapevoli che un certo tipo di frana può muoversi secondo un ampio intervallo di velocità, in virtù delle differenze di inclinazione del versante, del contenuto in acqua del materiale trasportato e della presenza di ostacoli quali la copertura boschiva (Tabella 1.3).

Classe	Descrizione	Velocità tipica	Osservazioni sui danni
I	Estremamente lento	6 mm/anno	Impercettibile senza strumenti di monitoraggio, costruzione di edifici possibile con precauzioni.
II	Molto lento	16 mm/anno	Alcune strutture permanenti possono essere danneggiate dal movimento.
III	Lento	1,6 m/anno	Possibilità di intraprendere i lavori di rinforzo e restauro durante il movimento
IV	Moderato	13 m/mese	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute.
V	Rapido	1,8 m/h	Evacuazione possibile; distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.
VI	Molto rapido	3 m/min	Perdita di vite umane, velocità troppo elevata per permettere l'evacuazione.
VII	Estremamente rapido	5 m/s	Catastrofe di eccezionale violenza, edifici distrutti per l'impatto del materiale spostato, molti morti.

TABELLA 1.3 Scala di intensità delle frane basata sulla velocità e sul danno prodotto
(da Cruden & Varnes, 1994, Australian Geomechanics Society, 2002)

2. QUADRO NORMATIVO

Le linee guida delle scelte di pianificazione che interessano il territorio fanno sempre riferimento ad una serie di normative a livello nazionale e regionale. Queste leggi risultano fondamentali per uniformare e coordinare gli interventi, in modo che le decisioni da prendere riguardo la salvaguardia dell'ambiente siano omogenee in tutto il territorio italiano.

Verranno ora descritte in ordine cronologico le diverse leggi presenti sia a livello nazionale che quelle in vigore al momento in Regione Veneto.

2.1 Normativa italiana

La legge fondamentale riguardo la difesa del suolo che era in vigore è la Legge 18 Maggio 1989, n. 183 recante il nome "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo". Nell'articolo 1 vengono illustrate le finalità di questa legge, il cui scopo è quello di "assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi". Per il conseguimento di queste finalità è previsto che la pubblica amministrazione svolga ogni opportuna azione di carattere conoscitivo, di programmazione e pianificazione degli interventi e di loro esecuzione.

Vengono istituite nei bacini idrografici di rilievo nazionale le Autorità di Bacino, con lo scopo di operare in conformità agli obiettivi della legge considerando i bacini come degli ecosistemi unitari. L'Autorità è costituita da 3 organi: il comitato istituzionale, il comitato tecnico e il segretario generale e la segreteria tecnico-operativa con lo scopo di adottare criteri e metodi per l'elaborazione del piano di bacino e di individuarne i tempi di adozione. Il punto cardine di questa legge è proprio la creazione del piano di bacino, che all'articolo 17 è definito come "lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato".

I criteri per la realizzazione del piano di bacino sono descritti all'interno del D.P.R. 18 luglio 1995; la redazione del piano di bacino si articola in tre fasi, che vanno realizzate non necessariamente in sequenza ma correlate tra di loro in un processo interattivo.

La prima fase é lo stato delle conoscenze ed ha lo scopo di raccogliere e riordinare le conoscenze esistenti sul bacino, al fine di renderle disponibili a tutti gli Enti locali; questa é suddivisa nelle seguenti parti:

Descrizione dell'ambiente fisico:

- individuazione del bacino;
- morfologia, geologia, pedologia ed idrogeologia del bacino, uso del suolo;
- climatologia e idrologia;
- sedimentologia e trasporto solido.

Normativa e caratterizzazione delle ripartizioni amministrative.

Descrizione dell'ambiente antropico (stato di fatto).

Utilizzo delle acque.

Censimento degli scarichi nei corpi idrici.

Stato di qualità delle acque.

Censimento delle opere di difesa del territorio.

La seconda fase é quella che individua le condizioni di squilibrio ossia quelle situazioni, manifeste o prevedibili, nelle quali lo stato attuale del territorio presenta condizioni di rischio e/o di degrado ambientale negative per la vita e lo sviluppo delle popolazioni interessate costituendo, al tempo stesso, motivo di intervento ad opera della preposta autorità. Queste condizioni di squilibrio riguardano l'ambito della risorsa idrica, del suolo, dell'ambiente acquatico, le attività estrattive, gli insediamenti e le situazioni a rischio idraulico, geologico e sismico.

La terza fase comprende le azioni propositive, quindi prevede la progettazione, a livello di fattibilità, di sistemi di opere di difesa del suolo, forestali, infrastrutturali (interventi strutturali), e di provvedimenti normativi ed amministrativi (interventi non strutturali), necessari per risolvere le singole situazioni di squilibrio.

Nel Maggio 1998 vaste aree della Regione Campania a causa della scarsa applicazione della legge 183/89, vengono colpite da un evento calamitoso a grande scala. Il Governo decide di emanare il D.L. 11 Giugno 1998, n.180, convertito, con modificazioni, nella L. 3 agosto 1998, n.267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore della zona colpita da disastri franosi nella

Regione Campania". Questa legge prevede, all'articolo 1, che le Autorità di Bacino nazionale e interregionale adottino, se non é già presente, un piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) che contenga in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio drogeologico. Il PAI é perciò uno stralcio del piano di bacino, il quale viene istituito per velocizzare la stesura degli strumenti più urgenti previsti anche dal più esteso piano di bacino.

Le direttive per la creazione del PAI sono previste nel D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui Il'art.1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 Giugno 1998, n.180". All'articolo 1 comma 2 viene definita quella che é la valutazione del rischio dipendente da fenomeni di carattere naturale.

Il rischio viene così definito come prodotto di tre fattori:

1. Pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso;

2. Valore degli elementi a rischio, intesi come:

- agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;

- aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;

- le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;

- il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;

- le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

3. Vulnerabilità degli elementi a rischio, che dipende sia dalla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, sia dall'intensità dell'evento stesso.

La attività sono articolate in tre fasi corrispondenti ai diversi livelli di approfondimento:

1. individuazione delle aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso l'acquisizione delle informazioni disponibili sullo stato del dissesto;

2. perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione delle conseguenti misure di salvaguardia;

3. programmazione della mitigazione del rischio.

Nella prima fase dovranno essere individuati, in apposita cartografia con scala non inferiore a 1:100.000, i tronchi di rete idrografica per i quali dovrà essere eseguita la perimetrazione delle aree a rischio. Per ciascun tronco fluviale deve essere individuata la tipologia del punto di possibile crisi, le caratteristiche idrauliche degli eventi, le piene dei corsi d'acqua maggiori,

la descrizione sommaria del sito e la tipologia dei beni a rischio, le informazioni sugli eventi calamitosi del passato e i dati idrologici e topografici già eseguiti da utilizzare nelle successive fasi di elaborazione.

La seconda fase deve portare alla perimetrazione delle aree a rischio idraulico con rappresentazione su cartografia in scala non inferiore a 1:25.000; il territorio sarà così suddiviso in tre diverse aree:

- aree ad alta probabilità di inondazione (tempo di ritorno “Tr” circa 25-50 anni); - aree a moderata probabilità di inondazione (tempo di ritorno “Tr” circa 100-200 anni); - aree a bassa probabilità di inondazione (tempo di ritorno “Tr” circa 300-500 anni).

In assenza di adeguati studi idraulici ed idrogeologici, l’individuazione delle aree può essere condotta con metodi speditivi, anche estrapolando da informazioni storiche oppure con criteri geomorfologici e ambientali.

Nella cartografia con scala minima 1:25.000 e con l’ausilio delle foto aeree, dovrà essere individuata la presenza degli elementi infrastrutturali a rischio come le attività antropiche e il patrimonio ambientale che risultano vulnerabili da eventi idraulici, in questo modo si costruisce la carta degli insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale. Con una sovrapposizione dei dati ottenuti dalla carta delle aree inondabili e dalla carta degli insediamenti e del patrimonio ambientale, risulta possibile una prima perimetrazione delle aree a rischio e valutare le differenti aree a rischio per stabilire le misure più urgenti di prevenzione e le misure di salvaguardia.

Vengono quindi definite quattro classi di rischio, con il valore crescente in base all’aumento del rischio:

- moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;*
- medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l’incolumità delle persone, l’agilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;*
- elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l’incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l’interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;*
- molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.*

La terza fase é quella in cui, grazie all’analisi e elaborazione sia grafica che numerica dei dati

precedentemente ricavati, si individua la tipologia di interventi da realizzare per la mitigazione e rimozione dello stato di rischio.

Gli eventi alluvionali che hanno colpito varie regioni italiane nei primi mesi del 1999, hanno costretto il Governo ad emanare il D.L. 13 Maggio 1999, n.132 convertito, con modificazioni, nella L. 13 luglio 1999, n.226, recanti interventi urgenti in materia di protezione civile. La legge ribadisce nuovamente la creazione, da parte delle autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini, di piani stralcio all'interno del piano di bacino per l'assetto idrogeologico. In particolare evidenzia come devono essere individuate le aree a rischio idrogeologico e che vengano perimetrare le aree da sottoporre a misure di salvaguardia.

In seguito all'ennesimo evento calamitoso avvenuto in Regione Calabria, il Governo emette il D.L. 12 Ottobre 2000, n.279 convertito in L.11 dicembre 2000, n.365 con il quale sono integrati in modo significativo gli effetti e il procedimento di formazione del piano stralcio, le cui date di adozione e approvazione sono anticipate di due mesi rispetto a quanto decretato nel D.P.C.M. del 29 settembre 1999 (rispettivamente 30 Aprile 2001 e 31 Ottobre 2001).

L'ultima legge nazionale, in ordine cronologico, che è stata promulgata è il Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n.152 dal nome "Norme in materia ambientale" che si pone come obiettivo primario (art.2) la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Nella parte terza della legge, dal nome "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche", sono presenti quelle disposizioni di legge volte ad assicurare la tutela ed il risanamento del suolo e del sottosuolo e il risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto.

All'articolo 63 la legge prevede l'abolizione delle Autorità di Bacino previste dalla precedente legge 18 Maggio 1989, n.183, che verranno sostituite a partire dal 30 Aprile 2006 dalle Autorità di Bacino Distrettuale composte da: la Conferenza istituzionale permanente, il Segretario generale, la Segreteria tecnico-operativa e la Conferenza operativa dei servizi. La Conferenza istituzionale permanente è composta dal Segretario generale dell'Autorità di bacino, dai Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio, delle infrastrutture e dei trasporti, delle attività produttive, delle politiche agricole e forestali, per la funzione

pubblica, per i beni e le attività culturali, dai Presidenti delle regioni e delle province interessate e da un delegato della protezione civile. All'interno di questa conferenza istituzionale si adottano i criteri per l'elaborazione del piano di bacino, se ne individuano i tempi di attuazione, si definisce quali componenti del piano siano di competenza regionale o comunale, si adotta il piano e se ne controlla l'attuazione degli schemi previsionali e programmatici.

In particolare per la zona del Veneto viene istituita l'Autorità di Bacino Alto Adriatico all'interno del distretto idrografico delle Alpi Orientali.

Per quanto riguarda la prevenzione a livello di rischio idrogeologico, come nelle precedenti leggi, all'articolo 67 vengono definite le norme per la definizione del PAI (piano stralcio per l'assetto idrogeologico) che contiene in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure medesime. Questi piani stralcio non sono sottoposti a valutazione ambientale strategica (VAS) e la loro adozione deve avvenire non oltre sei mesi dalla data di adozione del relativo progetto di piano.

L'entrata in vigore del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n.152, ha abrogato le norme all'interno della legge 18 Maggio 1989, n.183; l'articolo 1 del decreto legge 11 Giugno 1998, n.180 convertito, con modificazioni dalla legge 3 agosto 1998, n.267 e l'articolo 1-bis del decreto legge 12 Ottobre 2000, n.279 convertito, con modificazioni dalla legge 11 Ottobre 2000, n.365.

3. CAUSE DEI MOVIMENTI DI VERSANTE E TECNICHE DI RIPRISTINO DEI FRONTI FRANOSI

I movimenti di versante avvengono a causa dei fenomeni in grado di modificare le forze interne ed esterne agenti sul terreno o sull'ammasso roccioso. I fattori si possono dividere in condizionanti e innescanti. I primi sono la forma del rilievo, la natura e la struttura del terreno, i secondi sono fattori esterni che influenzano la stabilità. Tra i fattori condizionanti troviamo quindi la geometria del rilievo, la litologia, la struttura geologica e l'assetto strutturale, le proprietà meccaniche e il grado di alterazione dei materiali ed infine la presenza di vegetazione. Tra i fattori scatenanti troviamo le precipitazioni e i cambiamenti delle condizioni idrologiche e idrauliche, la variazione dei carichi statici o dinamici, la variazione della geometria dei pendii, l'erosione e l'azione climatica.

In ogni caso la rottura del materiale secondo una data superficie indica che lungo quella superficie gli sforzi agenti, che tendono a far muovere la massa, sono maggiori degli sforzi reagenti, che invece tendono a bloccarla. Di conseguenza è possibile suddividere le cause delle frane in fattori che aumentano gli sforzi agenti e fattori che diminuiscono quelli reagenti.

I fattori che determinano un aumento degli sforzi agenti possono essere suddivisi in:

- fattori che asportano il materiale (erosione al piede, attività di scavo al piede, rimozione di opere di sostegno al piede);
- fattori che creano un aumento di carico (saturazione ad opera di piogge intense, sovraccarico alla sommità, aumento della pressione dell'acqua);
- fattori che riducono il supporto sotterraneo (dissoluzione chimica di rocce sotterranee, attività mineraria);
- fattori che esercitano sforzi transitori sul terreno (attività sismica o vulcanica, esplosioni, sovraccarico dovuto al traffico stradale).

I fattori che generano una ridotta capacità portante del materiale si suddividono in:

- fattori intrinseci (natura dei terreni, disposizione e rotondità dei granuli, caratteristiche geometriche di eventuali piani di discontinuità, orientazione del pendio);

- fattori esterni (sollecitazioni transitorie, alterazione chimico-fisica dei materiali, variazioni del contenuto d'acqua).

3.1 Il dissesto nelle zone montane

Il dissesto idrogeologico si manifesta prevalentemente con fenomeni di instabilità dovuti all'azione dell'acqua: questa agisce mediante azioni di erosione superficiale, o innescando frane mediante scalzamento al piede dei versanti, o favorendo lo scivolamento di nicchie di distacco.

Le sistemazioni idraulico forestali raggruppano pertanto quegli interventi atti a difendere il suolo dall'erosione e dall'instabilità in genere.

Livelli di intervento:

- prevalentemente preventivo: mantenimento dell'efficienza funzionale del bosco;
- più prettamente tecnico-idraulico: esecuzione di opere di difesa.

Obiettivi:

- la difesa del suolo, attraverso la stabilizzazione dei versanti, il miglioramento dei boschi, la regolazione delle acque superficiali ed il rinsaldamento dei terreni franosi;
- la manutenzione e la correzione degli alvei torrentizi con interventi atti ad evitare l'erosione del fondo e delle sponde;
- l'attenuazione del trasporto solido.

Criteri d'intervento e tipologie delle opere

In relazione al tipo di dissesto, alla sua gravità e all'eventuale rischio per la pubblica incolumità sono ipotizzabili diverse modalità di intervento e quindi diverse tipologie di opere

3.2 Tecniche di sistemazione piu' utilizzate

Monitoraggio delle Frane

Il monitoraggio delle frane ha come obiettivi:

- La profondità e la superficie del movimento franoso per valutarne il volume;
- L'eventuale esistenza di movimenti in atto e la loro collocazione spazio-temporale;
- Il controllo degli aspetti idrogeologici della frana.

Un monitoraggio attento e continuo può essere molto proficuo dal punto di vista della gestione del rischio nell'ambito della protezione civile.

Attraverso la strumentazione geotecnica è possibile valutare:

- l'apertura delle fratture (tramite estensimetri, fessurimetri, distometri, mire ottiche);
- la superficie di scivolamento, movimenti profondi e deformazioni (con tubi inclinometrici, inclinometri fissi, sistemi trivec ed increx, T.D.R. ed estensimetri di profondità);
- il livello piezometrico della falda (attraverso i piezometri).

Ulteriori strumenti per il monitoraggio dei movimenti franosi sono:

- GPS, Interferometria SAR Terrestre (TInSAR) e sistemi topografici (si installano una serie di pilastri in calcestruzzo sul corpo della frana per poi valutarne gli spostamenti relativi) i quali forniscono informazioni sui movimenti superficiali della frana;
- radiazione infrarossa per valutare il grado di umidità del terreno e quindi controllare la situazione idrogeologica.

Interventi di prevenzione

Per evitare di innescare i movimenti franosi è necessario porre attenzione alle aree a rischio ed osservare alcuni accorgimenti:

- evitare costruzioni e sovraccarichi sul coronamento del corpo di frana o comunque nella sua parte superiore, in quanto questo appesantisce il terreno sottostante e lo rende instabile facilitandone lo scivolamento;
- evitare di effettuare sbancamenti o scavi nella parte inferiore del corpo della frana perché questo elimina una parte consistente del terreno resistente alla frana.

In ogni caso all'atto della progettazione di un'opera in prossimità di un pendio è necessaria la valutazione della stabilità globale del pendio stesso.

Uno dei metodi utilizzati per proteggere le strutture e la popolazione a valle di un pendio roccioso a rischio di frana sono reti, rilevati e barriere paramassi, interventi passivi in grado di frenare i blocchi in movimento ed evitare che questi raggiungano le strutture sottostanti.

Per aumentare il fattore di sicurezza in un'area a rischio frana si possono progettare interventi attivi di vario tipo. Fondamentalmente si distinguono questi interventi in interventi che diminuiscono gli sforzi di taglio che il materiale deve mobilitare per mantenersi in equilibrio ed interventi che aumentino le caratteristiche di resistenza al taglio del materiale.

