



Regione Lombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO



Comune di Verceia



Provincia di Sondrio

CONSULENZA GEOLOGICA
GEOLOGO
 Depoli Claudio
 23020 Prata Camportaccio (SO)
 Via Spluga, 52 - Fraz. San Cassiano
 Tel. 0343.20052 - Fax. 0343.21689



ARCHITETTURA
URBANISTICA
INTERNI



ARCHITETTI
 Enzo Bonazzola
 Bruno Comi
 Luigi Conca
 Silvano Molinetti

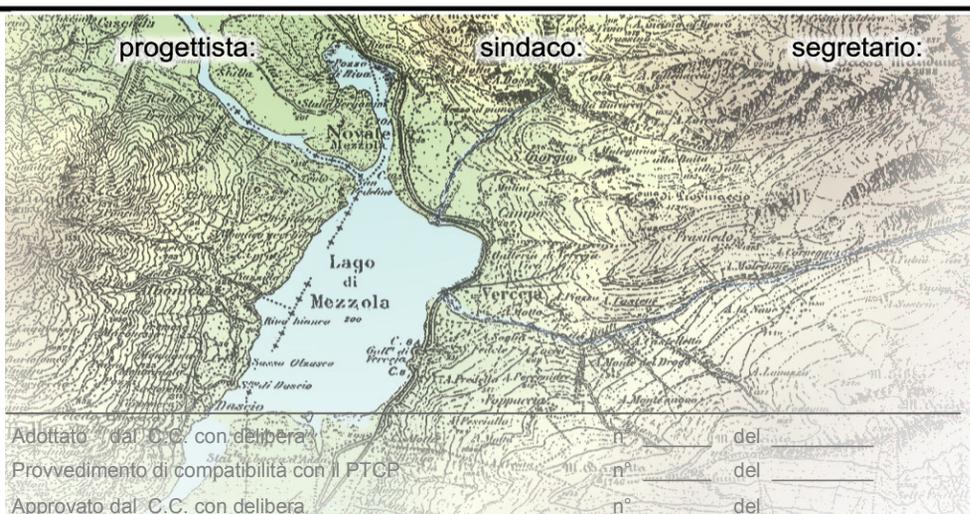
23022 Chiavenna (SO)
 P.zza Bertacchi, 6
 Tel. 0343.32835
 Fax 0343.35257
 E-mail: infoch@studioquattro.it

22015 Gravedona (CO)
 Viale Stampa, 4
 Tel. 0344.85769
 Fax 0344.89240
 E-mail: info@studioquattro.it
 P.IVA 00145020145

progettista:

sindaco:

segretario:



Adottato dal C.C. con delibera n° del del
 Provvedimento di compatibilità con il PTCP n° del del
 Approvato dal C.C. con delibera n° del del

- DOCUMENTO DI PIANO -

Analisi delle aree in dissesto Fq del P.A.I. RELAZIONE

Recepimento Parere Regione Lombardia, pianificazione dell'assetto idrogeologico
 e progetti strategici di sottobacino, protocollo Z1.2010.0028785 del 09/11/2010

allegato:

A7

Nome File:	Data:	Fase di lavoro:	Redatto:	Verif.:	Approv.:	Bozza:
COPERTINE	Settembre '10		AS	CD	CD	1
	Novembre 2010					

STUDIOQUATTRO

ARCHITETTI: ENZO BONAZZOLA - BRUNO COMI - LUIGI CONCA - SILVANO MOLINETTI

Indice:

Indice:	1
1 Premessa	3
2 Procedure di definizione preliminare della pericolosità	4
3 Procedure di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di frana	5
3.1 Premessa.....	5
3.2 La zonazione della pericolosità generata da scivolamenti, scivolamenti-colate e colate di grandi dimensioni.	5
4 Individuazione delle aree di studio	7
5 Raccolta e verifica dati bibliografici esistenti e definizione delle tipologie di frane sulla base delle loro attività	8
5.1 Premessa.....	8
5.2 Sistemi informativi territoriali di riferimento	9
<i>Studi geologici comunali</i>	9
<i>GeoiffiNET</i>	10
<i>Caratterizzazione frane</i>	11
6 Rilevamenti litologici e della dinamica geomorfologica di aggiornamento della bibliografia tecnica esistente	21
6.1 Litologia	21
6.2 Dinamica geomorfologica.....	21
7 Definizione delle classi di pendenza	22
7.1 Carta delle pendenze del comune di Verceia (SO) - inquadramento generale ...	22
7.2 Carta delle pendenze del comune di Verceia (SO) - analisi delle aree di studio .	24
<i>Stazione n. 1 n. 2</i>	24

1

7.3	Classi di pendenza.....	25
8	Caratterizzazione delle aree omogenee	26
9	Carta della pericolosità preliminare e definitiva: modellazione ed analisi numerica della stabilità del pendio- revisione	27
9.1	Metodologia operativa.....	27
9.2	Introduzione all'analisi di stabilità	27
9.3	Metodo per il calcolo della stabilità globale di versante- pendio indefinito	28
10	Analisi specifica delle zone soggette a frana quiescente (Fq del PAI)	31
10.1	Metodologia e obiettivo dell'indagine.....	31
10.2	Sintesi delle stazioni di rilievo.....	32
10.3	Stazione di rilievo n. 1	33
10.4	Stazione di rilievo n. 2.....	38
	Allegati:	45

1 Premessa

Il presente studio, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Verceia, provincia di Sondrio, è stato redatto unitamente all'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del redigendo PGT, allo scopo di valutare, analizzando le tipologie di fenomeni morfodinamici più probabili, lo stato del dissesto quiescente nel territorio comunale assoggettato al perimetro di "Fq" ovvero ambito a frana quiescente del PAI, individuato nel precedente studio geologico di supporto del PRG sulla base della cartografia GEOIFFI della Regione Lombardia e , **al fine di proporre una differente perimetrazione degli ambiti di frana, proposta già riportata nelle tavole di PGT.**

Le metodologie seguite ed i risultati dello studio vengono descritte in dettaglio nei paragrafi che seguono, attuando le indicazioni previste nell'allegato n.2 dello studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT della l.r. 12/2005 che definisce la procedura per la valutazione della pericolosità da frana.

Lo studio è stato articolato in diverse fasi, previste dalla vigente normativa:

- ▶ procedure di definizione preliminare della pericolosità
- ▶ procedure di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di frana.

In particolare si è sviluppato il secondo punto mediante la seguente procedura:

- individuazione delle aree di studio;
- raccolta e verifica dati bibliografici esistenti e definizione delle tipologie di frane sulla base delle loro attività;
- rilevamenti litologici e della dinamica geomorfologica di aggiornamento della bibliografia tecnica esistente;
- definizione delle classi di pendenza ;
- caratterizzazione delle aree omogenee;
- carta della pericolosità preliminare e definitiva: modellazione ed analisi numerica della stabilità del pendio- revisione
- analisi specifica delle zone soggette a frana quiescente (Fq del PAI) con proposte di ripermetrazione aree di frane.

Il presente documento attua le prescrizioni del Parere Regione Lombardia, pianificazione dell'assetto idrogeologico e progetti strategici di sottobacino, protocollo Z1.2010.0028785 del 09/11/2010 che nello specifico, fa riferimento al seguente punto (si riportano testuali parole):

- per quanto riguarda lo studio di dettaglio si specifica che, così come evidenziato in tabella 2 della d.g.r. n. 7374/2008 le aree classificate in classe di pericolosità H2 devono essere classificate, nella carta del dissesto PAI, come frane quiescenti (Fq) e non come frane stabilizzate (Fs).