Sistemazioni Idraulico-Forestali

Questa disciplina fa agire in sinergia provvedimenti estensivi/forestali con provvedimenti idraulici più strutturali e si avvale anche di criteri di ricostruzione morfologica per il ripristino della stabilità e naturalità dei corsi d'acqua montani, e con dall'ausilio dell'ingegneria naturalistica per sponde di corsi d'acqua e pendii.

I principi guida che sostengono la materia sono:

- integralità, approccio unitario alla sistemazione del bacino, bilanciando gli interventi intensivi ed estensivi;
- gradualità che consente di dosare nel tempo gli interventi concependo in modo dinamico la sistemazione;

-continuità che consente di presidiare nel tempo il bacino, monitorando l'evoluzione e mantenendo le opere.

Opere estensive

Sono di carattere selvicolturale, cioè legate al bosco, sono diffuse sui versanti o su un intero bacino idrografico. Il fattore in cui si riassume l'efficacia della foresta è il suolo.

Potere regimante del bosco: azione moderatrice favorendo l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e impedendo il deflusso superficiale incontrollato.

Azioni:

- penetrazione rapida dell'acqua nel terreno;
- convogliamento verso valle a velocità rallentata dell'acqua infiltratasi per opera del deflusso obliquo;
- concentramento ritardato delle masse d'acqua;
- decapitazione delle punte di piena.

Interventi di manutenzione degli alvei

servono a ripristinare la normale sezione di deflusso dei corsi d'acqua o, più in generale, la funzionalità del reticolo idraulico superficiale.

Ricordandosi che la manutenzione delle opere è la prima misura di prevenzione del pericolo idrogeologico.

Opere intensive:

Sono di carattere tecnico ingegneristico e costituiscono interventi circoscritti e localizzati per lo più negli alvei.

Ingegneria Naturalistica

Le differenze rispetto alle tecniche classiche (ingegneristiche) consistono nella metodologia d'intervento e nei materiali utilizzati.

L'ingegneria naturalistica prevede l'uso di piante o parti di esse per il consolidamento dei suoli e per frenare l'azione erosiva dell'acqua. Gli altri materiali usati come supporto alle piante sono: legno, pietrame, terra, reti di iuta e altre fibre vegetali.

L'ingegneria naturalistica non sempre è applicabile, pertanto, a seconda delle situazioni, si interviene con sistemazioni di tipo classico-strutturale. In tutti i casi i due criteri "naturalistico morfologico" e "classico- strutturale" non sono in antitesi, ma possono spesso coesistere ed integrarsi.

Tecniche di modellamento e riprofilatura del terreno

Le operazioni preliminari sono necessarie e fondamentali sia per la messa in sicurezza del cantiere da ulteriori dissesti, al fine della realizzazione dei lavori previsti, sia per la riuscita nel tempo delle opere stesse e consistono della riprofilatura e rimodellamento di versanti e scarpate.

Il rimodellamento dei pendii che sono stati oggetto di eventi franosi deve essere sempre previsto, mediante operazioni di scavo e riporto al fine di rendere possibili i successivi lavori di recupero dell'area di intervento, con l'ottenimento di una morfologia ottimale del sito sotto il profilo paesaggistico.

La ricostruzione del profilo di un versante ha come scopo il raggiungimento delle condizioni di equilibrio, sconvolte da eventi franosi o da fenomeni di erosione, essenzialmente mediante una operazione di scavo e/o riporto, fino ad ottenere la configurazione progettata.

Inerbimenti

Gli inerbimenti hanno lo scopo di:

- stabilizzare il terreno, attraverso l'azione consolidante degli apparati radicali;
- proteggere il terreno dall'erosione superficiale dovuta all'azione battente delle precipitazioni e dal ruscellamento superficiale;
- ricostruire la vegetazione e le condizioni di fertilità.

Geosintetici e fibre naturali

Negli interventi di Ingegneria Naturalistica l'uso di geosintetici assume diverse funzioni: rinforzo dei terreni, filtro, drenaggio, protezione dall'erosione, ma anche supporto allo sviluppo della vegetazione nella fase iniziale di crescita.

I geosintetici si dividono in:

- geotessili;
- geomembrane : prodotti correlati: georeti, geogriglie, geostuoie, reti in fibra naturale ecc.

Canalizzazioni

Di diffuso utilizzo sono le canalette metalliche aperte, in lamiera di acciaio corrugata e zincata, di forma semicircolare, ancorate al suolo mediante tirafondi.

Nei casi dove la capacità di trasporto solido non è elevata, si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezoidale.

In altri casi, caratterizzati da pendenze e velocità di deflusso non elevate, possono essere realizzate canalizzazioni in terra, effettuando uno scavo avente sagoma trapezoidale e disponendo opportunamente geosintetici antierosivi a protezione dello stesso.

L'impiego di canalette costruite con tavole di legno è in genere previsto per la raccolta e lo smaltimento di acque provenienti da altri sistemi di drenaggio.

Sistemi drenanti

I sistemi drenanti su un versante sono rappresentati dall'insieme delle opere funzionali a intercettare le acque di infiltrazione del sottosuolo e a recapitarle, lungo vie ben definite o linee preferenziali di deflusso ai collettori naturali, questi sono:

- Trincea drenante: è costituita da uno scavo, di dimensioni assai variabili (da 1 ad alcuni metri), che viene eseguito con ragno meccanico o con escavatori cingolati.

- Cuneo filtrante: consiste in un'opera in legname destinata ad intercettare la superficie di affioramento delle acque e a convogliare la portata effluente mediante -un collettore posto alla base dell'opera stessa.
- Drenaggio con fascinate: lo scavo, di profondità variabile, può essere eseguito a mano o con mezzi meccanici; sul fondo dello scavo viene posto un tubo in polietilene microfessurato di adeguato diametro, eventualmente rivestito da geotessile TNT (tessuto non tessuto).

Opere in legname

Palificate semplici: sono opere di contenimento superficiale da impiegare nella sistemazione di scarpate in frana, allo scopo di stabilizzarne il terreno coinvolto. Per la costruzione di una palificata semplice si utilizza fundamentalmente scortecciato idoneo e durabile di latifolia o conifera di diametro minimo 20 cm, disposto perpendicolarmente alla linea di massima pendenza, legato e fissato a valle da picchetti (pilotti) in legno o profilati o tondini in acciaio ad aderenza migliorata, per profondità variabili da 1,5 a 2 m con densità di circa 3 pilotti al metro lineare. Le palificate possono essere disposte a formare linee continue sul versante, distanziate di 2 – 4 m, oppure a linee alterne, a scacchiera.

Palificate vive di sostegno a una parete: costituiscono una evoluzione delle palificate semplici data dall'inserimento di pali trasversali (traversi) tra i pali orizzontali sovrapposti (correnti). Anche queste strutture sono ancorate alla base da pali in legno o tondini in acciaio ad aderenza migliorata. Il toname utilizzato, di legno idoneo e durabile di latifolia o conifera, ha diametro di 20 – 25 cm. L'elevazione di questa struttura consente il recupero di quote maggiori rispetto alla palificata semplice e, rispetto alle palificate di sostegno a doppia parete, richiede un minore volume di sbancamento.

Palificate vive di sostegno a doppia parete: sono strutture autoportanti utilizzate di regola nella ricostruzione di versanti che sono stati interessati da fenomeni franosi. Questa è un manufatto a gravità, costituito da una sorta di cassone in pali di legno a struttura cellulare, riempita di materiale inerte e di materiale vegetale. Lo spessore minimo della struttura è dell'ordine del metro, per un'altezza che non supera il doppio della base, anche in strutture a parametro inclinato.

Grate vive

Le grate vive in legname rappresentano una valida tecnica di sistemazione di scarpate, anche in casi di elevate pendenze e non siano possibili interventi di rimodellamento del pendio per ridurne l'inclinazione. La struttura è costituita da una serie di tronchi verticali, aderenti alla scarpata, e distanziati tra loro da 1 o 2 m.

Il fondame utilizzato, di legno idoneo e durabile di latifolia o conifera, scortecciato ed eventualmente impregnato, ha diametro di 20-25 cm. La grata può poggiare direttamente sul terreno, oppure su opere di sostegno quali palificate a doppia parete o muri in pietrame.

Interventi per la riduzione della resistenza a taglio mobilitata

Gli interventi principali per ridurre la resistenza a taglio mobilitata, e quindi per far sì che ci sia sempre una differenza accettabile tra questi e la resistenza a taglio massima del materiale, sono:

- *Sbancamenti*: opere di scavo eseguite a monte della massa di terreno a rischio; in fase di progettazione e decisione di questi interventi bisogna sempre tenere in considerazione che uno sbancamento se da un lato aumenta il fattore di sicurezza a valle dell'intervento lo diminuisce a monte;
- *Riprofilature*: riduzione dell'inclinazione del pendio per mezzo dell'allontanamento di materiale e quindi costruendone artificialmente il profilo (che può essere con angolazione costante o a gradoni);
- *Allontanamento di massi pericolanti*: si può pensare di intervenire su un versante allontanandone le parti più pericolose e più difficilmente stabilizzabili, come dei blocchi pericolanti, facendo però attenzione che l'intervento per rimuoverli non sia di danno al resto del versante (come può avvenire facilmente ad esempio utilizzando dell'esplosivo);
- *Riduzione dell'erosione al piede del versante da parte dei corsi d'acqua*: questi interventi sono finalizzati a ridurre l'effetto dannoso che ha l'erosione nei confronti della stabilità del pendio; tali interventi possono essere:

- *opere longitudinali*, cioè scogliere lungo le rive del fiume che rinforzano il piede del pendio rinforzandolo e diminuendone l'erosione progressiva;
- *opere trasversali*, cioè perpendicolari al flusso dell'acqua, in grado di allontanare il flusso della corrente dal piede del versante (repellenti), diminuire la velocità della corrente in prossimità della zona a rischio (briglie di consolidamento e soglie), arrestare il materiale trasportato dalla corrente al piede del pendio (briglie di trattenuta) o diminuire l'attività erosiva sul fondo dell'alveo (cunette di fondo);
- *Opere di sostegno al piede del versante*, cioè la costruzione di rilevati in grado di sorreggere il pendio sovrastante; questi rilevati possono essere rigidi o flessibili a seconda del comportamento che hanno in relazione alle deformazioni;
- *Sistemazioni idraulico-forestali di versante*, che si dividono in:
 - *rimboschimento*: dal momento che gli apparati radicali delle piante sono in grado di conferire al terreno maggiore coesione e resistenza agli sforzi di taglio, è possibile utilizzare questa tecnica per prevenire fenomeni franosi;
 - *opere di drenaggio superficiale*, cioè quelle opere in grado di allontanare l'acqua piovana che andrebbe ad erodere il terreno; alcuni esempi sono le canalette superficiali (canali disposti lungo la linea di massima pendenza sul corpo della frana) e i fossi di guardia (fossi longitudinali alla frana posti immediatamente sopra la parte superiore);
 - *opere di drenaggio profondo*, in grado di allontanare l'acqua nel sottosuolo; interventi di questo tipo sono trincee, pozzi e gallerie drenanti.

In caso di terreni rocciosi si può intervenire anche con tiranti, bulloni o chiodi infissi nella roccia che quindi possano sostenere la massa.

4. INQUADRAMENTO DEL BACINO IDROGEOGRAFICO

(Sede delle frane analizzate)

Il bacino del torrente Leogra, è localizzato nell'area nord occidentale della provincia di Vicenza. Le sorgenti del torrente sono riconducibili al versante meridionale della Cima Palon contrafforte del Massiccio del Monte Pasubio, da cui solca la val Canale, riversandosi successivamente lungo la val Leogra, valle del vicentino che prende il nome dal torrente omonimo. Il torrente attraversa quindi i comuni di Valli del Pasubio e di Torrebelvicino raccogliendo lungo il suo percorso le acque di molte valli laterali prima di aprirsi nella pianura vicentina presso Schio.

La sezione di chiusura del bacino idrografico in analisi, è stata individuata a valle della confluenza con il torrente Gogna, ad una quota altimetrica pari a 208 m, più precisamente coincidente con il confine amministrativo tra i comuni di Schio e Torrebelvicino.

Il bacino idrico di riferimento è quello del Leogra - Timonchio, facente parte dell'area scolante del più ampio bacino idrografico del Bacchiglione.

L'area è orograficamente limitata al confine nord occidentale, dal massiccio del Pasubio, il cui crinale principale si sviluppa dalla Cima Palon (2239 m), e proseguendo verso sud sino valico alpino del Pian delle Fugazze (1163 m). Lungo la medesima direttrice, quale confine tra le regioni del Veneto e del Trentino Alto Adige, lo spartiacque è costituito dalla Catena del Sengio Alto, dove tra le principali alture individuiamo in ordine successivo: Il Cornetto (1899 m), I Tre Apostoli, il Baffelan (1793 m) e la Sisilla (1621 m).

Sempre dal confine nord occidentale, il gruppo del Pasubio, si protende verso est con una lunga dorsale montuosa, che separa la conca della val Leogra dalla valle del Posina, localizzata più a nord, individuando lo spartiacque settentrionale del bacino. Continuando quindi lungo questa ulteriore direttrice ovest-est, il confine orografico del bacino si protrae nel gruppo del Novegno, separato dal Pasubio dal passo di Xomo (1016 m) e dal colletto di Posina. Il gruppo del Novegno, divide invece la val Leogra dalla val d'Astico e comprende oltre all'erbosa cima Novegno (1548 m), anche Cima Alta, il Priaforà, il monte Giove e il monte Rivon, massima elevazione del gruppo (1691 m). La parte meridionale del bacino è invece delimitata da altri rilievi che dividono la val Leogra dalla valle dell'Agno, rispettivamente si susseguono da ovest verso est: Cima Campogrosso (1502 m), Cima

Postal (1530 m), Cima Buse Scure (1562 m), Punta Lovaresta (1942 m) e Punta delle Losche (1860 m). Nella figura 4.1 si riporta l'ortofoto con i limiti del bacino, la cui superficie è pari a 95 km²

Il torrente Agno è un corso d' acqua della provincia di Vicenza.

Si forma ai piedi del gruppo del Carega, in comune di Recoaro Terme, dall' unione di numerosi ruscelli (Rotolon, Agno di Lora, ecc.) Attraversa la valle omonima bagnando i centri di Recoaro Terme, Valdagno, Cornedo Vicentino, Brogliano, Trissino.

Presso Tezze di Arzignano si unisce al torrente Restena per formare il Guà.

La zona della sorgente dell' Agno è particolarmente franosa a causa della falda sotterranea e assume per questo il nome di Rotolon. Nel suo corso da Recoaro Terme a Trissino, circa 25 chilometri, è racchiusa da argini piuttosto stretti. Solo dopo Trissino il suo letto si allarga in una zona che è anche area faunistica del WWF.

Pur nascendo in una delle zone più piovose del Veneto, come la conca di Recoaro Terme, lungo il suo corso, l' Agno – Guà assume spesso regime torrentizio, con secche estive dovute all' utilizzo agricolo e industriale delle sue acque nella valle omonima, in particolare nei centri di Valdagno e Cornedo Vicentino la cui area è di 95 km² .

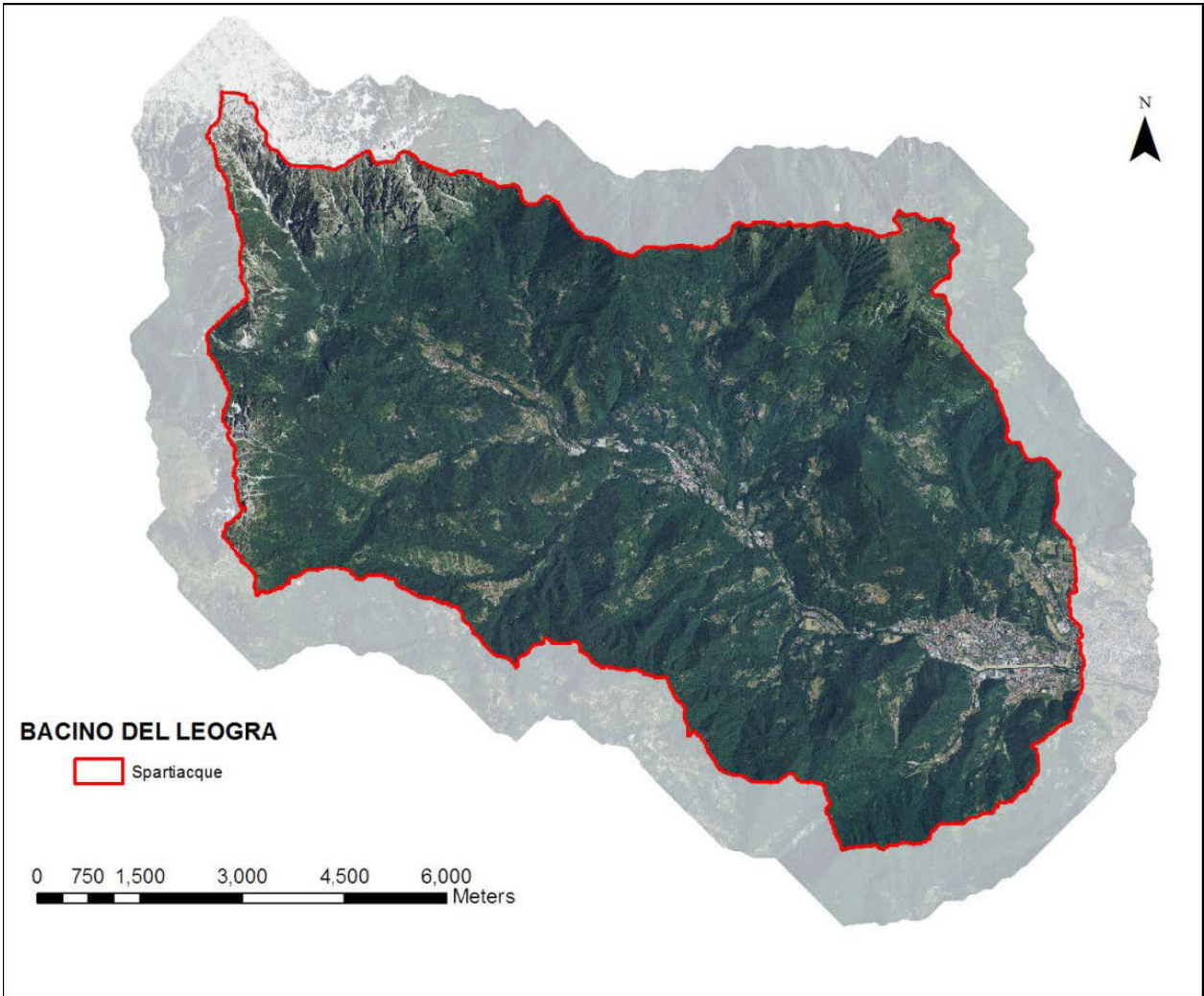


FIGURA 4.1 Bacino del t. Leogra

5. INFORMAZIONI GEOLOGICHE

La catena Alpina delle Piccole Dolomiti e il massiccio del Pasubio, molto simili per caratteristiche geologiche alle Dolomiti, appartengono all'unità tettonica riconducibile alle Alpi Meridionali.

Nel corso dell'orogenesi alpina, l'area in questione ha avuto un'evoluzione del tutto particolare, infatti questo territorio giaceva in condizioni completamente diverse da quelle attuali, sul fondo del cosiddetto Mare di Tetide che separava il continente africano da quello europeo. Sul fondo del mare, oggetto di intense variazioni verticali causate dall'urto o dell'allontanamento delle zolle continentali, si accumularono ingenti quantità di sedimenti, di materiali vulcanici e di resti di animali e vegetali. Con i successivi processi di compressione e naturale cementazione, tali sedimenti, in un lunghissimo periodo di tempo, formarono innumerevoli strati rocciosi ordinatamente sovrapposti l'uno sull'altro. Solo 5 milioni di anni fa, le fasi finali del processo del corrugamento alpino provocato dall'urto della zolla continentale africana contro quella europea, determinarono la lentissima emersione dei fondali marini e delle stratificazioni rocciose, formando l'attuale complesso collinare spezzato da faglie, inciso da valli e coronato da paleofrane.

L'evoluzione geologica dell'Alto Vicentino è inoltre strettamente legata alla presenza nel materasso quaternario delle conoidi alluvionali ghiaiose. Si tratta di estese strutture a ventaglio depositate dai fiumi in tempi diversi, quando il loro regime era differente da quello attuale e improntato da portate molto più elevate, conseguenti allo scioglimento dei ghiacciai. I corsi d'acqua, che lungo il percorso montano avevano potuto caricarsi di ingenti quantità di materiale solido, allo sbocco della valle nella pianura depositavano bruscamente le loro alluvioni per la diminuita pendenza, formando un sottosuolo interamente ghiaioso per tutto lo spessore del materasso alluvionale, caratterizzante l'odierna stratigrafia dell'alta pianura vicentina.

Analizzando più nel dettaglio la diversificata struttura litologica del bacino da noi preso in considerazione è evidente, nell'area limitrofa alla sezione di chiusura, l'ampio deposito ghiaioso, caratterizzato da una certa abbondanza di ciottoli scistosi, porfirici, basaltici e talora arenacei strettamente correlati con le diverse rocce affioranti nel bacino di tipo metamorfico ed eruttivo. Altri depositi sono riscontrabili anche a quote medie del bacino, nella maggior parte dei casi coincidenti con l'impluvio, lungo l'asta principale del torrente.

La parte centrale dell'area è caratterizzata invece dall'elevata presenza di *filladi*, di formazione paleozoica, riconducibili al periodo pre-carbonifero, classificabili come *sequenze metamorfiche di*

Agordo e Comelico, le quali sono riscontrabili in molte zone del basamento cristallino delle Alpi meridionali. Questo è un tipo di roccia metamorfica a grana fine, che solitamente si forma da sedimenti pelitici, nel corso di metamorfismi caratterizzati da moderate pressioni e basse temperature.

Come si evince dalla carta geologica disponibile sul sito della regione Veneto, nella parte nord-occidentale è rappresentata un'ampia area caratterizzata dalla presenza di *Dolomia principale*. Quest'area coincide con le pendici del massiccio del Pasubio, caratterizzato da questa roccia sedimentaria carbonatica costituita in prevalenza da minerale dolomia. Altre ampie aree caratterizzate dalla medesima formazione rocciosa sono individuabili in corrispondenza del Novegno localizzato nella parte nord-occidentale del bacino e a sud est in corrispondenza del monte Scandolara. Associate alla Dolomia principale, a quote medio alte, riscontriamo anche la presenza di rocce costituite da dolomia e calcare, conosciute come *formazione di Werfen*, una successione sedimentaria risalente al triassico inferiore, costituita da depositi carbonatici, terrigeni e misti di colore assai vario. Altre tipologie di dolomia riscontrabili sulle pendici delle alture delimitanti il bacino, derivano da formazioni carbonatiche, terrigene e vulcano plastiche (*Dolomia Cassiana, Dolomia dello Sciliar, Dolomia del Serla Superiore*).

A quote altimetriche subito inferiori rispetto alla Dolomia, è spesso individuabile la presenza di Arenaria, meglio classificata come *Arenaria della Val Gardena*. Questa è una roccia sedimentaria composta di granuli dalle dimensioni medie di una sabbia, che ne determinano la composizione di colore rosso vinato, talvolta giallofeldspatico-quarzosa, prevalente megnole o grigiastre.

Al di sotto delle scoscese pendici sono inoltre individuabili aree formate da depositi morenici, eluviali, colluviali, detritici e di frana, riferibili al periodo geologico più recente, identificato come il quaternario. La più ampia area caratterizzata da queste forme deposizionali, è localizzata nella parte orientale del bacino, sotto le pendici del monte Novegno. Questi depositi sono caratterizzati da una composizione granulometrica variabile ed eventualmente movimentabili da un evento di sufficiente magnitudo.

Non trascurabile all'interno del bacino è la presenza di rocce di origine vulcanica di diverso tipo, riconducibili al periodo del triassico medio, come *l'Andesite*, roccia ignea effusiva di chimismo intermedio, caratteristica di zone di subduzione. Riscontrabile nell'area perimetrale delle pendici delle alture limitanti il bacino, è inoltre la *Riolite del Monte*, una roccia vulcanica di composizione felsica (ricca di elementi leggeri come silicio, ossigeno, alluminio, sodio e potassio). Evidenziamo infine la presenza di alcuni corpi sub vulcanici quali presenze puntuali all'interno del bacino.

Di simil natura e quindi litologia la zona della valle dell'Agno, anche qui troviamo le Piccole Dolomiti, esse sono una catena montuosa delle Prealpi venete, delimitata a ovest dai monti Lessini e a est dal

Pasubio con il Pian delle Fugazze, fra le province di Vicenza, Trento e Verona. Sono formate da un arco di montagne dominate dai 2259 metri di Cima Carega, tutte dal carattere prettamente dolomitico, con guglie, pareti scoscese e gole ripide

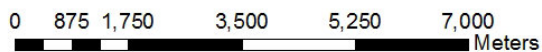
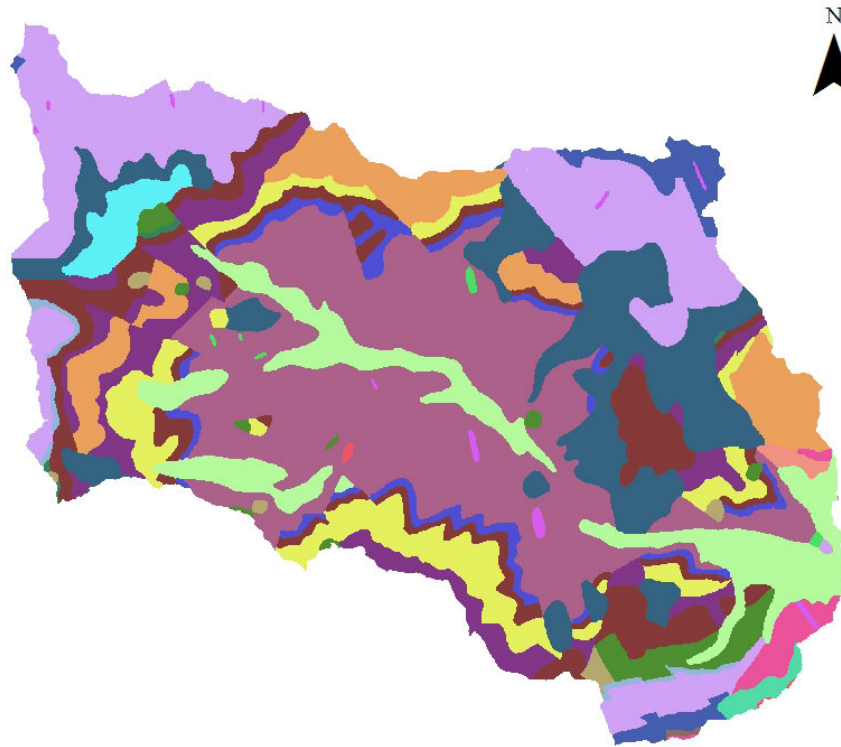
La caratteristica peculiare che distingue le piccole Dolomiti dagli altri complessi montuosi ha origine nelle glaciazioni del quaternario, quando i vari gruppi montuosi rimasero fra loro isolati dalla coltre glaciale. Il nome richiama ovviamente le loro sorelle maggiori, le Dolomiti, per la roccia dolomia che le costituisce.

Le Piccole Dolomiti possono essere suddivise in alcuni sottogruppi dalle caratteristiche morfologiche ben definite e diverse fra loro: la Catena delle Tre Croci, fra la Sella del Campetto e il Passo delle Tre Croci (o della Lora), il Gruppo del Carega, fra il Passo delle Tre Croci (o della Lora) e il Passo di Campogrosso e, infine, il Gruppo del Sengio Alto, fra il passo di Campogrosso e il Pian delle Fugazze (Figura 5.1).

Per quanto riguarda la zona del nostro studio ovvero la zona di Recoaro troviamo queste caratteristiche : una natura calcarea delle rocce del luogo, insieme alla posizione geografica (le Prealpi vicentine sono i primi rilievi montuosi che si incontrano provenendo dal mare) che determina un'elevatissima piovosità (la più alta del Veneto con oltre 2000 mm annui di media). A fronte di apporti idrici così generosi numerosi sono le sorgenti e le fonti su tutto il territorio comunale.

Il territorio comunale è inoltre molto ricco dal punto di vista geologico, presentando una vastità di differenti tipi di rocce affioranti che furono di spunto al geologo veronese Giovanni Arduino per la suddivisione in ere geologiche ancora oggi usate. In particolare a Recoaro affiora la fillade quarzifera, roccia metamorfica, molto friabile, che costituiva un'antichissima catena montuosa (Figura 5.2).

In figura 5.1 e 5.2 si riportano le formazioni geologiche del bacino e di seguito una loro descrizione sintetica.



BACINO DEL LEOGRA

LITOLOGIA

LEGENDA

 Andesiti	 Formazione di Agordo e dell'Ambata
 Arenaria di Val Gardena, Conglomerato di Sesto	 Formazione di Calvene, Formazione di Salcedo, Calcarenite di Castelgomerto
 Biancone, Calcare di Soccher	 Formazioni eruttive terziarie
 Corpi subvulcanici e colate	 Ghiaie
 Depositi eluviali, colluviali, detritici e di frana	 Gruppo di Raibl
 Depositi morenici	 Gruppo di S. Vigilio, Calcarì Grigi; Dolomia del Novegno
 Dolomia Cassiana, dello Sciliar, del Serla Superiore	 Lave porfiritiche
 Dolomia del serla Inferiore., Formazione di Werfen	 Riolite del Monte Alta
 Dolomia Principale	 Rosso Ammonitico, Calcare di Campotorcndo, Formazione di Fonzaso
 Formazione dell'Acquatona e di Livinallongo	 Scaglia Rossa, Scaglia Cinerea, Marna della Vena d'Oro
	 Sequenze metamorfiche di Agordo e Comelico
	 Vulcaniti basaltiche degli Euganei

FIGURA 5.1 Litologia del bacino del Leogra

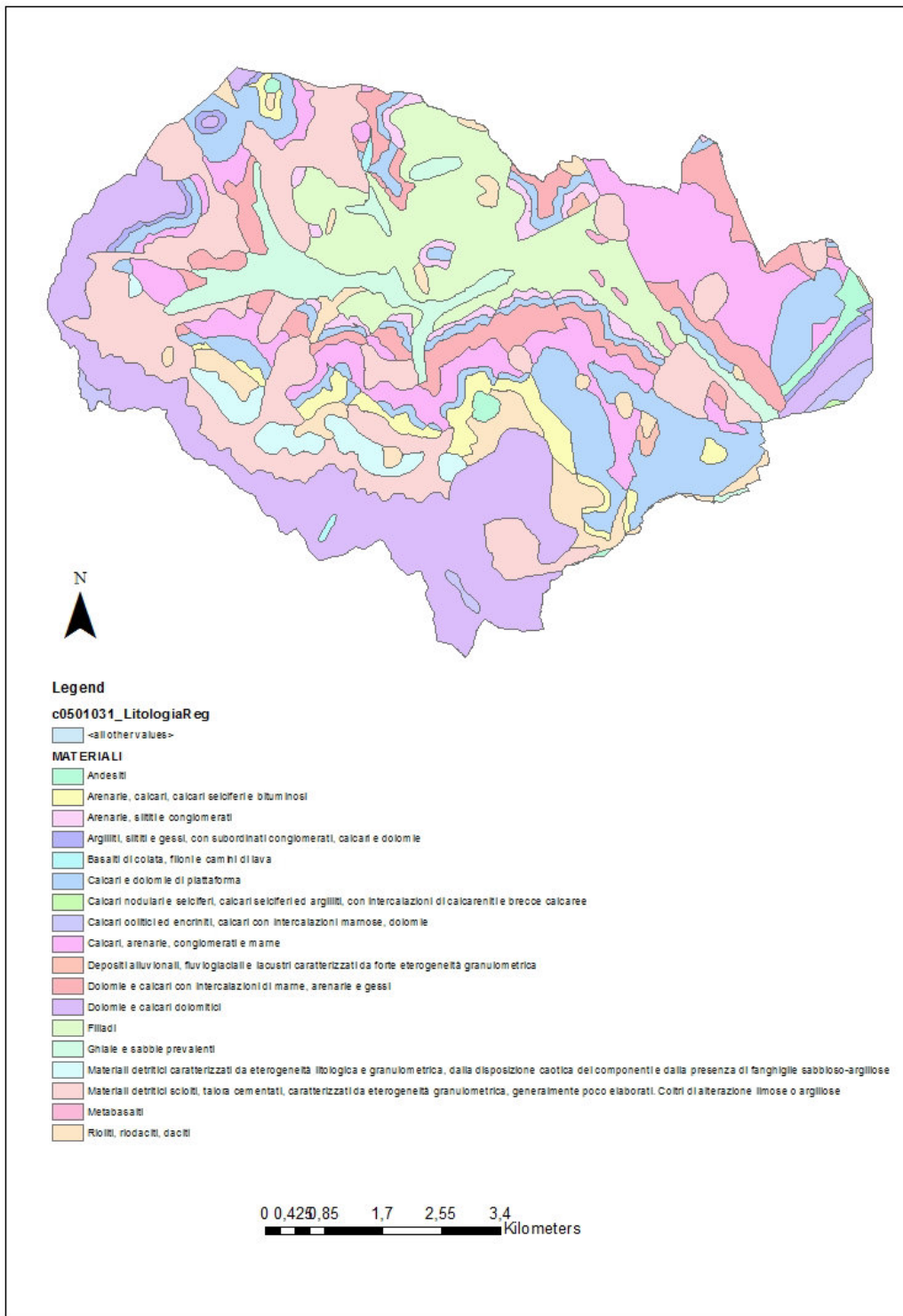


FIGURA 5.2 Litologia della zona di Recoaro Terme

5.1 Coperture colluvio-eluviali

Si tratta di materiali della copertura detritica colluviale, in genere da poco a moderatamente consolidati, e costituiti principalmente da terreni di natura limoso-argillosa prevalente con subordinato, talora assente, scheletro sabbioso-ghiaioso, possono contenere abbondanti ciottoli, blocchi e trovanti che risultano annegati nella matrice fine. Sono depositi in genere poco permeabili. Costituiscono la coltre di copertura delle filladi

quarzifere e delle rocce compatte prevalenti alternate a strati o interposizioni tenere ed a quelle classificate come rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti subordinate.

Le caratteristiche geotecniche di questi terreni sono in genere da mediocri a buone; in presenza di circolazione di acque sotterranee possono essere anche molto scadenti ed essere soggette a movimenti franosi tipo colamento e scivolamento, oltre che soliflusso.

5.2 Detrito di falda

Si tratta di depositi sciolti per accumulo detritico di falda; la pezzatura prevalente è quella grossolana: sono costituiti da blocchi, ciottoli e trovanti con matrice ghiaiosa; prevale la componente di natura carbonatica (calcari e dolomie), sono presenti anche elementi di natura basaltica, porfidi, graniti o gneiss. Nel complesso trattasi di depositi molto permeabili per porosità e con buoni parametri geotecnici. Si trovano ai piedi delle pareti costituite dalle rocce compatte massicce o a stratificazione indistinta e quelle compatte stratificate.