Si prende atto delle seguente prescrizione nelle tavole allegate:

- carta dei vincoli PAI e della pericolosità finale

- carta della fattibilità geologica e vincoli PAI

e nelle seguente relazione al capitolo n.10 sottolineando le modifiche .

2 Procedure di definizione preliminare della pericolosità

Le procedure di definizione preliminare della pericolosità forniscono uno standard, che a partire dai dati contenuti nella carta inventario dei dissesti, permette di definire un'area di pericolosità delle frane ed in particolare la loro possibile zona di espansione, mediante metodi rapidi, generalmente pubblicati in letteratura.

Le procedure sono conservative e di carattere generale. Sono state differenziate in n. 3 tipi di frane più frequenti in Regione Lombardia, quali:

- crolli di masse,
- frane di scivolamento,
- colate detritiche su versante,
- trasporto di massa sui conoidi.

Considerato l'ambito territoriale di Verceia, provincia di Sondrio, la tipologia delle coltri di copertura dei versanti, la morfologia ed acclività degli stessi, risultano prevalenti tipologie di frane scivolamento.

Gli elementi a disposizione, (numerosi sopralluoghi sul territorio successivamente alla prima stesura del documento geologico) il rilievo aerofotogrammetrico attuale (che copre le aree di fondovalle) e il confronto con l'attuale tavola dei dissesti del PRG vigente del comune di Verceia (SO) e i criteri utilizzati per la sua redazione hanno permesso di definire un quadro della pericolosità preliminare coincidente con la pericolosità finale, caratterizzata in seguito.

Si conclude affermando pertanto che per la revisione delle aree in dissesto Fq esaminate, e di seguito approfondite, si procederà alla stesura di un'unica carta della pericolosità.

3 Procedure di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di frana

3.1 Premessa

Il metodo di studio illustrato è stato sviluppato tenendo conto delle indicazioni delle legge sul governo del territorio della Regione Lombardia (l.r. 12/05).

Si tratta di un metodo speditivo di valutazione della pericolosità da frana che permette di zonare il territorio secondo classi di pericolosità e di rischio relativi differenti. Questa zonazione è rivolta ad aree limitate e circoscritte (vedi capitolo “individuazione delle aree di studio”).

La pericolosità viene valutata in n. 2 fasi. Una prima fase tiene in considerazione i fattori preparatori e definisce un a pericolosità preliminare, la seconda considera i fattori che indicano l'attività o le cause innescanti e permette di valutare la pericolosità finale.

La procedura per la zonazione della pericolosità fa riferimento, per lo studio in esame, a:

- ▶ scivolamenti, scivolamenti-colate e colate di grandi dimensioni.

3.2 La zonazione della pericolosità generata da scivolamenti, scivolamenti-colate e colate di grandi dimensioni.

All'interno di questa categoria ricadono gli scivolamenti, scivolamenti-colate e colate con spessori superiori ai 2 metri e con volumetrie superiori ai 1000 mc.

Le frane esistenti vanno classificate in base al loro stato di attività, definito utilizzando la cartografia esistente sopra citata, che andrà comunque controllata con indagini sul terreno, raggruppandole in:

- attive – attualmente in movimento o mossesi nell'ultimo ciclo stagionale;
- quiescenti – riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti;
- inattive – non più influenzate dalle loro cause originali;
- relitte – sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

Per l'attribuzione della pericolosità ci si basa sulla precedente classificazione di attività secondo il seguente schema:

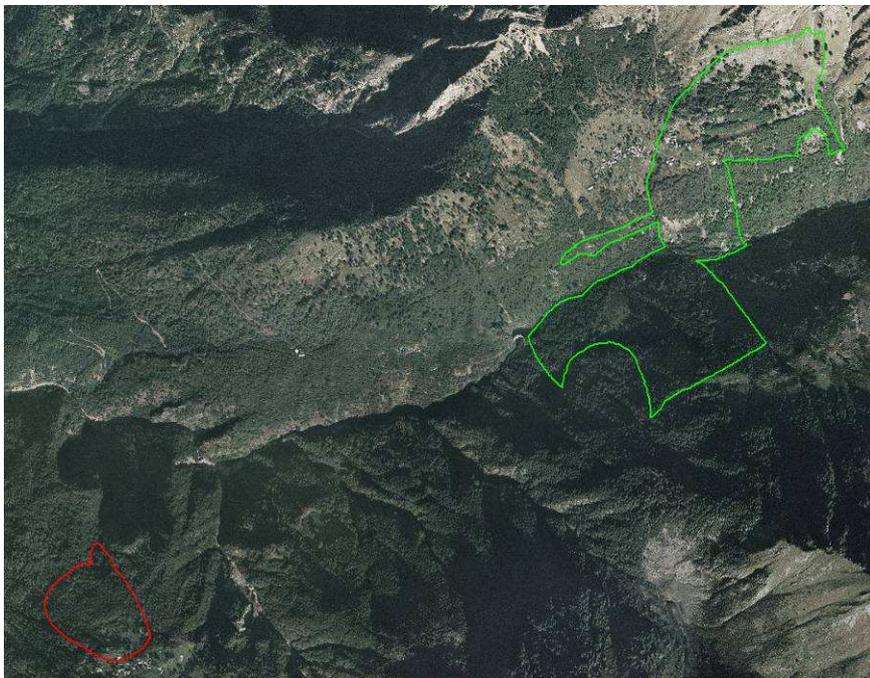
- attiva – pericolosità H5
- quiescente – pericolosità H4 se vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni
pericolosità H3 se non vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni
- inattiva – pericolosità H2
- relitta – pericolosità H1

Per quanto riguarda la pendenza si devono individuare almeno 3 classi; l'ampiezza delle classi va scelta in funzione delle caratteristiche morfologiche dell'area di studio.

Nel caso in cui una prima attribuzione delle classi di pendenza non permetta la delimitazione di un numero significativo di aree omogenee, un criterio di scelta delle classi è quello di considerare le pendenze delle aree di frana.

Per ciascuna delle aree omogenee ricavate dall'intersezione si effettua un'analisi di stabilità utilizzando il metodo più appropriato alla situazione geomeccanica presente.