5.3 Terrazzi fluvio-glaciali grossolani

Si tratta in genere di terreni di natura granulare grossolana, da moderatamente addensati ad addensati, dei terrazzi fluvio-glaciali e fluviali antichi. Sono costituiti da blocchi, ciottoli e trovanti con matrice ghiaiosa; prevale la componente di natura carbonatica (calcari e dolomie), sono presenti anche elementi di natura basaltica, porfidi, graniti o gneiss. Nel complesso trattasi di depositi molto permeabili per porosità e con buoni parametri geotecnici. Si trovano principalmente nella zona di Malga Prà e costituiscono la parte inferiore di Val di Fontana d'Oro, dove raggiungono spessori superiori alla

decina di metri almeno. Costituiscono il fondovalle fra l'abitato di S. Antonio e le contrade Castellani-Brandellero Valli, si riscontrano in un terrazzo nel centro dell'abitato di Valli del Pasubio.

5.4 Depositi fluvio-glaciali fini

Trattasi di depositi alluvionali, fluvio-glaciali e morenici. Sono costituiti principalmente da terreni di natura limoso-argillosa, in genere da moderatamente consolidati a consolidati, e con subordinato, talora assente, scheletro sabbioso-ghiaioso, possono contenere abbondanti ciottoli, blocchi e trovanti, che risultano annegati nella matrice fine. Sono depositi praticamente impermeabili. Le caratteristiche geotecniche di questi terreni sono in genere da mediocri a buone; in presenza di circolazione di acque sotterranee possono essere anche molto scadenti ed essere soggette a movimenti franosi tipo colamento e scivolamento, oltre che soliflusso.

Costituiscono due terrazzi piuttosto estesi: quello di Staro e quello di Malunga.

5.5 Alluvioni di fondovalle

Si tratta di materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione. La pezzatura prevalente è quella grossolana: sono costituiti da blocchi, ciottoli e trovanti con matrice ghiaiosa; prevale la componente di natura carbonatica (calcari e dolomie), sono presenti anche elementi di natura basaltica, porfidi, graniti o gneiss. Nel complesso trattasi di depositi molto permeabili per porosità e con discreti parametri geotecnici. Si trovano in realtà in porzioni limitate del fondovalle nelle pertinenze dell'alveo del torrente Leogra.

6. USO DEL SUOLO

Nel descrivere l'uso del suolo del bacino del Leogra, non possiamo non sottolineare l'ampiezza della superficie posta in analisi, per evidenziare la molteplicità di ambiti e realtà territoriali riscontrabili all'interno dell'area.

Come già detto in precedenza, il bacino del torrente Leogra, comprende al suo interno diversi Comuni dell'alto vicentino, che determinano un'importante presenza antropica, maggiormente riscontrabile nell'area sud occidentale, relativa principalmente al territorio comunale di Torrebelvicino e parzialmente a quello di Schio. Per meglio comprendere il grado di antropizzazione di questa zona basti pensare che Schio è uno dei comuni più popolati d'Italia (conta circa 40.000 abitanti), caratterizzato da un tessuto urbano molto sviluppato con aree residenziali, attività industriali, aree agricole e aree riservate ai servizi. Un'altra importante area urbana che ricade interamente all'interno del bacino è quella del comune di Valli del Pasubio, che si sviluppa lungo l'asta fluviale principale del torrente. I suoi territori sono anch'essi antropizzati, seppur in misura minore e meno significativa rispetto ai sopracitati comuni, ascrivibile dunque ad un tessuto urbano di tipo discontinuo. Tutta l'area del bacino è inoltre caratterizzata dalla presenza puntuale di strutture residenziali isolate localizzate al di fuori dei centri urbani principali.

Relativamente alla vegetazione presente all'interno dell'area considerata, rileviamo sempre attraverso le informazioni digitali estratte dalla carta dell'uso del suolo (Fig. 3.3), come la copertura arborea interessi la gran parte della superficie considerata (il 75% della superficie totale).

Volendo analizzare e descrivere più dettagliatamente la vegetazione presente, considerando la fascia altimetrica al di sotto degli 800 metri di quota, evidenziamo la presenza di diversi popolamenti come il castagneto, in questo contesto spesso associato al frassino, e classificato in base al suolo su cui si è sviluppato (castagneto dei substrati magmatici, castagneto dei suoli xerici o castagneto dei suoli mesici). In alternanza al castagneto è possibile individuare un'ulteriore associazione del frassino con l'acero. Nell'area sud orientale sono individuabili invece dei popolamenti di ostriro e di orno. Altri popolamenti facilmente riscontrabili all'interno del bacino, sono ancora quelli di faggio, che presentano una peculiarità in quanto presenti in svariate forme e in diverse fasce altimetriche. Salendo di quota ma rimanendo su valori sempre inferiori ai 1000 m, sono qui individuabili due diverse formazioni di faggete submontane classificabili come faggete submontane con ostriro e faggete submontane dei suoli acidi.

Prendendo invece in analisi la fascia altimetrica al di sopra dei 1000 m, sono qui facilmente individuabili ampie superfici interessate da faggeta montana tipica esalpica, la quale è presente in larga misura nell'area afferente la testata del bacino e che si protrae inoltre lungo il confine meridionale dello stesso. In minor misura, nello stesso ambito, sono presenti ulteriori popolamenti di faggio come la faggeta altimontana e la faggeta primitiva oltre ad altri popolamenti d'alta quota come la mugheta mesoterma e diversi arbusteti.

Nota la presenza di svariati rilievi che superano quota 2000 m, il bacino è caratterizzato dalla presenza di aree in cui è presente roccia nuda o comunque una vegetazione rada. Evidenziamo infine la presenza di molteplici aree dedicate al pascolo, dove la più ampia è facilmente distinguibile nella parte nord occidentale del bacino contornata dal gruppo del Novegno.

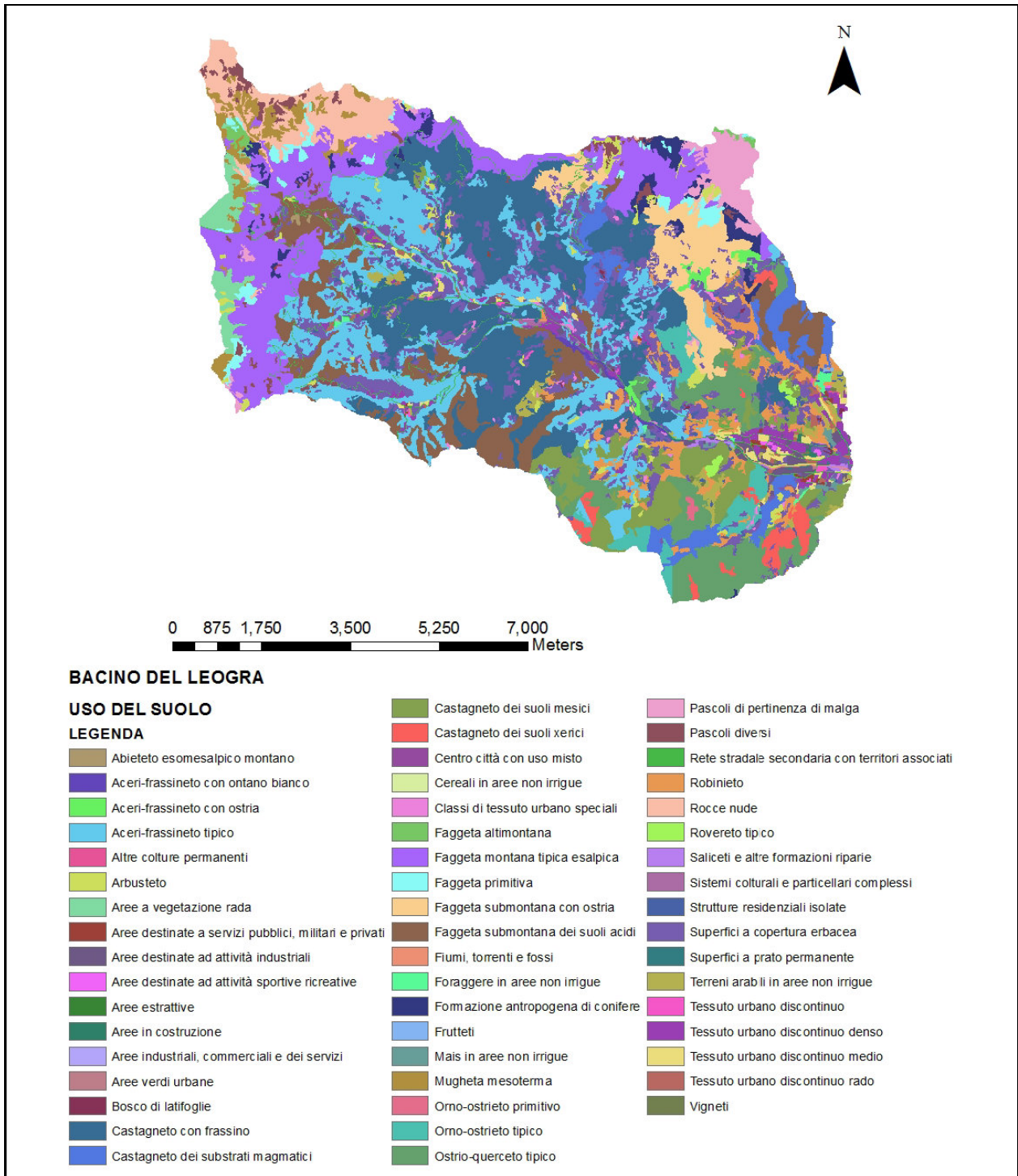
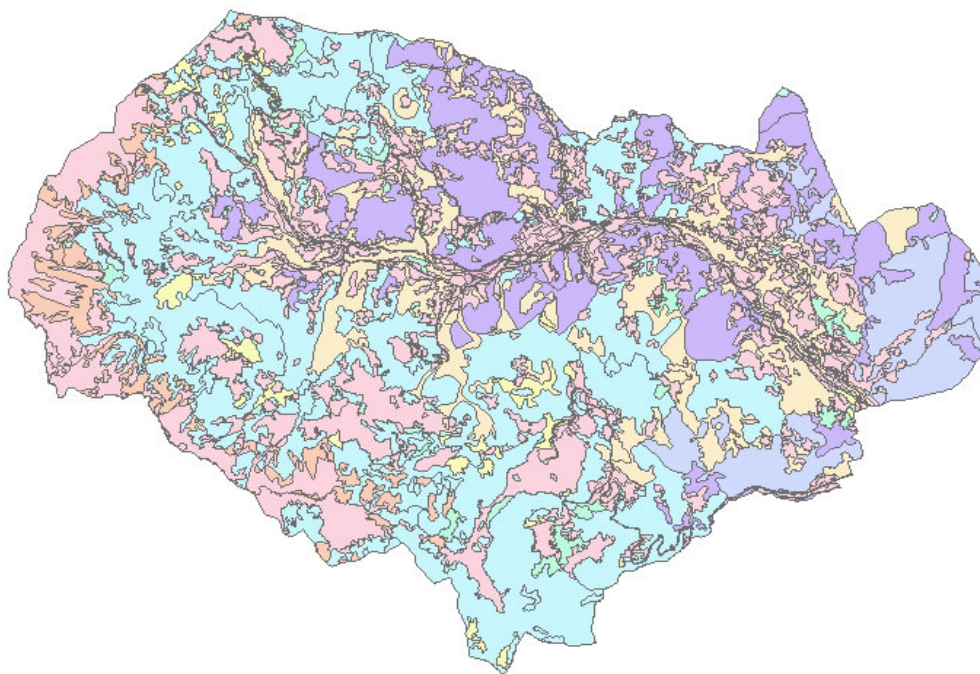



FIGURA 6.1 Uso del suolo del bacino del Leogra









Legenda

c0506021_Cop Suolo

 <all other values>

Categoria

-   Aceri-frassineti e aceri-tiglieti
-  Alnete
-  Arbusteti
-  Castagneti e rovereti
-  Faggete
-  Formazioni antropogene
-  Mughete
-  Orno-ostrieti e ostrio-querceti
-  Saliceti e altre formazioni riparie



0 0,42 0,85 1,7 2,55 3,4 Kilometers

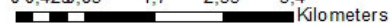


FIGURA 6.2 Uso del suolo del bacino dell' Agno zona Recoaro Terme

7. L'ALTO VICENTINO

L'Alto Vicentino si presenta come un territorio prealpino ricco di torrenti che incidono i depositi sui quali scorrono. Molto importante è mettere in evidenza i tre comuni più colpiti dall'alluvione del novembre 2010, ossia Valli del Pasubio, Recoaro Terme e Torrebelvicino. Dai dati raccolti è possibile mettere in evidenza come prima di questo evento il numero di frane nella zona dello studio era di 12 frane divise rispettivamente in 5 per Valli del Pasubio e 7 per Torrebelvicino. Tuttavia la situazione dopo l'alluvione è mutata completamente portando gli episodi franosi a 114 suddivisi in 71 per Valli del Pasubio (tabella 7.2) e 43 per Torrebelvicino (tabella 7.1); e per Recoaro Terme (tabella 7.3) si arriva a 28 (purtroppo per questo comune non è stato possibile avere dati antecedenti)

La situazione attuale è questa: essa è dovuta da una parte a una struttura del terreno instabile e dall'altra è dovuta alla scarsa manutenzione del territorio sia da parte delle autorità competenti sia da parte della comunità presente nei luoghi. Questo implica che la situazione di pericolo per queste zone continuerà, specie se queste frane non verranno per quanto possibile tenute sotto controllo.

7.1 Frane

7.1.1 Torrebelvicino

Prima

Località
Mondonovo
Val di Puglia
Coffre
Croghe
Prà Capriolo
S.C. Collareda
S.C. Collareda

Dopo

Località
Mondonovo
Val di Puglia
Coffre
Croghe
Prà Capriolo
S.C. Collareda
S.C. Collareda
S.C. Ballini- Mondonovo
Contrà Barbinotti
S.C. Barbinotti-Pianura
S.C. per Casalena
S.C. per Casalena
S.C. per Casalena
S.C. per Casalena
Contrà Casetta
Catarra
Via Cesare Battisti
Via Cesare Battisti
Coffre
Edificio
S.C. per Enna
S.C. per Enna
S.C. per Enna
S.C. per Enna
S.C. per Enna

S.C. per Enna
S.C. per Enna
Fonte Margherita
Fonte Margherita
Via Leonardo da Vinci
Via Leonardo da Vinci
Via Leonardo da Vinci
Lisegno
Lombardo
Molino
S.C. Ponte Capre- Ballini
S.C. Ponte Capre- Rizza
S.C. Ponte Croce- Soglio
S.C. Puglia- Grumale
S.C. per Tringole
S.C. per Tringole
Trisa
Valle

TABELLA 7.1 Frane prima e dopo l'alluvione comune di Torrebelvicino

7.2.2 Valli del Pasubio

Prima

Località
Ertele
Val di Puglia
Orte
Cumerlati
Tenche

Dopo

Località
Ertele
Val di Puglia
Orte
Cumerlati
Tenche
Boal dell'Orco
Direzione Boal dell'Orco dopo Contrà Pelè
Direzione Boal dell'Orco
Contrà Fedrizza
Contrà Fedrizza direzione Contrà Grumale
Contrà Fedrizza direzione Contrà Grumale
Contrà Grumale
S.C. Molin collegamento Contrade Grumale-Pelè
Inserzione Contrà Laisse
Contrà Laisse
Bivio Contrade Lomiche-Fedrizzi
Contrà Manozzo
Contrà Mantovani
Contrà Pelè
Contrà Pelè
Ponte dei Giotti
Ponte Valle della Fontana
Contrà Pozzacchi
Via San Sebastiano
Collegamento Contrade Bosco-Mao
Collegamento Contrade Bosco-Mao

Collegamento Contrade Bosco-Mao
Contrà Colareda
Contrà Cumerlati
Direzione Contrà Bosco
Direzione Contrà Pojera
Contrà Fontana
Contrà Fontana
Contrà Laita
Contrà Laita
Contrà Pagliosa
Contrà Sorgati
Contrà Sorgati
Contrà Sorgati
Contrà Sorgati
Contrà Ariche
Contrà Grossi
S.C. Molin di Sotto - Savena
Contrà Pason
S.C. Prà – Molin di Sotto
Strada di collegamento Contrade Scocchi - Busellati
Contrà Zanetti di Sopra
Contrà Zanetti di Sopra
Contrà Zorla
Strada di collegamento Costa Cavrega - Stedile
Strada di collegamento Costa Cavrega - Stedile
Vicinanze Contrà Palezzati
Strade di collegamento Contrade Stedile - Pozzera

Contrà Zao
Fonte Jolanda
Fonte Jolanda
Fonte Jolanda
Contrà Carbonati
Contrà Molin Maso
Contrà Pietra
Collegamento tra Contrà Pietra – Costapiana di Sopra
Direzione Contrà Zonera
Contrà Scalabrini
Fonte Virgiliana
Fonte Virgiliana
Direzione Contrà Busellati
Direzione Contrà Busellati
Contrà Pianegonda
Contrà Bolfe
Contrà Ertele
Val di Puglia

TABELLA 7.2 Frane Prima e Dopo l'alluvione comune di Valli del Pasubio

7.1.3 Recoaro Terme

Prima

Dopo

Località
Campo Grosso
Scalzoni
Rive
Zulpi
Zulpi
Pianalto
Vicinanze Fonte Capitello
Recoaro Terme (Ponte)
Recoaro Terme (Scuola)
Zulpo
Fonte Giuliana
S.C. Ongaro- Benetti
S.C. Ongaro- Benetti
Valle Benetti - Taulotti
Valle Taulotti
Rotolon
S.C. Scolpene – Casale Asnicar
S.C. Scolpene – Casale Asnicar
S.C. Scolpene – Casale Asnicar
Vicinanze Facchine di destra
Cesare Busacco
Vicinanze Pellighero
Vicinanze Pellighero TORRAZZO
Montagna Spaccata
Montagna Spaccata
Caneva di sotto

Fracassi
Cappellazzi

TABELLA 7.3 Frane Prima e Dopo l'alluvione comune di Recoaro Terme

Con l'aiuto del software ArcGis e delle ortofoto è possibile anche visualizzare nelle figure 7.1- 7.7 come si distribuiscono sul territorio le frane già indicate nelle tabelle 7.1 - 7.3



FIGURA 7.1 Punti frane zona Torrebelficino centro



FIGURA 7.2 Punti frane zona Valli del Pasubio centro e Torrebelvicino zona alta

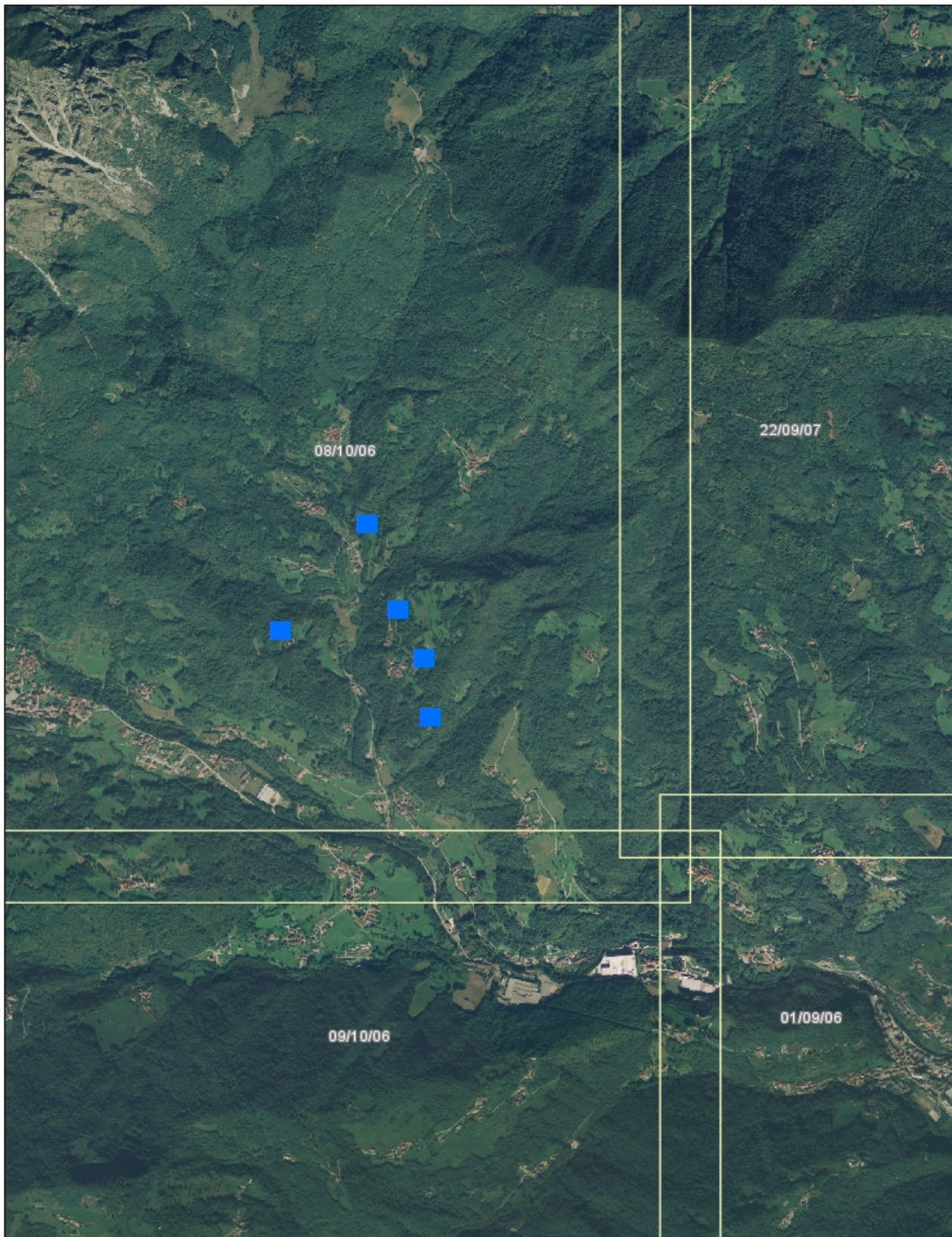


FIGURA 7.3 Punti frane zona Valli del Pasubio parte alta

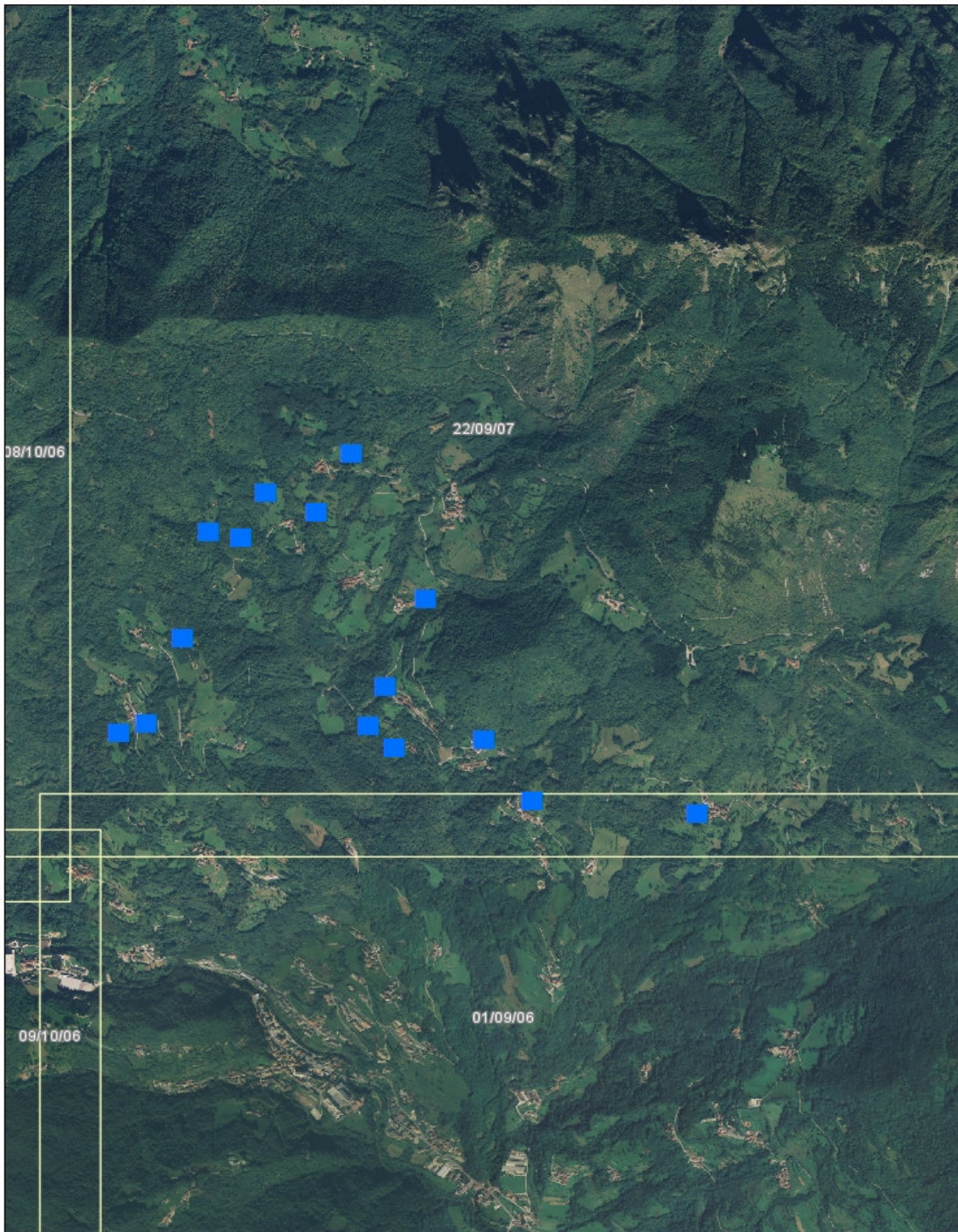


FIGURA 7.4 Punti frane zona Valli del Pasubio

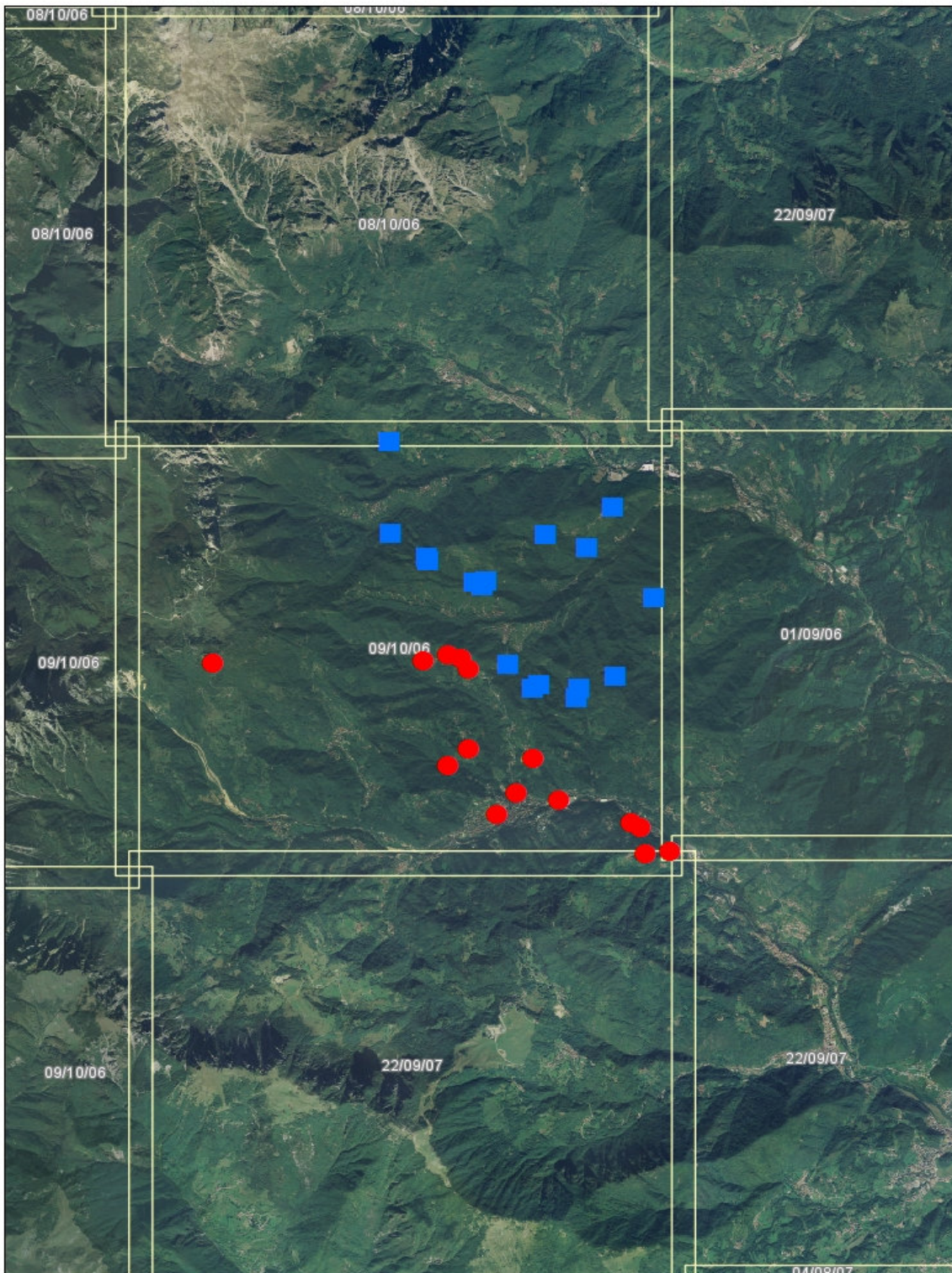


FIGURA 7.5 Punti frane zona Recoaro Terme e Valli del Pasubio zona bassa



FIGURA 7.6 Punti frane zona Recoaro Terme confine Valdagno

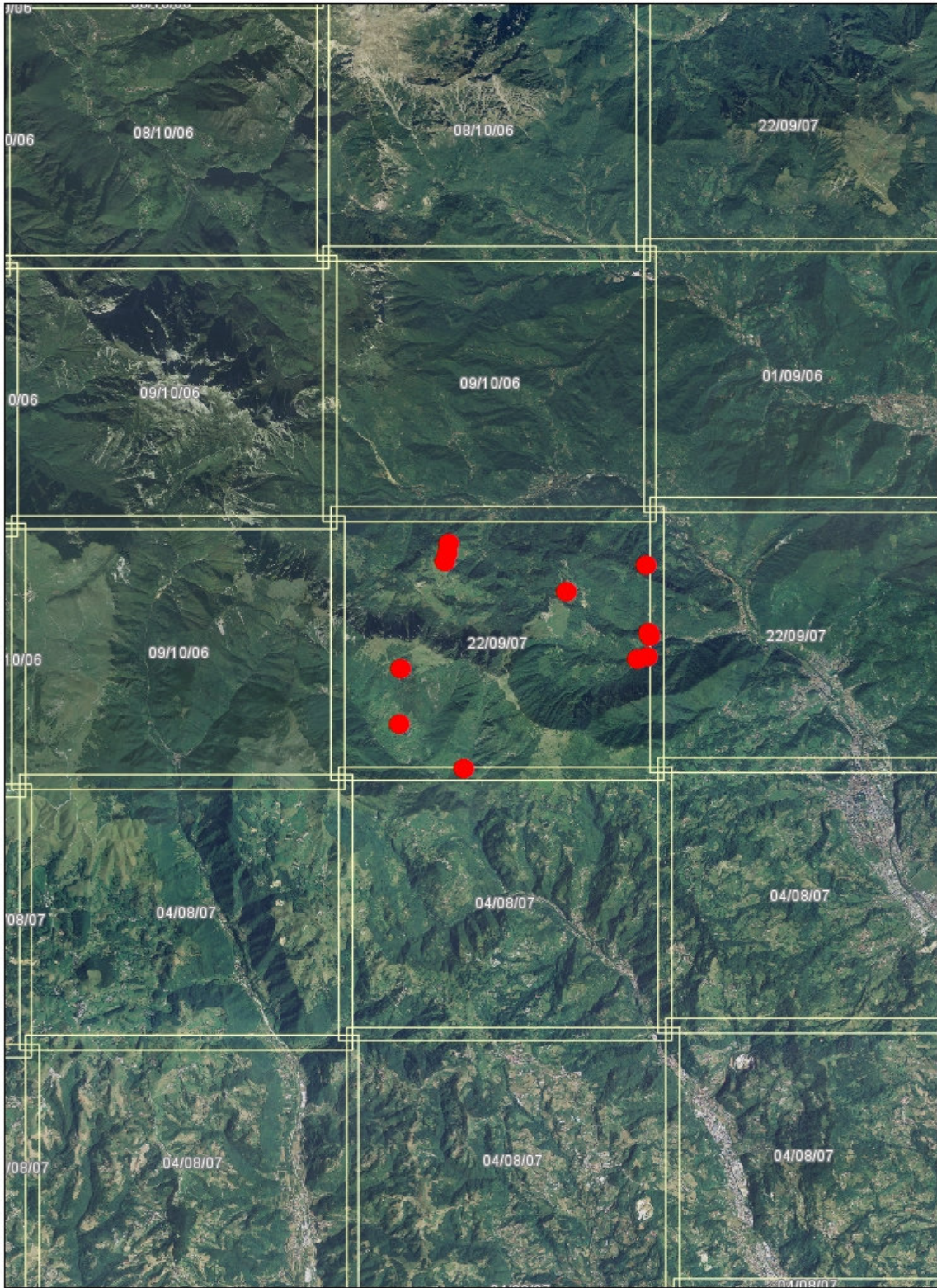


FIGURA 7.7 Punti frane zona Recoaro Terme confine Valdagno

8. PRECIPITAZIONI

Volendo descrivere le condizioni climatiche che hanno caratterizzato il periodo in cui si è verificata la piena del torrente Leogra, possiamo evidenziare alcuni dati e riferimenti riportati dall'ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto) relativi all'evento.

L'evento piovoso ha avuto inizio il 31 Ottobre, con un picco nella giornata del 1 Novembre, caratterizzato dalle intensità maggiori nella prima parte della giornata, per concludersi poi il 2 Novembre. In questo arco temporale, il territorio della Regione Veneto è stato interessato da un'intensa e diffusa precipitazione, con caratteri di rovescio soprattutto nella zona prealpina e pedemontana. Nella zona pedemontana di Vicenza e Verona, a testimoniare l'elevata eccezionalità dell'evento, sono stati superati i valori di massima intensità di precipitazione storici attribuibili alle durate di 24 e 48 ore, risalenti agli eventi del Novembre 1966 e Ottobre 1992.

Volendo individuare le cause attribuibili ad un evento di così elevata intensità, come riportato dal rapporto dell'ARPAV, evidenziamo come le condizioni climatiche registrate in quei giorni individuino una perturbazione di origine atlantica la quale ha dato luogo ad un'ampia e persistente circolazione ciclonica tra il Mar Ligure ed il Mar Tirreno, che si è spinta fino alle coste africane; questa circolazione ha convogliato un intenso e persistente flusso di correnti sciroccali caldo-umide sul Veneto, responsabili delle intense precipitazioni registrate.

La risposta idrologica dei diversi bacini è stata inoltre aggravata dai primi apporti meteorici nella giornata del 31 Ottobre, i quali hanno saturato i suoli, per cui il giorno successivo, contemporaneamente all'incremento di intensità del fenomeno precipitativo, essendo i suoli già saturi, gran parte della precipitazione al suolo, si è repentinamente trasformata in deflusso superficiale, incrementando tempestivamente la portata dei corsi d'acqua.