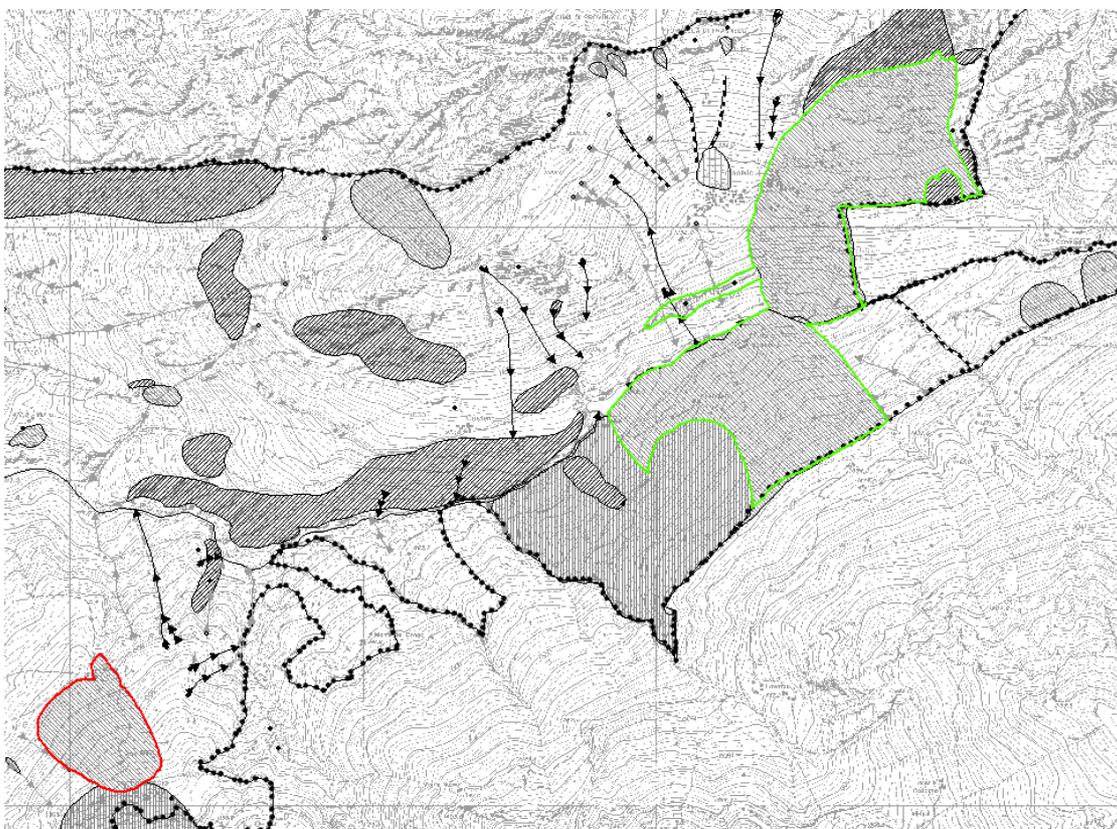
4 Individuazione delle aree di studio



Sono state definite le aree di studio che ricalca gli ambiti di frana Fq attualmente presenti nella carta dei dissesti PAI e ricadenti negli ambiti urbani – antropizzati.

Vengono individuati n. 2 ambiti di studio, come si evidenzia nell'ortofoto.

Sono gli ambiti in cui ricadono i dissesti, meglio evidenziati nella carta tecnica regionale sottostante con la vigente perimetrazione dei dissesti PAI .



Nelle pagine successive si approfondiranno le aree di studio.

5 Raccolta e verifica dati bibliografici esistenti e definizione delle tipologie di frane sulla base delle loro attività

5.1 Premessa

La raccolta e la verifica dei dati bibliografici ha avuto il SIT della Regione Lombardia che riprende lo studio geologico di supporto al PRG (redatto dallo scrivente nel dicembre 2002 con aggiornamento del giugno 2003) e l'inventario delle frane e dei dissesti, nello specifico si è utilizzato:

- ▶ Regione Lombardia – Studi geologici comunali
- ▶ GeoiffiNET

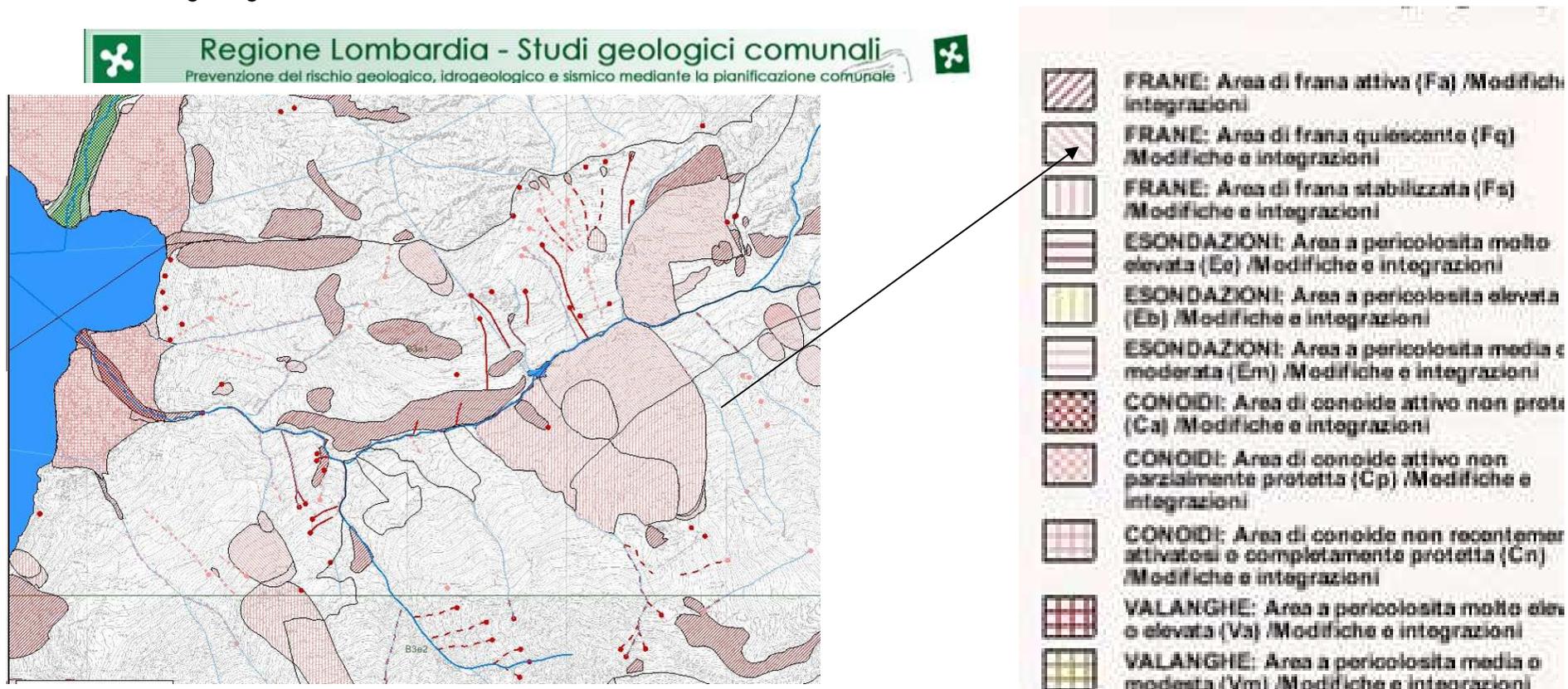
Si riportano nei paragrafi successivi n. 2 estratti significativi che mostrano il quadro dei dissesti secondo i sistemi informativi territoriali. Si può notare come i dissesti nei due estratti coincidano solo in alcuni casi e pertanto si riportano solo le caratteristiche delle principali frane coincidenti in riferimento al loro grado di attività.

Le analisi condotte sui dissesti fan riferimento esclusivamente a frane di tipo quiescenti (Fq – PAI).

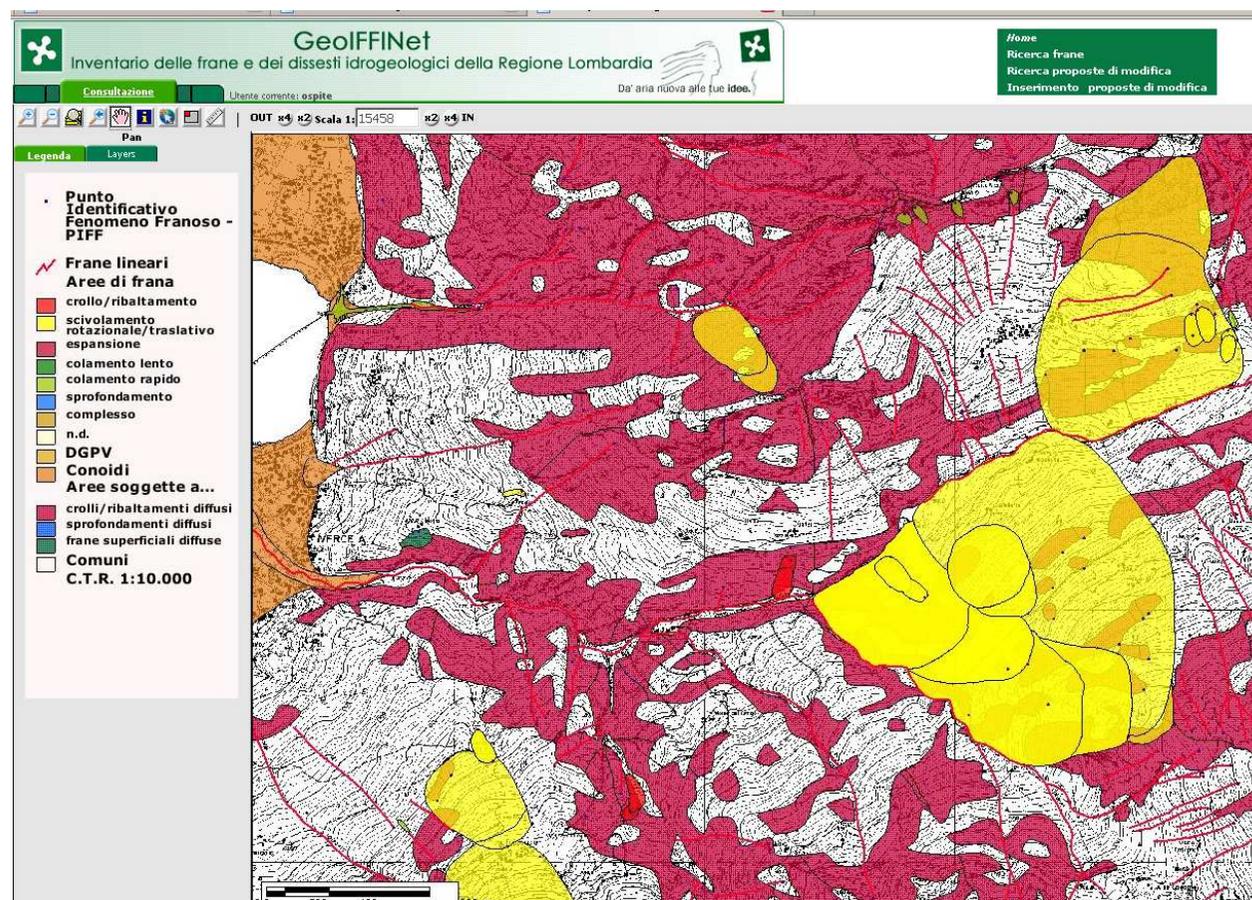
In riferimento ai dissesti non cartografati sulla carta del PRG ma presenti sulla carta Geoiffi si può affermare che la carta del PRG è un successivo passo di quello del GeoiffiNET in quanto la redazione di quest'ultimo è avvenuta nei primi anni 80' su base ortofoto, risulta esser quindi una carta meno aggiornata.

5.2 Sistemi informativi territoriali di riferimento

Studi geologici comunali

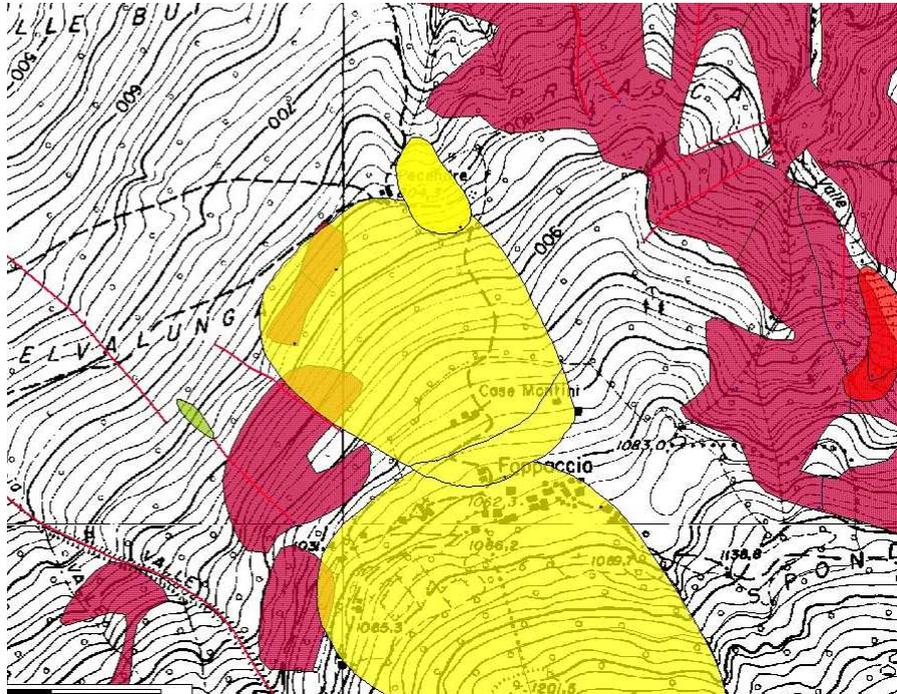


GeoiffiNET



Caratterizzazione frane

Frana 1



GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194501

Primo Livello

[Generalità](#)
[Classificazione/Attività](#)
[Metodo Valutazione](#)
[Fotointerpretazione](#)
[Stima dei danni](#)

[Frane collegate](#)

Dati Correlati

[Secondo Livello](#)
[Terzo Livello](#)
[Cartografia](#)

[Home](#)

Generalità

Localizzazione

Regione Lombardia
Provincia Sondrio
Comune Verceia
Autorità di bacino Po
Toponimo IGM

Sigla

Sigla

Compilazione

Data 2000-12-31
Compilatore Struttura rischi idrogeologici
Istituzione Regione Lombardia

Note

Incertezza:3

Carg

Carg

CTR

Scala 1: 10000
Numero B3e1
Toponimo Novate\Mezzola

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194501

Primo Livello

[Generalità](#)
[Classificazione/Attività](#)
[Metodo Valutazione](#)
[Fotointerpretazione](#)
[Stima dei danni](#)

[Frane collegate](#)

Dati Correlati

[Secondo Livello](#)
[Terzo Livello](#)
[Cartografia](#)

[Home](#)

Livello 1 - Classificazione/Attività

Classificazione

Tipo movimento Scivolamento rotazionale/traslattivo
Note

Attività

Stato Quiescente
Data della più recente osservazione 1982-08-15 00:00:00
che ha permesso di determinare lo stato di attività

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194501

Primo Livello

Generalità
 Classificazione/Attività
Metodo Valutazione
 Fotointerpretazione
 Stima dei danni

Frane collegate

Dati Correlati

Secondo Livello
 Terzo Livello
 Cartografia

Home

Livello 1 - Metodo valutazione movimento e attività

Metodo
 Fotointerpretazione

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194501

Primo Livello

Generalità
 Classificazione/Attività
Metodo Valutazione
 Fotointerpretazione
 Stima dei danni