Volendo descrivere più nel dettaglio l'evoluzione dell'evento meteorologico nell'area da noi presa in considerazione, riscontriamo come già nella prima mattinata di domenica 31 Ottobre siano presenti precipitazioni su tutta la Regione, le quali vengono classificate di forte intensità sulle Prealpi vicentine, trevigiane e bellunesi (maggiore di 10 mm/h). Volendo evidenziare la particolarità dell'evento meteorologico, basti pensare che la stazione pluviometrica di Valli del Pasubio, localizzata all'interno dell'area qui presa in considerazione, ha fatto registrare un'intensità massima pari a 26,6 mm/h (sulla durata di 1 h), uno dei valori più alti dell'evento 2010. Sempre come riportato nel rapporto ARPAV, anche la giornata successiva di Lunedì 1 Novembre è caratterizzata da precipitazioni rilevabili su tutto

il territorio regionale, che mantengono una debole intensità in pianura, ma sempre molto elevata nella zona prealpina, soprattutto quella di Vicenza con valori di intensità sempre ben al disopra dei 10 mm/h. La giornata di lunedì 2 Novembre registra infine un attenuarsi dei fenomeni, rilevando fino alla tarda mattinata precipitazioni prevalentemente di debole o moderata intensità su tutta la regione, le quali nel pomeriggio diventeranno discontinue.

Considerando i due giorni in cui l'evento si è manifestato più intensamente (31 Ottobre, 1 Novembre 2010), sono stati registrati nella zona delle Dolomiti meridionali, Prealpi e pedemontana valori medi di precipitazione cumulata pari a circa 200 mm, con la presenza di aree (tra cui quella oggetto di studio) in cui sono stati superati i 400 mm in corrispondenza della Prealpi vicentine e dell'area pedemontana tra il trevigiano e il bellunese.

Per evidenziare l'eccezionalità dell'evento, nell'immagine successiva sono riportate le mappe raffiguranti le isoiete misurate.

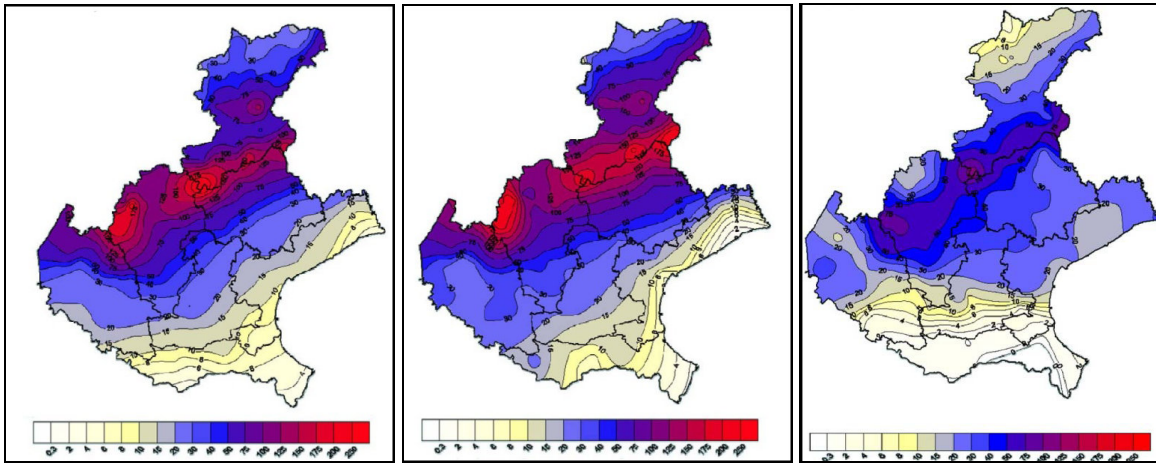


FIGURA 8.1 Carte riportanti le isoipse relative all'evento del 31 Ottobre, 1 e 2 Novembre

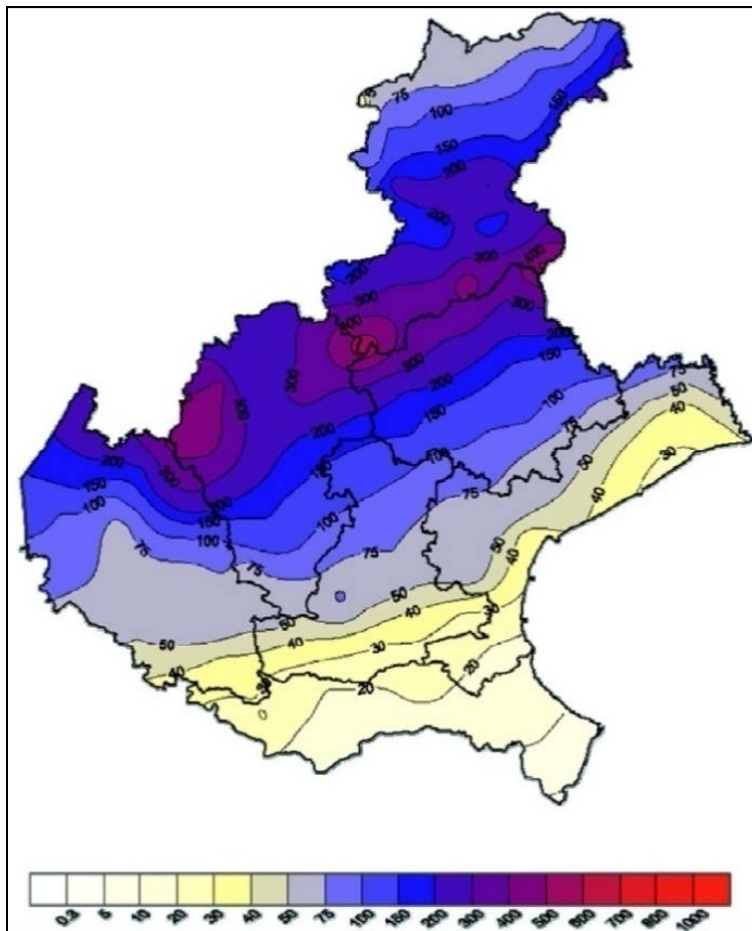


FIGURA 8.2 Immagine relative precipitazione cumulata dei tre giorni

Nome stazione	Valli del Pasubio	Turcati Recoaro
Provincia	VI	VI
Altitudine	600 m	705 m
Coordinate X	1672265	1670107
Coordinate Y	5069542	5063499
Zona Allerta	Vene-B	Vene-B
Inizio	#####	#####
Fine	#####	#####
5 minuti	4,2	3,4
10 minuti	7,2	5,8
15 minuti	9,8	7,6
30 minuti	16,4	13,2
45 minuti	20,6	18,4
1 ora	26,6	23,8
3 ore	63,6	61,2
6 ore	100,4	103,2
12 ore	191,2	188,4
24 ore	301,2	297,4
1 giorno	202,6	218,6
2 giorni	394,4	415,6
3 giorni	435,4	501,6
4 giorni	435,4	501,6
5 giorni	435,4	501,6

TABELLA 8.1 Stazioni meteorologiche e relativi dati di pioggia (mm)

Come si può vedere in figura 8.2, la zona di studio è stata una di quelle più colpite dalle precipitazioni, come indicano anche i dati delle due stazioni pluviometriche di valli del Pasubio e Recoaro (tabella 8.2).

8.1 Probabilità di precipitazione a livello mensile

Sono stati determinati i valori mensili di precipitazione che non vengono superati a predeterminati livelli di probabilità per Valli del Pasubio in quanto è la zona più a rischio di eventi. Per la precipitazione le soglie considerate sono quelle del 5, 10, 25, 50, 75, 90 e 95%.

Dalla lettura dell'ultimo livello di probabilità di non superamento (95%), si possono trarre indicazioni anche sui valori estremi verificatisi nei vari mesi.

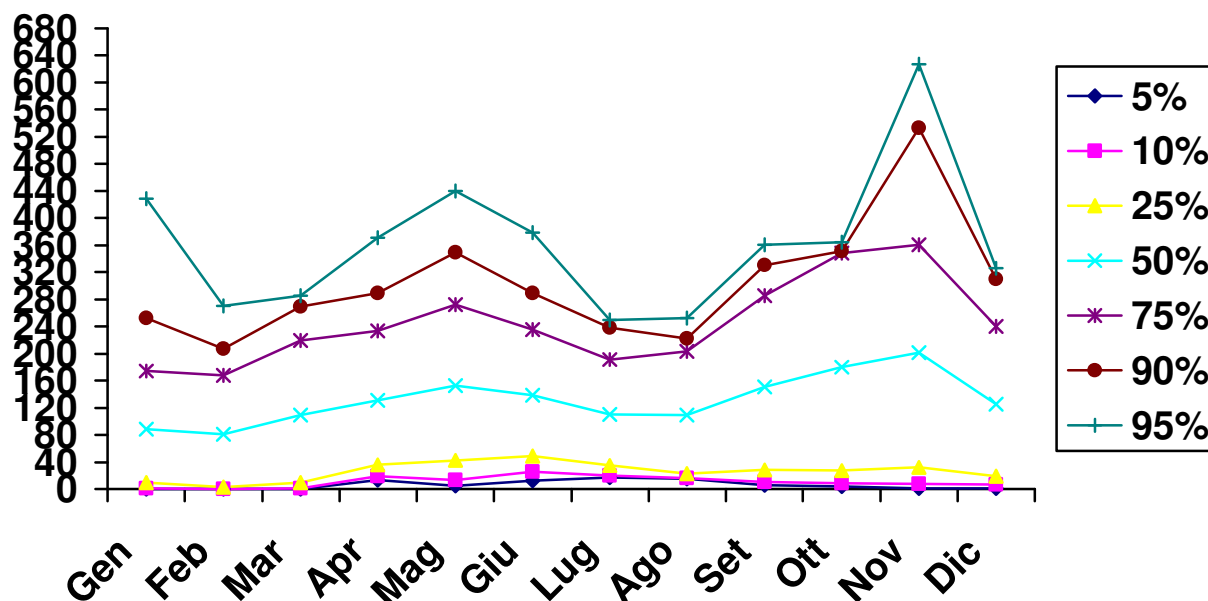


FIGURA 8.3 Valori di precipitazione mensile per diversi livelli di probabilità di non superamento (1979-2011)

Analizzando le probabilità di precipitazione (diagramma 1), a Valli del Pasubio nel mese di maggio si avrà una probabilità del 50% di non superare i 160 mm di precipitazione e in 95 casi su 100 non si supereranno i 441 mm. A ottobre e novembre il livello corrispondente alla probabilità di non superamento del 50% supera i 160 mm, mentre i 440 mm potranno non essere superati solamente con una probabilità inferiore al 90%, rispetto al 95% precedente. Ciò significa che a Valli del Pasubio è più probabile raggiungere alti livelli di precipitazione a novembre piuttosto che a maggio, nonostante la piovosità media di maggio sia simile a quella di novembre (diagramma 2).

Questo spiega anche, a prescindere da altre considerazioni di tipo idrologico, come gli eventi alluvionali siano maggiormente probabili nei mesi autunnali ed in particolare nei mesi di ottobre o di novembre, sebbene i mesi più piovosi mediamente siano quelli tardo primaverili.

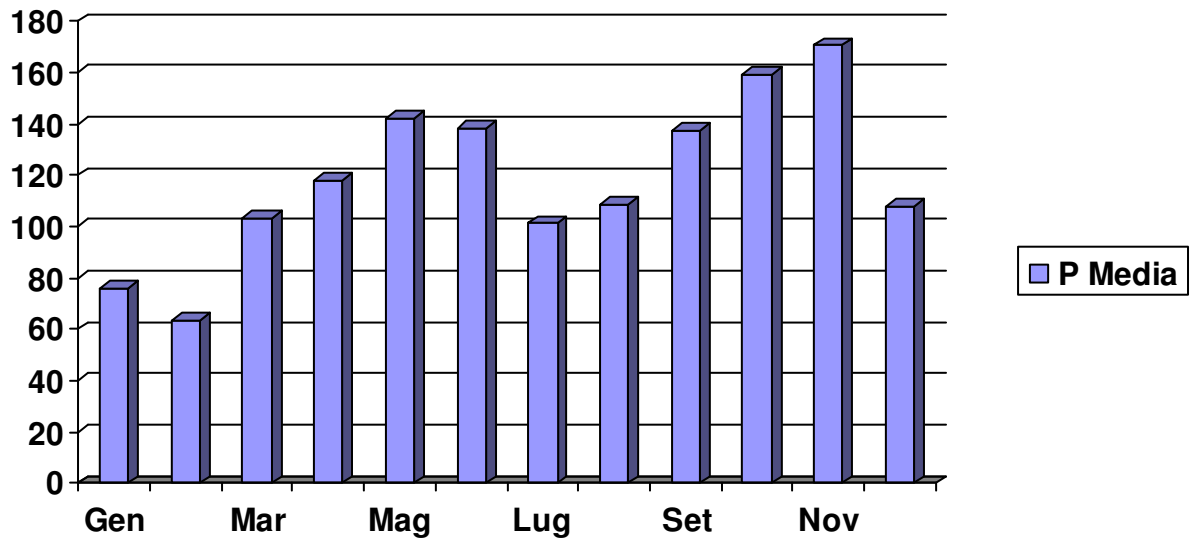


FIGURA 8.4 Andamento pluviometrico medio mensile (1979 - 2011)

9. ANALISI DELLE FRANE PIU' IMPORTANTI NELLA ZONA DI STUDIO

Un'analisi è stata eseguita in ambiente GIS (ArcGis 10.1) procedendo al calcolo della pendenza media (**pendenza media= dislivello/distanza *100**). Successivamente viene fatta una media dei valori, togliendo il valore più elevato e quello più basso per esser più precisi.

Il GIS è stato utile per avere dislivello e distanza poi successivamente tramite la formula si è ottenuta la pendenza media delle frane più importanti dell'area presa in esame. La dimensione del campione analizzato è pari a 27 come riportati in tabella 9.1.

FRANE	DISLIVELLO (altezza max-altezza min) (metri)	LUNGHEZZA FRANA (metri)	PENDENZA MEDIA %
Torrebelvicino			
Val di Puglia	401-400=1	40	2,5
Coffre	504-496=8	32	25
Enna	666-650=16	50	32
Enna	662-654=8	30	26,7
Casalena	360-345=15	32	46,9
Casalena	414-404=10	30	33,3
Collareda	460,5-456,5=4	30	13,3
Valli del Pasubio			
Pietra	612,5-609=3,5	11	31,8
Carbonati	581-577,5=3,5	9	38,9
Molin Maso	615-610=5	18	27,8
Bolfe	503-501=2	26	7,7
Sorgati	6-4=2	40	5
Pelè	440-432=8	32	25
Grumale	464,5-462,5=2	25	8
Zanetti	570-558=12	24	50
Pianegonda	770-766=4	15	26,7
Stedile-Pozzera	770-765=5	22	22,7
Zorla	596-586=10	35	28,6
Mantovani	814-798=16	60	26,7

Manozzo	616-600=16	40	40
Pagliosa	705-685=20	55	36,4
Recoaro Terme			
Pianalto	720-700=20	28	71,4
Fonte Capitello	518,5-515=3,5	16	21,9
Ongaro-Benetti	479,5-475=4,5	25	18
Scolpene-Casare Asnicar	908-898=10	16	62,5
Pellinghero	616-606=10	22	45,5
Caneva di Sotto	559-554=5	18	27,8
MEDIA			29,1

TABELLA 9.1 Pendenza media delle frane maggiori nell'area di studio

Successivamente è stata fatta un'analisi dell'area dei bacini (aree drenate) delle frane più importanti nella zona sempre con l'aiuto di ArcGis e tramite la funzione measure è stato possibile ottenere l'area di tutti i bacini presi in considerazione e il loro perimetro (tabella 9.2). Nella stima delle lunghezze la precisione è dell'ordine \pm di 2.5 m, poichè il DTM utilizzato ha una griglia di 5m. Successivamente viene fatta una media dei valori, togliendo il valore più elevato e quello più basso per esser più precisi.

FRANE	PERIMETRO (metri)	AREA (metri ²)
Torrebelvicino		
Val di Puglia	1181,5	67403,2
Coffre	190,7	1252,7
Enna	190,7	1252,7
Enna	174,8	1369,6
Casalena	189,7	1290,1
Casalena	289,7	2200,3
Collareda	388,1	3110,2
Valli del Pasubio		
Pietra	48,1	67,4
Carbonati	119,1	316,5
Molin Maso	80,1	203
Bolfe	388,1	3110,2
Sorgati	258,2	3464,9
Pelè	626,9	11497,6
Grumale	176,6	1448
Zanetti	177,5	1480
Pianegonda	213,3	2022,5
Stedile-Pozzera	141,5	853,4
Zorla	290,6	2143,9
Mantovani	429,2	3275,4
Manozzo	220,5	1508,3
Pagliosa	237,3	1705,7
Recoaro Terme		
Pianalto	141,8	843,7
Fonte Capitello	141,5	853,4
Ongaro-Benetti	492,9	11256,5
Scolpene-Casare Asnicar	141,5	853,4
Pellinghero	141,5	853,4
Caneva di Sotto	189,7	1290,1
MEDIA		2378,2

TABELLA 9.2 Area e Perimetro dei bacini delle frane maggiori nell'area di studio

Successivamente è stata fatta un'analisi della lunghezza dei canali presenti nei bacini delle frane più importanti nella zona e sempre con l'aiuto di ArcGis e tramite la funzione measure è stato possibile ottenere la loro lunghezza (Tabella 9.3).

Successivamente viene fatta una media dei valori, togliendo il valore più elevato e quello più basso per esser più precisi.