Frane collegate

Dati Correlati

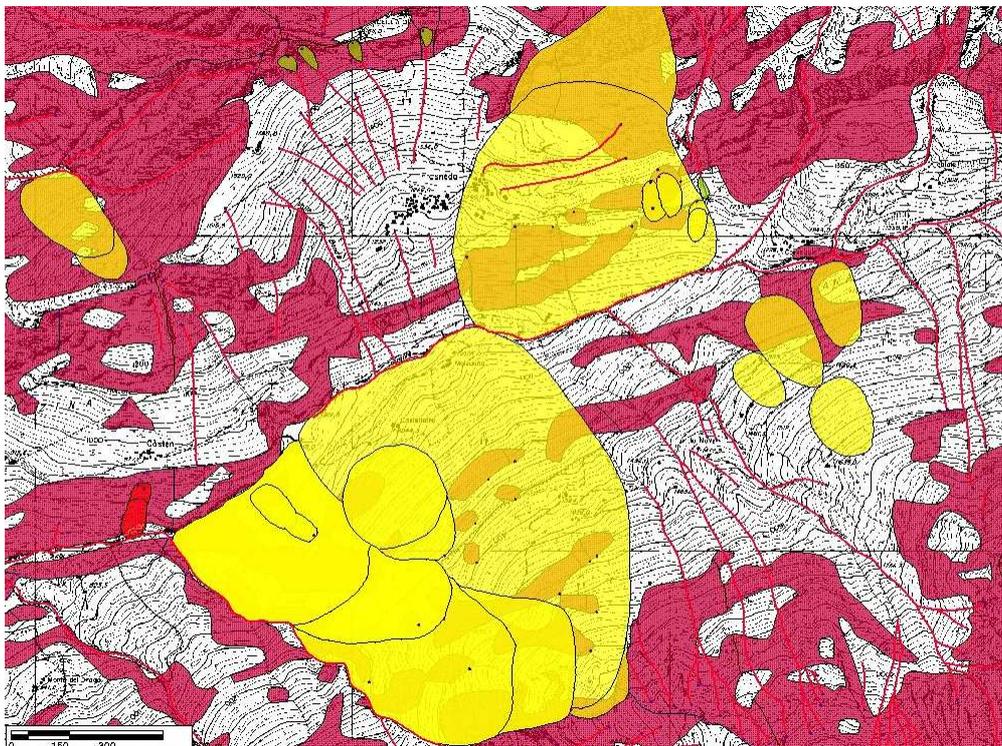
Secondo Livello
 Terzo Livello
 Cartografia

Home

Livello 1 - Fotointerpretazione

Id volo	No. foto	No. stric	Metodo valutazione	Foto	Volo	Scala volo	Data volo
0301	000000	000000	entrambi (tipo e attività)		Tem.1 Lombardia	20000	1980-1982

The screenshot displays the GeolFFINet web application interface. At the top, the logo 'GeolFFINet' is centered, with the subtitle 'Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia' below it. To the right of the subtitle is a small graphic of a hand holding a leaf and the slogan 'Da' aria nuova alle tue idee.' Below the header is a green navigation bar with the text 'DETTAGLI FRANA'. The main content area is divided into two columns. The left column contains a sidebar with the following elements: 'Id. frana' (0140194501), 'Primo Livello' (highlighted), 'Generalità', 'Classificazione/Attività', 'Metodo Valutazione', 'Fotointerpretazione', 'Stima dei danni', 'Frane collegate', 'Dati Correlati' (highlighted), 'Secondo Livello', 'Terzo Livello', 'Cartografia', and a 'Home' button. The right column is titled 'Livello 1 - Stima dei danni' and contains a table with one row: 'Stima dei danni' with the value 'n.d.'. The interface has a light green and white color scheme with a standard browser window border.



GeoFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194601

Primo Livello

[Generalità](#)
[Classificazione/Attività](#)
[Metodo Valutazione](#)
[Fotointerpretazione](#)
[Stima dei danni](#)

[Frane collegate](#)
Dati Correlati
[Secondo Livello](#)
[Terzo Livello](#)
[Cartografia](#)

[Home](#)

Generalità

Localizzazione

Regione Lombardia
Provincia Sondrio
Comune Novate Mezzola
Autorità di bacino Po
Toponimo IGM

Sigla

Compilazione

Data 2000-12-31
Compilatore Struttura rischi idrogeologici
Istituzione Regione Lombardia

Note

Incertezza:1

Carg

CTR

Scala 1: 10000
Numero B3e1
Toponimo Novate\Mezzola

GeOFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194601

Primo Livello

Generalità
 Classificazione/Attività
 Metodo Valutazione
 Fotointerpretazione
 Stima dei danni

Frane collegate
Dati Correlati
 Secondo Livello
 Terzo Livello
 Cartografia

Home

Livello 1 - Classificazione/Attività

Classificazione

Tipo movimento Scivolamento rotazionale/traslativo

Note

Attività

Stato Quiescente

Data della più recente osservazione 1982-08-15 00:00:00.0
 che ha permesso di determinare lo stato di attività

GeOFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194601

Primo Livello

Generalità
 Classificazione/Attività
 Metodo Valutazione
 Fotointerpretazione
 Stima dei danni

Frane collegate
Dati Correlati
 Secondo Livello
 Terzo Livello
 Cartografia

Home

Livello 1 - Metodo valutazione movimento e attività

Metodo
 Fotointerpretazione

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194601

Primo Livello

Generalità
Classificazione/Attività
Metodo Valutazione
Fotointerpretazione
Stima dei danni

Livello 1 - Fotointerpretazione

Id volo	No. foto	No. stric	Metodo valutazione	Foto	Volo	Scala volo	Data volo
0301	000000	000000	entrambi (tipo e attività)		Tem.1 Lombardia	20000	1980-1982

Frane collegate

Dati Correlati

Secondo Livello
Terzo Livello
Cartografia

Home

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140194601

Primo Livello

Generalità
Classificazione/Attività
Metodo Valutazione
Fotointerpretazione
Stima dei danni

Livello 1 - Stima dei danni

Stima dei danni
 n.d.

Frane collegate

Dati Correlati

Secondo Livello
Terzo Livello
Cartografia

Home

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140195001

Primo Livello

[Generalità](#)
[Classificazione/Attività](#)
[Metodo Valutazione](#)
[Fotointerpretazione](#)
[Stima dei danni](#)

[Frane collegate](#)

Dati Correlati

[Secondo Livello](#)
[Terzo Livello](#)
[Cartografia](#)

[Home](#)

Generalità

Localizzazione

Regione Lombardia
Provincia Sondrio
Comune Verceia
Autorità di bacino Po
Toponimo IGM

Sigla

Sigla

Compilazione

Data 2000-12-31
Compilatore Struttura rischi idrogeologici
Istituzione Regione Lombardia

Note

Incertezza:0

Carg

Carg

CTR

Scala 1: 10000
Numero B3e1
Toponimo Novate\Mezzola

GeoIFFINet
 Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Da' aria nuova alle tue idee.

DETTAGLI FRANA

Id. frana
 0140195001

Primo Livello

[Generalità](#)
[Classificazione/Attività](#)
[Metodo Valutazione](#)
[Fotointerpretazione](#)
[Stima dei danni](#)

[Frane collegate](#)

Dati Correlati

[Secondo Livello](#)
[Terzo Livello](#)
[Cartografia](#)

[Home](#)

Livello 1 - Classificazione/Attività

Classificazione

Tipo movimento Scivolamento rotazionale/traslatoivo
Note

Attività

Stato Quiescente
Data della più recente osservazione 1982-08-15 00:00:00.0
che ha permesso di determinare lo stato di attività

Id volo	No. foto	No. stric	Metodo valutazione	Foto	Volo	Scala volo	Data volo
0301	000000	000000	entrambi (tipo e attività)		Tem.1 Lombardia	20000	1980-1982

The screenshot displays the 'GeoffNet' web application interface. The header includes the logo and the text 'Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia'. Below the header, there is a navigation menu with 'DETTAGLI FRANA' selected. The main content area is divided into two columns. The left column contains a sidebar with the following items: 'Id. frana' (0140195001), 'Primo Livello', 'Generalità', 'Classificazione/Attività', 'Metodo Valutazione', 'Fotointerpretazione', 'Stima dei danni', 'Frane collegate', 'Dati Correlati', 'Secondo Livello', 'Terzo Livello', 'Cartografia', and 'Home'. The right column is titled 'Livello 1 - Stima dei danni' and contains a table with one row: 'Stima dei danni' with the value 'n.d.'. The interface is styled with a light green and white color scheme.

6 Rilevamenti litologici e della dinamica geomorfologica di aggiornamento della bibliografia tecnica esistente

6.1 Litologia

L'area è costituita da depositi semicoerenti, in genere di granulometria medio fine con presenza di trovanti (massi), intercalazioni sabbiose e ghiaiose a granulometria fine e molto fine (sabbie fini e limo).

Dalla bibliografia tecnica esistente si possono estrapolare una serie d'interessanti dati relativi alla stratigrafia dei depositi ed alle caratteristiche meccaniche degli stessi.

Infatti sono disponibili una serie d'informazioni relative a specifiche indagini geognostiche per la costruzione di manufatti ed edifici di vario genere. Da tali dati si rileva che questi depositi presentano essenzialmente granulometrie abbastanza omogenee con presenza di livelli superficiali tipici delle coltri glaciali, ovvero granulometrie grossolane ghiaiose con ciottoli sparsi e livelli sottostanti sabbiosi limosi di notevole potenza e possibilità anche di trovare durante lo scavo massi di notevole cubatura.

6.2 Dinamica geomorfologica

In generale i problemi che investono il territorio riguardano essenzialmente:

- Problemi di stabilità per le aree a ridosso dei versanti rocciosi e non con possibili frane legate ai cicli di gelo e disgelo ed al ruscellamento diffuso lungo i versanti stessi.
- Problemi di carattere idrogeologico soprattutto per le aree urbane a ridosso delle aste fluviali.
- Problemi minori connessi a frane superficiali e/o scivolamenti.

Il tematismo trattato è certamente il punto di base per l'individuazione delle problematiche esistenti sul territorio; in esso sono contenute le informazioni relative alle forme di erosione, di accumulo, ecc. ovvero la situazione relativa ai processi modellatori del territorio, sia attivi che inattivi.

Sono esaminate tutte quelle forme connesse all'azione di singoli processi, riferibili alle acque correnti, alla gravità, spesso azioni concomitanti, che hanno determinato o che sono causa di frane, erosioni, esondazioni, reali o potenziali.

La cartografia di detti processi permette la definizione di un quadro base sulla situazione di attività geologica del territorio; si evidenziano così aree che presentano situazioni di instabilità ben evidente, con nicchie di frana attive o zone di rischio latente.

Dissesti all'interno della coltre detritica superficiale sono meno evidenti e si rinvengono sostanzialmente all'interno dei depositi morenici sul versante.

Per quanto attiene ai processi più prettamente legati al sistema idrologico, si devono segnalare i fenomeni di sovralluvionamento che interessano un pò tutte le principali aste fluviali del comune.

Conseguentemente si originano spesso deviazioni delle correnti di piena che determinano erosioni e scalzamento degli argini esistenti.

7 Definizione delle classi di pendenza

7.1 Carta delle pendenze del comune di Verceia (SO) - inquadramento generale

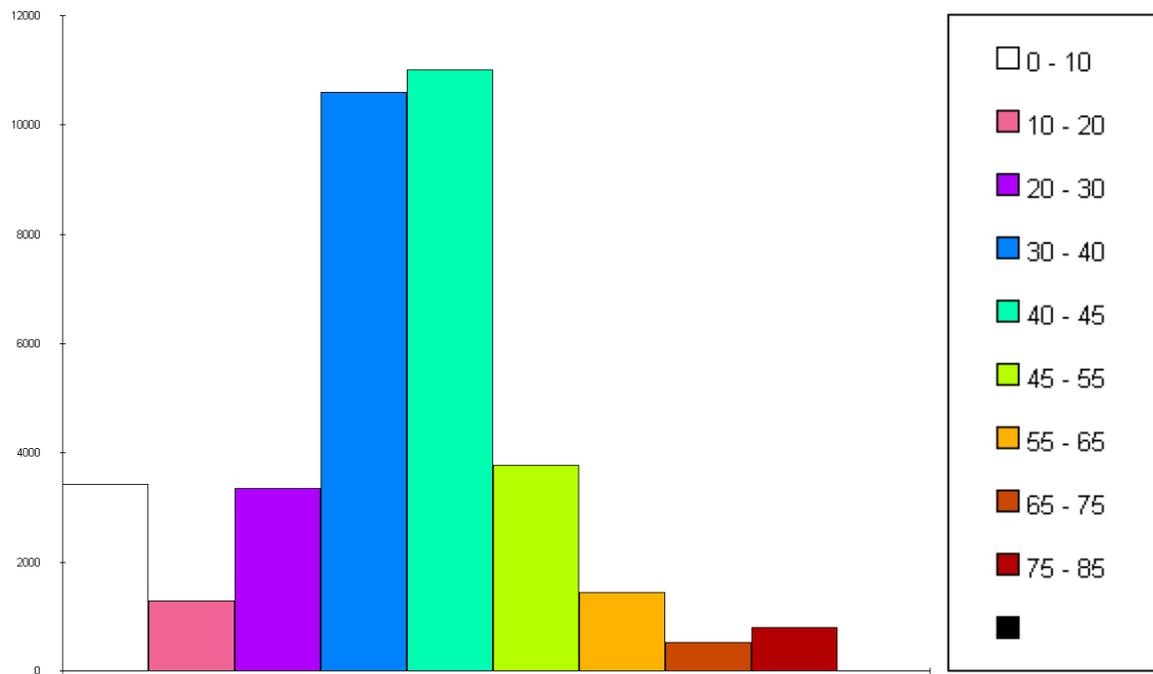
La carta è il risultato di elaborazioni svolte in modo automatico nel Sistema Informativo Territoriale a partire dalle curve di livello (CT10).

L'elaborazione e la produzione vengono condotte in ambiente ARC/INFO, sottoambiente TIN (Triangular Irregular Network).

Il modello delle pendenze viene realizzato con una funzione di triangolazione di punti quotati, alcuni forniti direttamente altri campionati in modo automatico dalle curve di livello.

Le informazioni sulle pendenze sono espresse in percentuale successivamente distribuite in classi (vedi paragrafo successivo).

Si riporta un istogramma rappresentativo dell'intero territorio comunale di Verceia (SO) dove sulle ascisse sono rappresentate le pendenze espresse in gradi mentre sulle ordinate il numero di pixel ricoprente il territorio. Si può notare come le pendenze maggiormente rappresentate sia espresse dai valori di 30-40' e 40-50'.