FRANE	LUNGHEZZA CANALE IDROGRAFICO BACINO FRANA (metri)
Torrebelvicino	
Val di Puglia	321,8
Coffre	46,0
Enna	48,4
Enna	25,4
Casalena	25,4
Casalena	24,4
Collareda	50,8
Valli del Pasubio	
Pietra	16,2
Carbonati	56,1
Molin Maso	34,4
Bolfe	41,3
Sorgati	71,5
Pelè	254,7
Grumale	17,9
Zanetti	16,0
Pianegonda	89,0
Stedile-Pozzera	26,5
Zorla	111,9
Mantovani	100,5
Manozzo	89,4
Pagliosa	22,3

Recoaro Terme	
Pianalto	25,5
Fonte Capitello	22,2
Ongaro-Benetti	148,9
Scolpene-Casare Asnicar	23,3
Pellinghero	24,4
Caneva di Sotto	25,4
MEDIA	56,9

TABELLA 9.3 Lunghezza dei canali dei bacini delle frane maggiori nell'area di studio



FIGURA 9.1 Bacini frane più importanti zona Torrebelvicino centro

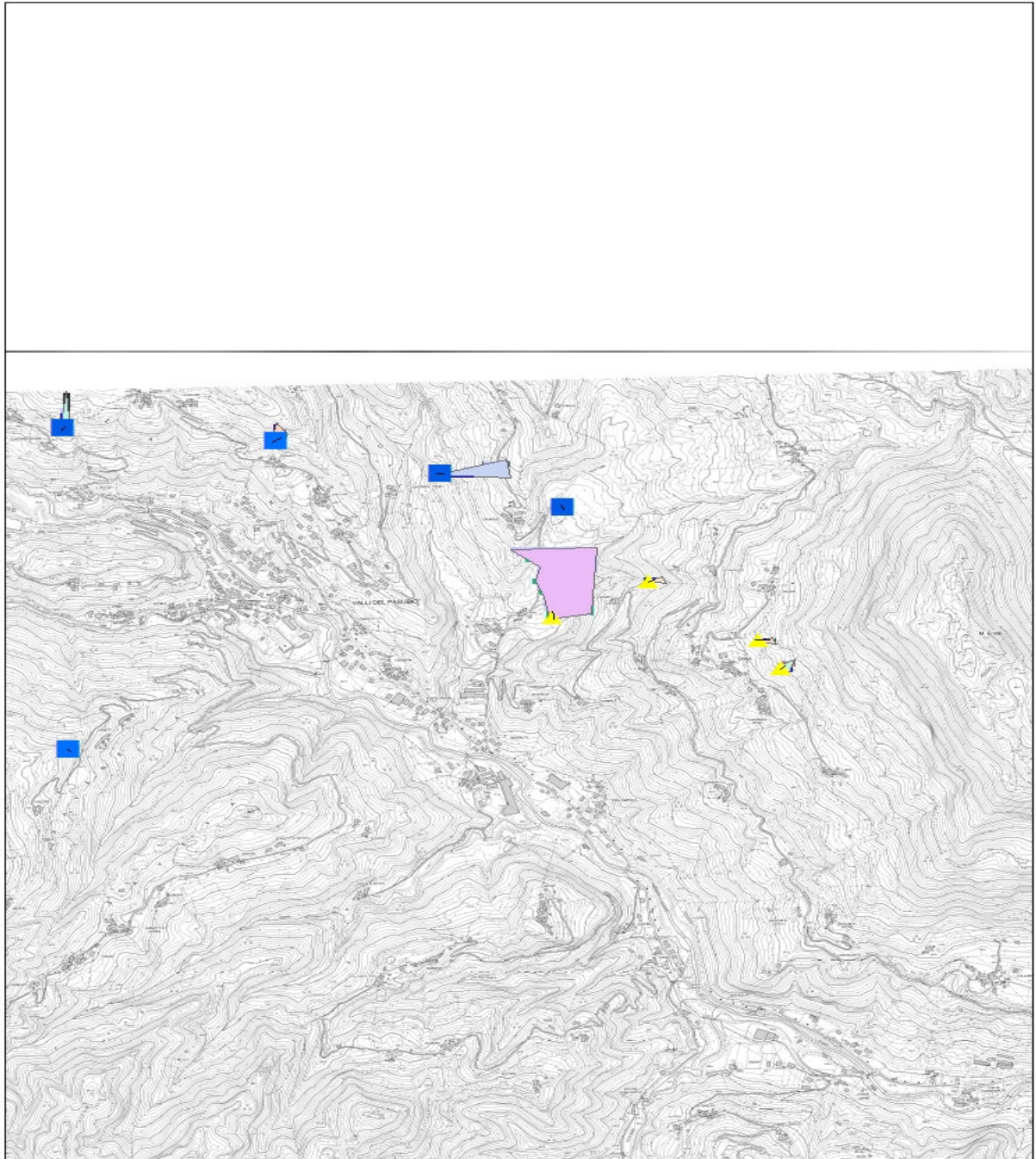


FIGURA 9.2 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio centro e Torrelbelvicino zona alta

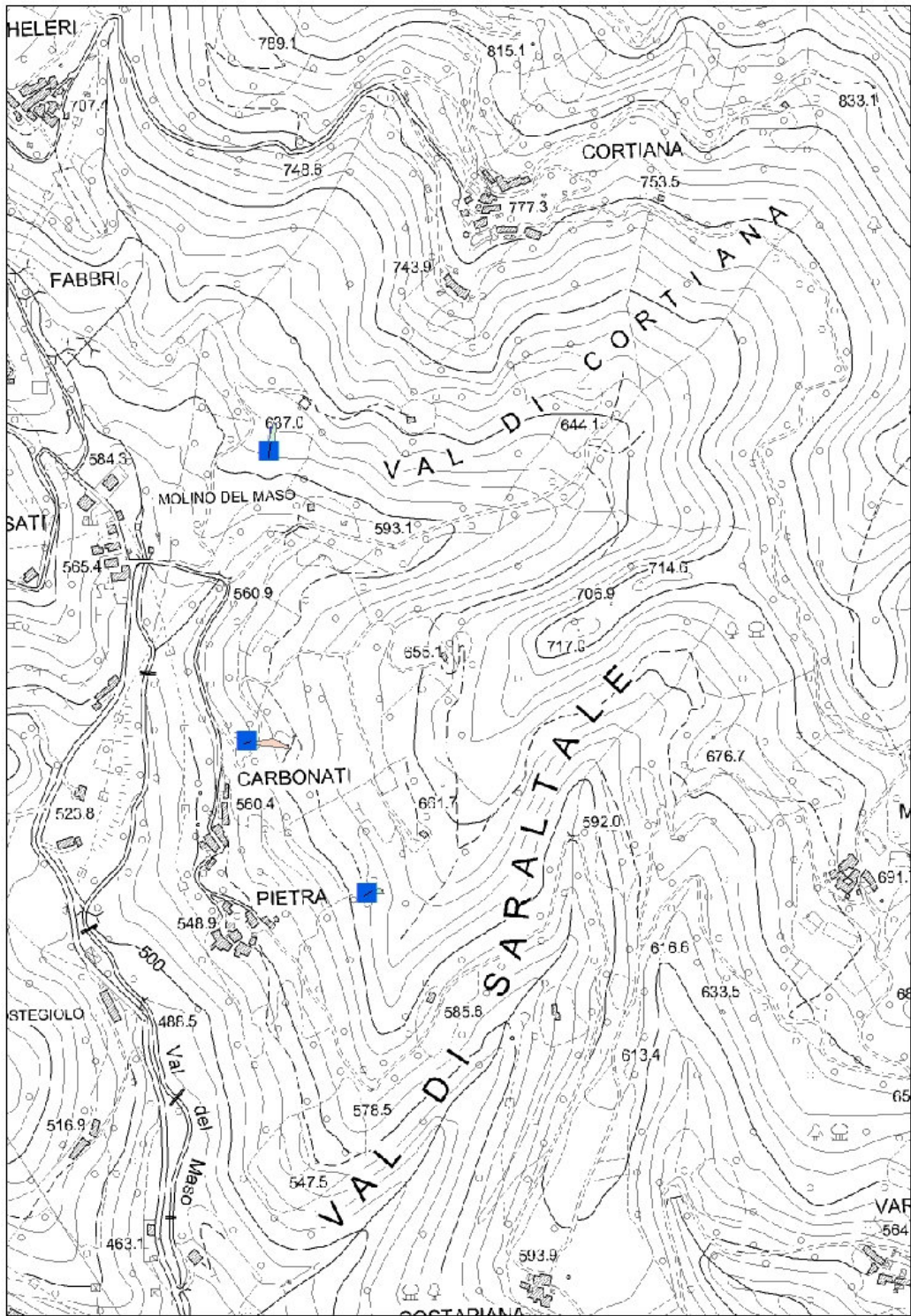


FIGURA 9.3 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio zona alta

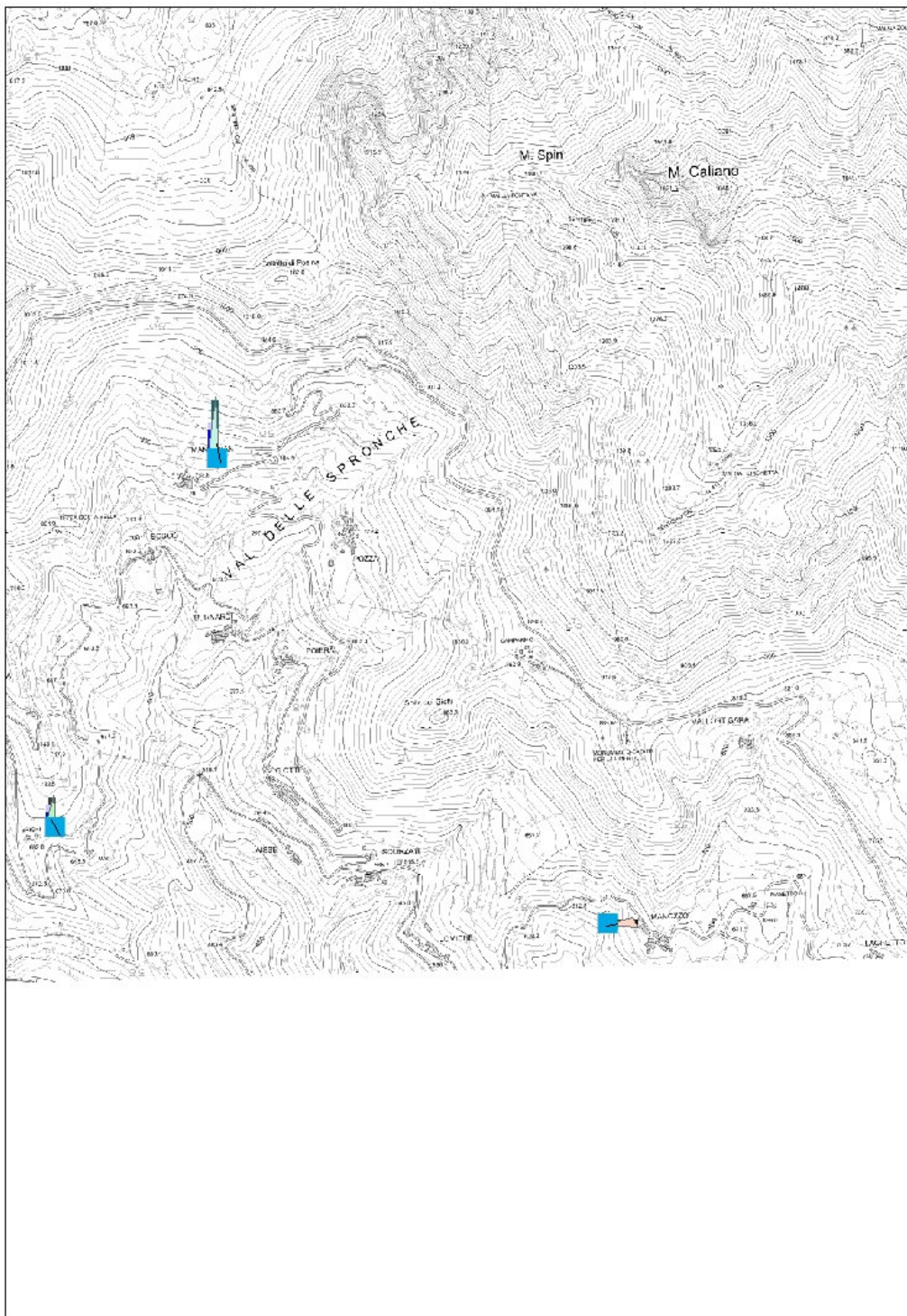


FIGURA 9.4 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio zona alta

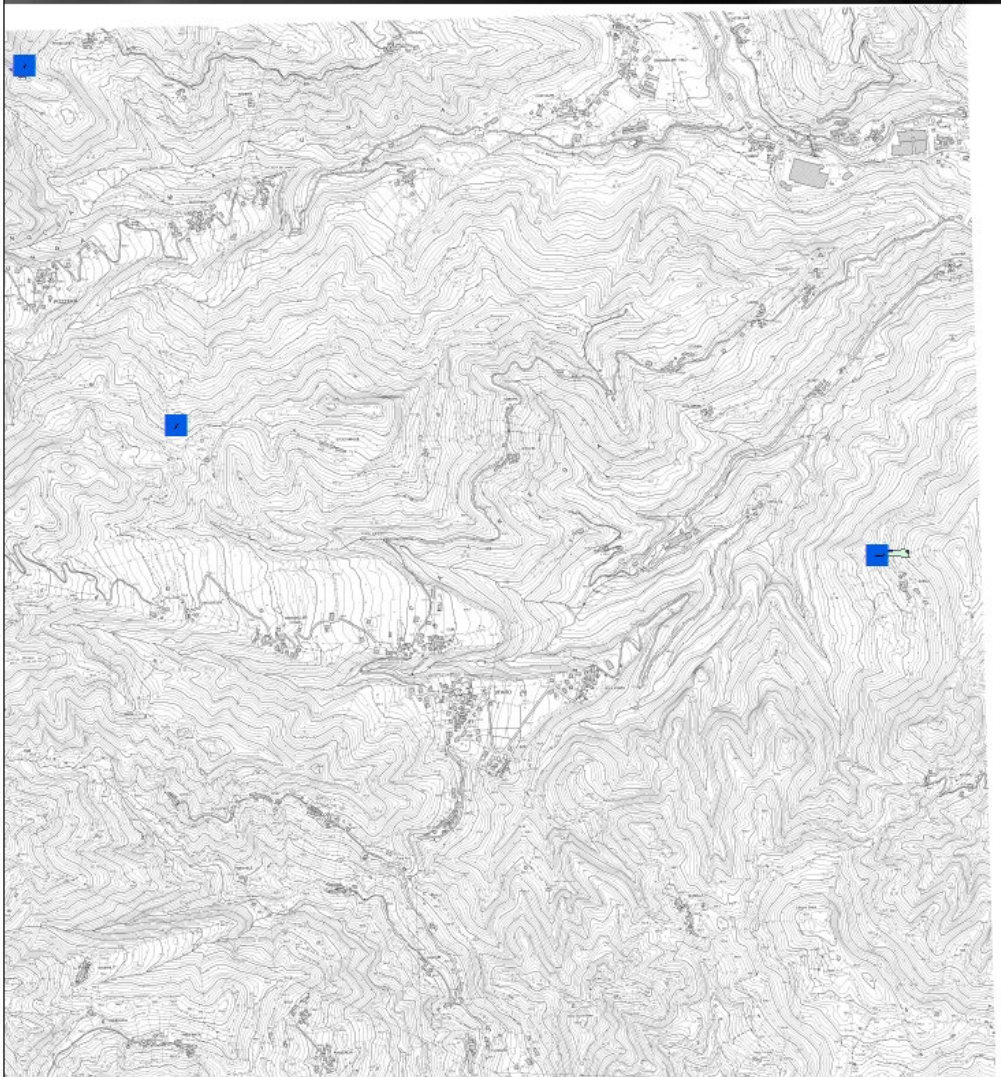


FIGURA 9.5 Bacini frane più importanti zona Valli del Pasubio confine Recoaro Terme