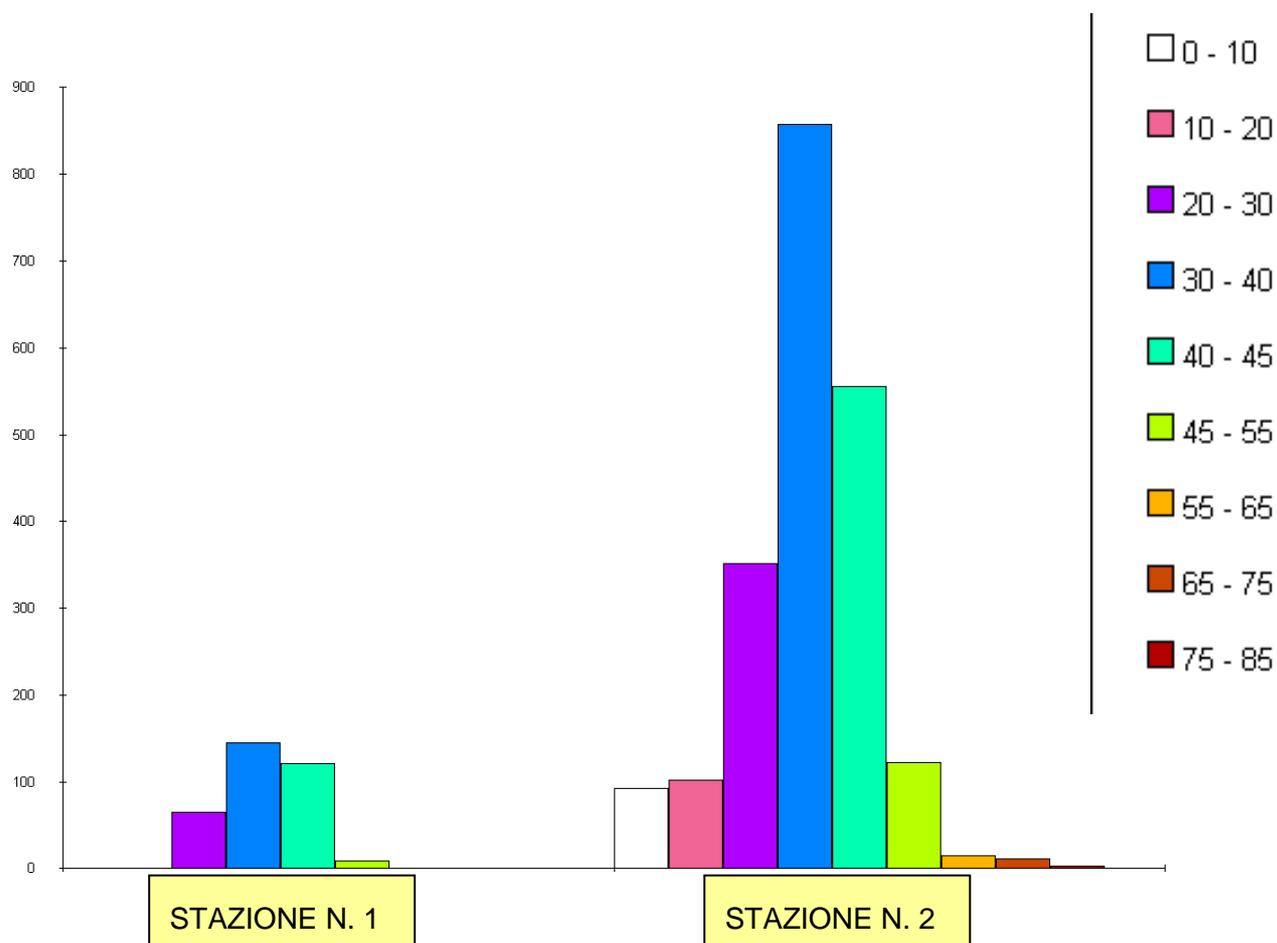
7.2 Carta delle pendenze del comune di Verceia (SO) - analisi delle aree di studio

Come in precedenza detto le aree di studio o di stazione di rilevamento sono n.2.

Si è preceduto a correlare le stazioni di rilevamento alla carta delle pendenza (espressa in gradi) con il seguente risultato:

Stazione n. 1 n. 2

Il grafico sotto riporta le pendenze sull'area delle stazione di riferimento.



7.3 Classi di pendenza

Sulla base delle analisi svolte si possono definire n. 8 classi di pendenza (espressa in gradi), così distribuite:

Classe n. 1	0 – 10
Classe n. 2	10 – 20
Classe n. 3	20 – 30
Classe n. 4	30 – 40
Classe n. 5	40 - 45
Classe n. 6	45 - 55
Classe n. 7	55 - 65
Classe n. 8	> 65

8 Caratterizzazione delle aree omogenee

Deriva dal confronto fra i dati a disposizione ovvero:

- 1) Carta clivometrica, ottenuta dalla CTR
- 2) Caratterizzazione dei parametri fisico-meccanici delle terre

Il documento redatto consente di individuare sostanzialmente n. 4 classi omogenee ove la differenziazione è legata prevalentemente alla differente pendenza:

Le principali classi omogenee sono così definite:

ZONE OMOGENEE	CLASSE DI PENDENZA	PARAMETRI MECCANICI	
01 Deposito morenico	1 - 2 - 3	$\varphi = 35^\circ$ $C = 50 \text{ kN}$ $\gamma = 1930 \text{ Kg/mc}$	
02 Deposito eluviale Roccia	4 - 5 - 6 - 7	$\varphi = 28^\circ$ $C = 100 \text{ kN}$ $\gamma = 1700 \text{ Kg/mc}$	$\varphi = 40^\circ$ $C = 0 \text{ kN}$ $\gamma = 2400 \text{ Kg/mc}$
03 Deposito detritico	4 - 5	$\varphi = 40^\circ$ $C = 0 \text{ kN}$ $\gamma = 2000 \text{ Kg/mc}$	
04 Deposito alluvionale	1 - 2	$\varphi = 35^\circ$ $C = 0 \text{ kN}$ $\gamma = 1900 \text{ Kg/mc}$	

9 Carta della pericolosità preliminare e definitiva: modellazione ed analisi numerica della stabilità del pendio- revisione

La fase di successiva analisi, dopo aver predisposto la tavola delle classi omogenee è stata dapprima la definizione della pericolosità preliminare e successivamente della pericolosità definitiva.

Per tale processo è stata prioritaria la valutazione della stabilità delle terre ed il successivo confronto con le caratteristiche idrogeologiche, vegetazionali e l'interazione con le opere esistenti.

Da un punto di vista meccanico la vegetazione può agire in diversi modi sui processi di dissesto. Innanzitutto ha un'azione di rinforzo meccanico legato alla mobilitazione della resistenza a trazione delle radici per mezzo dell'attrito che si genera tra suolo e radici stesse.

In secondo luogo, nel caso della vegetazione arborea le piante, ancorandosi al substrato attraverso l'apparato radicale possono generare un effetto contrafforte in grado di scaricare parte delle tensioni del terreno e al tempo stesso offrire un supporto alla parte del versante che grava direttamente su di esse.

In taluni casi la vegetazione arborea può costituire sovraccarico in grado di destabilizzare i versanti, effetto rilevante nel caso di boschi d'alto fusto. Esistono inoltre dimostrazioni in bibliografia che in alcune condizioni, quali bassa coesione e pendenza moderata, il sovraccarico ha invece un effetto stabilizzante. Controverse sono anche le opinioni sull'effetto leva del vento che agendo sulla chioma trasferisce, mediante il fusto, le tensioni al terreno. Tale effetto è ritenuto stabilizzante in relazione della direzione del vento ed all'inclinazione del versante, mentre nel caso di versanti rocciosi le radici possono creare delle fessurazioni che riducono la resistenza del substrato lapideo.

Per quanto riguarda la presenza di manto erboso può produrre effetti sia positivi sia negativi. Infatti, a seguito di piogge intense permette la non infiltrazione delle piogge, ma di contro lo scorrimento e la concentrazione delle acque in posizioni in cui si possono verificare escavazioni localizzate.

9.1 Metodologia operativa

I settori di versante sono costituiti da depositi glaciali di spessori variabili poggiati su substrato roccioso.

La stabilità dei depositi dipende da numerosi fattori tra i quali i più importanti sono l'inclinazione del pendio, lo spessore dei depositi e lo stato di saturazione in cui si trovano, la tipologia di vegetazione, oltre al principale fattore rappresentato dai parametri fisico-meccanici.

Di seguito viene fornita la descrizione di alcuni dei metodi più noti ed utilizzati per la valutazione della stabilità dei depositi superficiali.

9.2 Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi

multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni sono anisotropi ed il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico, ma anche da quello normale.