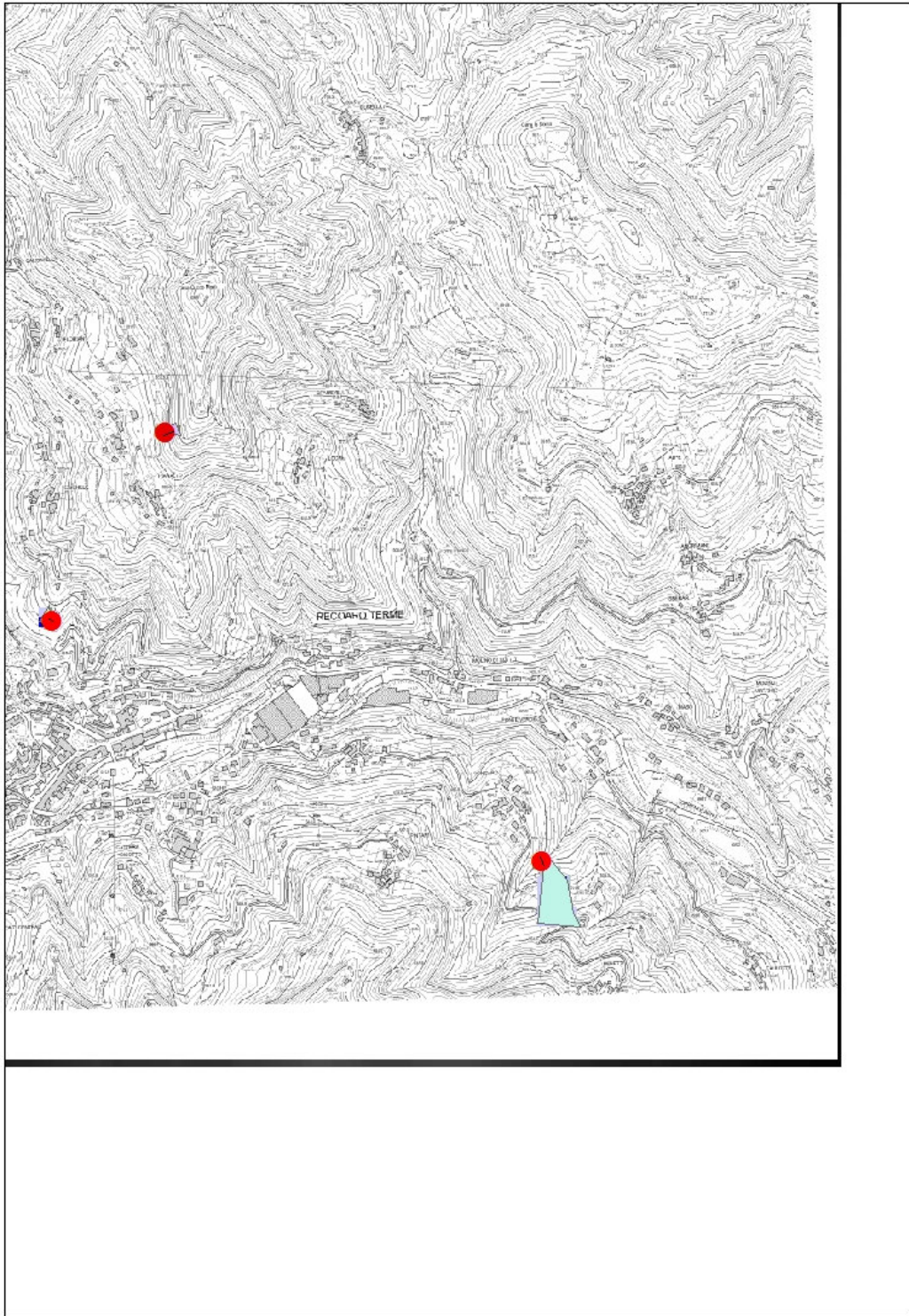


FIGURA 9.6 Bacini frane più importanti zona Recoaro Terme

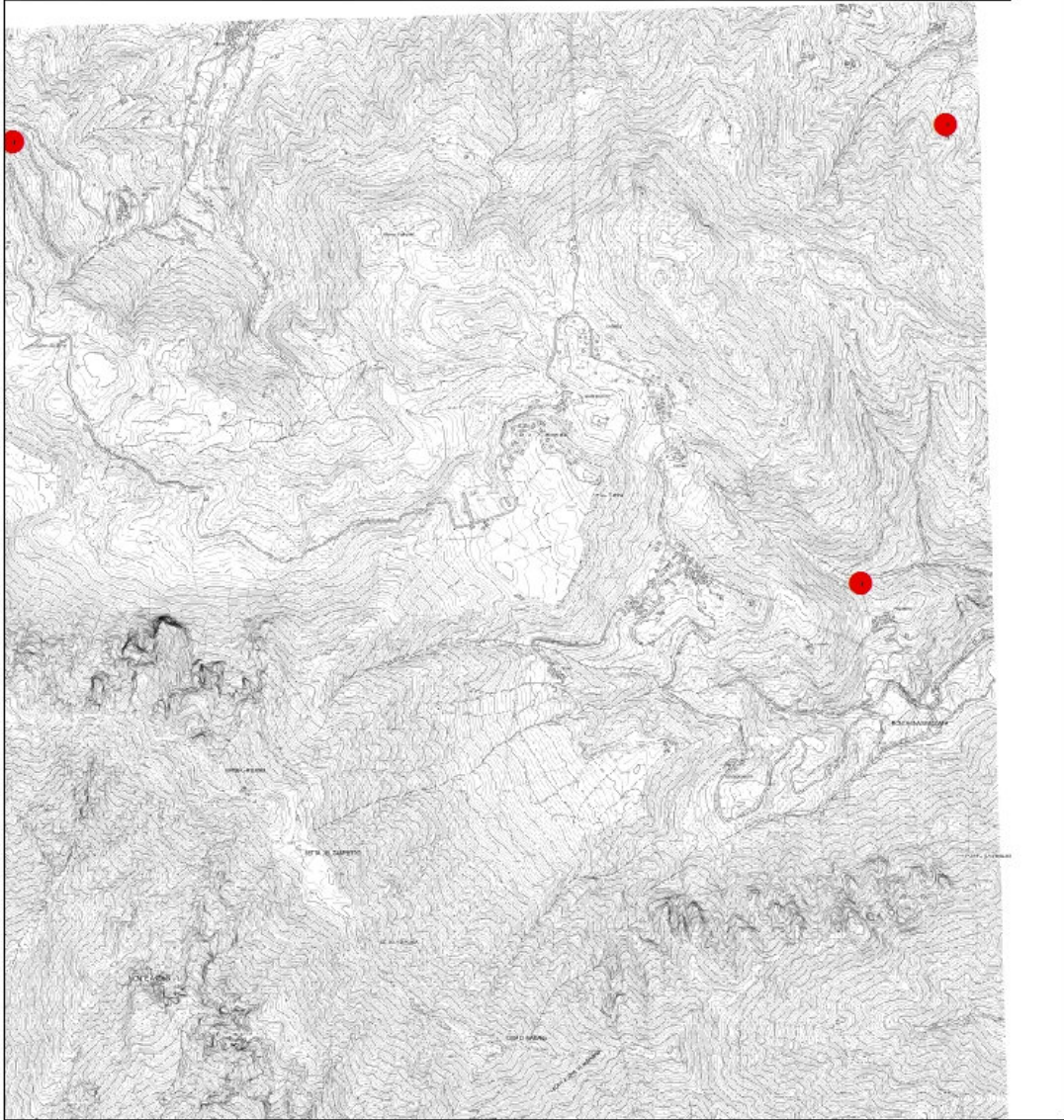


FIGURA 9.7 Bacini frane più importanti zona Recoaro Terme alta

10. INDAGINE STATISTICA

Con i dati ora in possesso (campione di dimensione $n = 27$) possiamo fare un'analisi per cercare di cogliere da un punto di vista statistico le peculiarità morfometriche delle frane analizzate.

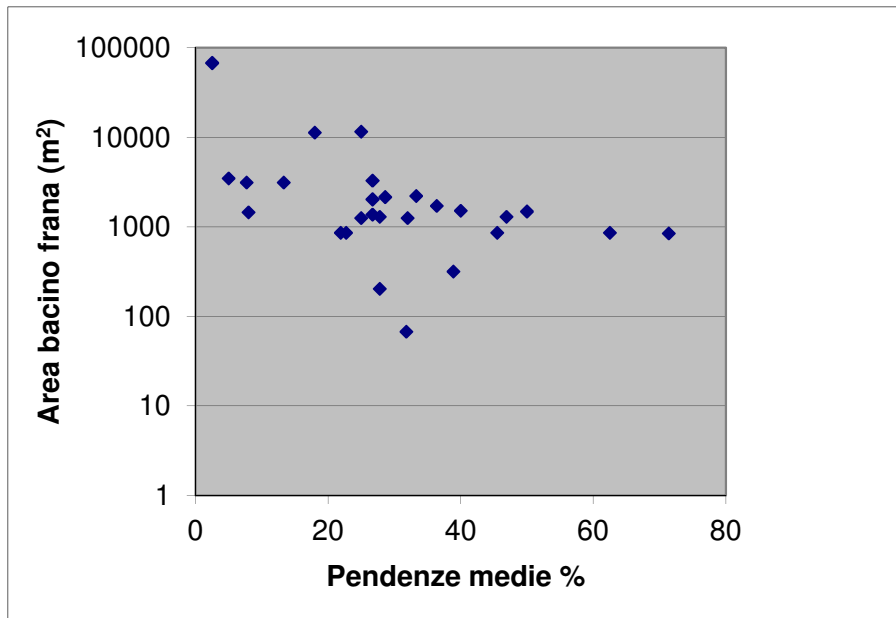


FIGURA 10.1 Grafico area bacino frana e pendenze medie rilevate nelle frane campione

Si può notare come la maggior parte delle frane abbia una pendenza e un'area di bacino molto simile tra loro, ciò può indicare una similitudine tra queste; altra cosa curiosa è che tutte le frane hanno un'area simile a parte qualche caso eccezionale. Possiamo notare che difficilmente si supera una pendenza del 50% e che la media si aggira attorno al 30% ciò può significare che questo tipo di frana si può manifestare con una pendenza di questo tipo oltre ad altri fattori.

	Valore Minimo	Valore Massimo	Media	Deviazione Standard
Area Bacino frana (m ²)	67,4	67403,2	4701,0	12834,2
Pendenze medie %	2,5	71,4	29,7	16,3

TABELLA 10.1 Dati in sintesi Area Bacino frana e Pendenze medie

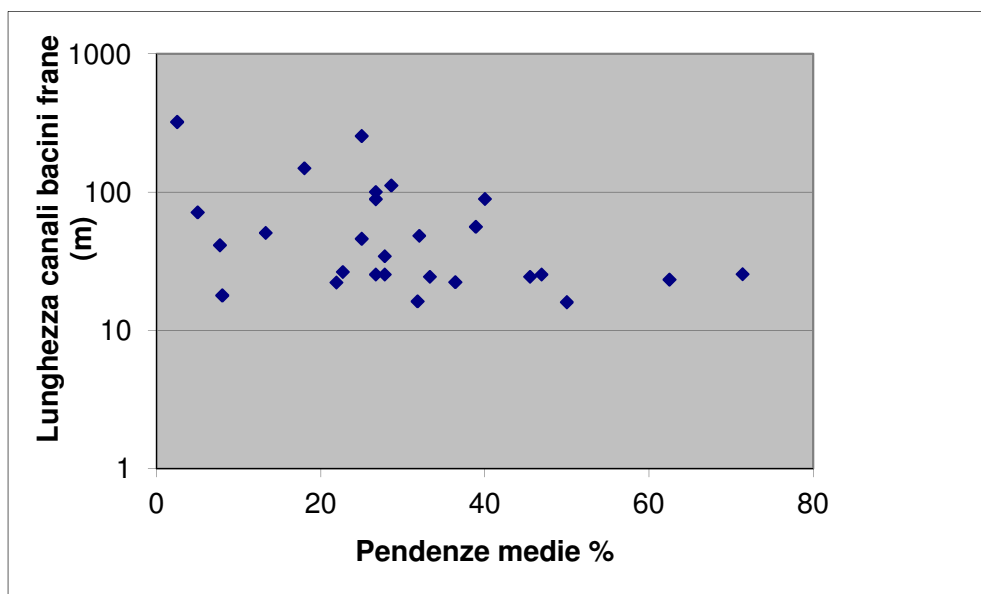


FIGURA 10.2 Grafico lunghezza canali presenti nei bacini e pendenze medie rilevate nelle frane campione

Mantenendo la pendenza come variabile indipendente e inserendo la lunghezza del canale in ordinata, possiamo notare che frane che erano molto simili tra loro nel primo caso (in termini di aree), rimangono pressoché invariate anche in questo. Notiamo una somiglianza anche per quanto riguarda la lunghezza dei canali all'interno dei bacini di frana, questo dipende dalla morfologia territoriale ma comunque può significare che per far innescare una frana può bastare un canale anche molto piccolo e con pendenze medie intorno al 30% è sufficiente un impluvio di circa 50 metri di lunghezza.

	Valore Minimo	Valore Massimo	Media	Deviazione Standard
Lunghezza canali bacini frane (m)	16	321,8	65,2	73,2
Pendenze medie %	2,5	71,4	29,7	16,6

TABELLA 10.2 Dati in sintesi Lunghezza canali bacini frane e Pendenze medie

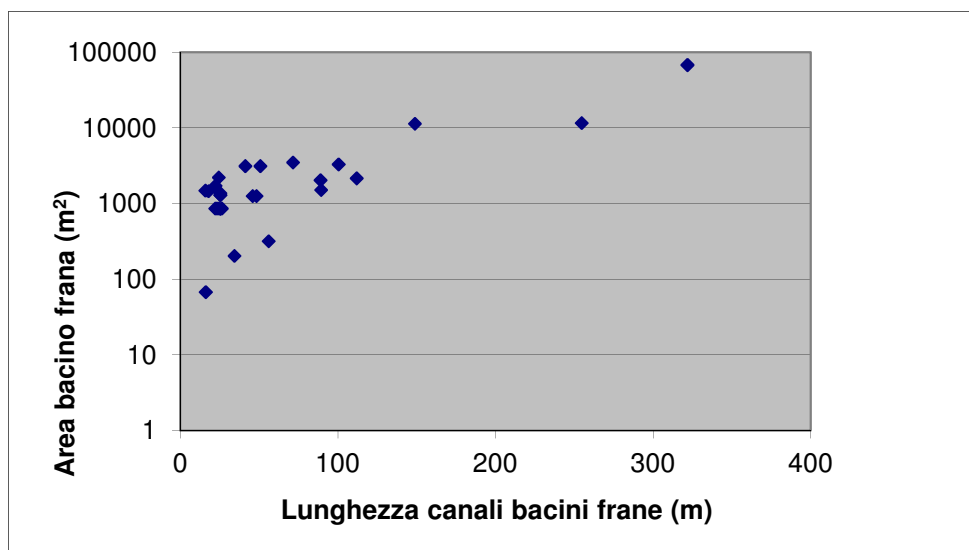


FIGURA 10.3 Grafico area bacino di frana e lunghezza canali presenti nei bacini nelle frane campione

Possiamo infine notare con l'ultimo grafico come a lunghezza di canali molto simili tra loro corrisponda ad aree di bacino molto simili, altro indizio che ci porta a dire che queste frane ricadono dal punto di vista morfometrico, in un campo di valori abbastanza circoscritto

	Valore Minimo	Valore Massimo	Media	Deviazione Standard
Area Bacino frana (m ²)	67,4	67403,2	4701,0	12834,2
Lunghezza canali bacini frane (m)	16	321,8	65,2	73,2

TABELLA 10.3 Dati in sintesi Area bacino frana e Lunghezza canali bacini frane

11. CONCLUSIONI

Lo scopo principale dello studio è stato mettere in evidenza alcune semplici caratteristiche degli eventi franosi verificatisi nei comuni dell'alto vicentino (Valli del Pasubio, Torrebelvicino e Recoaro Terme) a seguito dell'alluvione del novembre 2010.

Dopo aver analizzato il bacino idrografico delle vallate, le informazioni geologiche e l'uso del suolo, si sono compiute delle semplici elaborazioni con il software ARCGIS per estrarre le caratteristiche morfometriche di base di queste frane.

Il quadro che ne è emerso ha evidenziato una discreta omogeneità del campione, che riflette una severità dell'evento pluviometrico distribuita in modo abbastanza uniforme e severo sul territorio colpito.

Per il campione analizzato, rappresentato da 27 frane, la pendenza media di circa il 30% (17°) si è confermata come una situazione tipica; oltre $\frac{3}{4}$ del campione è risultato inoltre compreso tra il 20% e il 50% (15°-27°). Questo indica che i movimenti sono avvenuti in condizioni di "quasi colamento" del terreno, poiché i suoli risultavano fortemente imbibiti e saturi e la matrice argillosa presente li ha portati al collasso anche in condizioni di pendenza dei versanti non molto elevata. Le superfici drenate da queste frane sono risultate, inoltre, modeste e quasi sempre inferiori all'ettaro.

Analisi di questo tipo sono introduttive al fenomeno e certamente non possono considerarsi esaustive. Esse permettono, però, un primo inquadramento territoriale di fenomeni franosi avvenuti su una scala spaziale abbastanza ampia di circa 200 km².

Se questo tipo di censimento "morfometrico" delle frane venisse condotto più sistematicamente dagli Enti territoriali preposti, anche grazie alla disponibilità attuale degli strumenti GIS, si potrebbe costruire nel tempo un database più robusto e utile per individuare meglio dissesti e danni attesi a fronte di un evento meteorico di assegnate pioggia cumulata ed intensità massime su durate caratteristiche.

12. BIBLIOGRAFIA

AA.VV. “Tecniche di sistemazione idrogeologica-naturalistica”, Regione Piemonte

AA.VV. “Territorio”, Comunità Montana Agno Chiampo

AA.VV. “Rischio Idrogeologico” Relazione Piano Protezione Civile Alto Vicentino “Rischio Idrogeologico”

Andrea Bertolin “Relazione geologica”, Comune Valli del Pasubio

Gianni Pieropan (1978), Piccole Dolomiti – Pasubio, Guida dei monti d’Italia, CAI TCI

Laura Scesi; Monica Papini; Paola Gattinoni, La dinamica dei versanti e Le opere di stabilizzazione e sistemazione dei pendii in Geologia Applicata, Milano, Casa Editrice Ambrosiana

Miria Righele (2011) “Il dissesto idrogeologico nelle zone alpine”, Regione Veneto.

Tarcisio Bellò Storie di Confine, Alta via dell'Alpi Vicentine.

ELENCO SITI CONSULTATI:

http://www.arpa.veneto.it/home/htm/dati_alluvione.asp

<http://www.regione.veneto.it/Ambiente+e+Territorio/Territorio/Sistema+Informativo+Territoriale+e+Cartografia/GeoPortale.htm>

<http://www.pcn.minambiente.it/PCNDYN/catalogowms.jsp?lan=it>

Fell (1994) Cruden & Varnes (1996):

http://www.afs.enea.it/protprev/www/lineeguida2/2.2analisi_pericolosita.htm

13. RINGRAZIAMENTI

Dopo aver trascorso diversi mesi tra frane, software e ricerche varie, voglio qui ringraziare le molte persone che mi hanno aiutato e sostenuto nella stesura di questa tesi e durante questa mia esperienza universitaria.

Un primo particolare ringraziamento al Dott. Enrico Pozza, per la fondamentale collaborazione e disponibilità dimostratemi durante la stesura di questo elaborato.

Un sentito grazie va alla mia famiglia; ai miei genitori Andrea e Rita, i quali mi hanno sempre sostenuto, dimostrando sempre piena fiducia nei miei confronti, accompagnandomi nelle scelte e aiutandomi nei periodi bui passati in questi anni.

Un immenso grazie lo dedico infine ai tantissimi amici che mi circondano che mi regalano sempre un sorriso.