A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

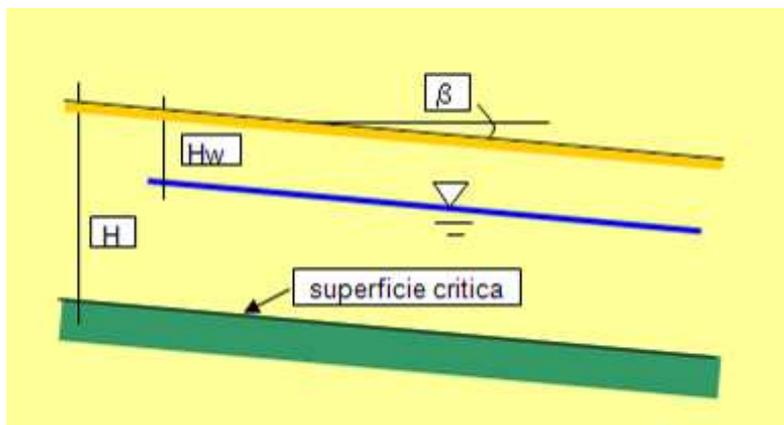
(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (C) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

9.3 Metodo per il calcolo della stabilità globale di versante- pendio indefinito

L'analisi attuata è lo sviluppo successivo alla discretizzazione delle aree omogenee effettuato nel settore in esame.

Ogni ambito presenta una sovrapposizione fra pendenza omogenea e parametri meccanici; la successiva fase di verifica di stabilità, attuata con un foglio di calcolo, prevede la verifica del pendio indefinito mediante la seguente formula:



$$F_s = \frac{c'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \sin \beta \times \cos \beta} + \frac{(h_w \times \gamma' + \gamma \times h) \times \tan \phi'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \tan \beta}$$

Dove

- γ Peso dell'unità di volume
- γ_s Peso specifico dei grani
- γ_w Peso specifico dell'acqua

γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo
γ^3	Peso dell'unità di volume immerso
c'	Coesione efficace
ϕ'	Angolo d'attrito interno efficace
β	Angolo d'inclinazione del pendio
H	Spessore dello strato dei terreni della coltre superficiale eluvio-colluviale
h	Profondità del pelo libero della falda dal piano campagna
h_w	Altezza della falda = H-h

Successivamente si sono ridefinite le porzioni di territorio tenendo in considerazione le caratteristiche idrogeologiche, geomorfologiche e vegetazionali delle due aree e le possibili interazioni con opere antropiche esistenti quali strade, muretti e terrazzamenti. È stata quindi redatta una carta di pericolosità definitiva su cui si sono eseguite alcune considerazioni circa l'assegnazione delle classi di fattibilità.

A differenza della carta di pericolosità preliminare sono stati ridefiniti alcuni limiti facendoli coincidere con i terrazzamenti che separano il pendio stabile e a bassa pendenza dalle zone di raccordo con il versante, in cui possono esserci o attivarsi dinamiche morfologiche, assegnando un grado di pericolosità maggiore a quest'ultime.

In conclusione le aree sono state suddivise in quattro classi di pericolosità H1, H2, H3 e ad esse si sono fatte corrispondere le classi di fattibilità e le nuove voci legenda P.A.I..

Tabella 2: Correlazione tra classi di Pericolosità, classi di Fattibilità geologica per le azioni di piano e voci della legenda PAI

<i>Pericolosità/rischio</i>	<i>Classi di fattibilità</i>	<i>Voci legenda PAI</i>
H1 per crolli, crolli in massa e scivolamenti	Classe 2/3 – modeste o consistenti limitazioni	Fs – frana stabilizzata
H2 per crolli e crolli in massa H2-H3 per scivolamenti	Classe 4/3 – gravi o consistenti limitazioni	Fq – frana quiescente ²
H3-H5 per crolli e crolli in massa H4-H5 per scivolamenti	Classe 4 – gravi limitazioni	Fa – frana attiva
R1-R2 per esondazione	Classe 2/3 – modeste o consistenti limitazioni	Em – pericolosità media o moderata di esondazione
R3 per esondazione	Classe 3 – consistenti limitazioni (con norma più restrittiva art. 9 comma 6)	Eb – pericolosità elevata di esondazione
R4 per esondazione	Classe 4 – gravi limitazioni	Ee – pericolosità molto elevata

Note alla tabella 2:

1 – Per le zone ricadenti in H3 – classe 3 di fattibilità, l'inserimento in Cp o Cn è lasciato alla valutazione del professionista. Qualora l'area venga inserita in Cp, la norma dell'art. 9, comma 8, delle N.d.A. del PAI prevale, in quanto più restrittiva, su quella di classe 3.

2 – Come previsto dall'art. 9 comma 3 delle N.d.A. del PAI alle aree Fq può essere attribuita la classe 3 di fattibilità con norma stabilita dal professionista solo nel caso sia stata effettuata la verifica di compatibilità mediante uno studio specifico sull'area e gli interventi edificatori di cui all'art. 9, comma 3, stesso siano consentiti dallo strumento urbanistico.

10 Analisi specifica delle zone soggette a frana quiescente (Fq del PAI)

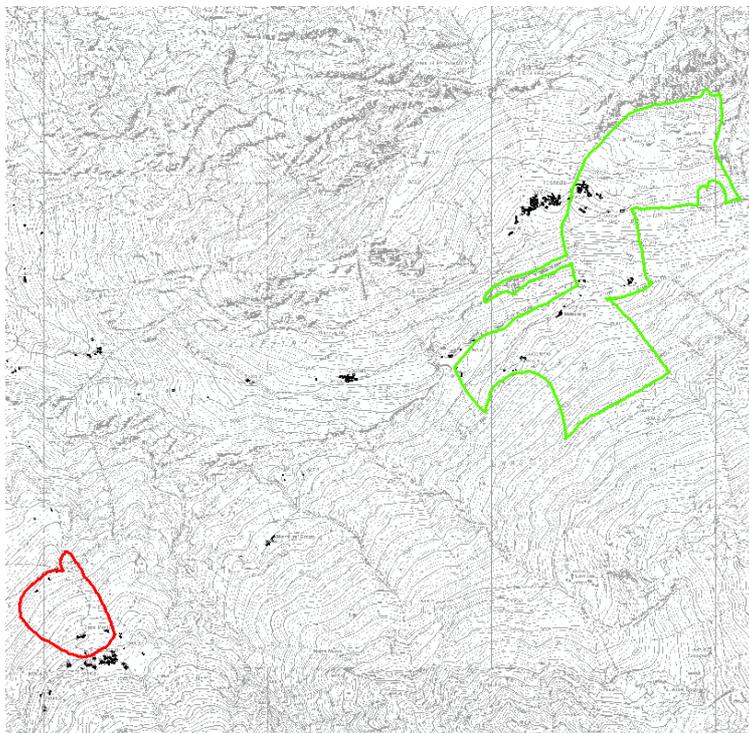
10.1 Metodologia e obiettivo dell'indagine

L'individuazione delle aree di studio e la relativa analisi caratterizza in maniera puntuale il versante definendo i parametri principali.

I criteri secondo cui sono state individuate le stazioni di rilievo:

- Analisi delle foto aeree e carta tecnica regionale con prima definizione delle stazioni di rilievo sulla base delle aree in Fq vigenti e soggette a possibile ripermetrazione degli aspetti morfologici;
- Rilievo specifico dell'area in Fq e definizione dei caratteri principali.
- Analisi della carta delle pendenze,
- Analisi della carta delle zone omogenee,
- Individuazione delle sezioni oggetto di verifica di stabilità
- Redazione della carta della pericolosità
- Proposta di ripermetrazione degli ambiti in dissesto

10.2 Sintesi delle stazioni di rilievo



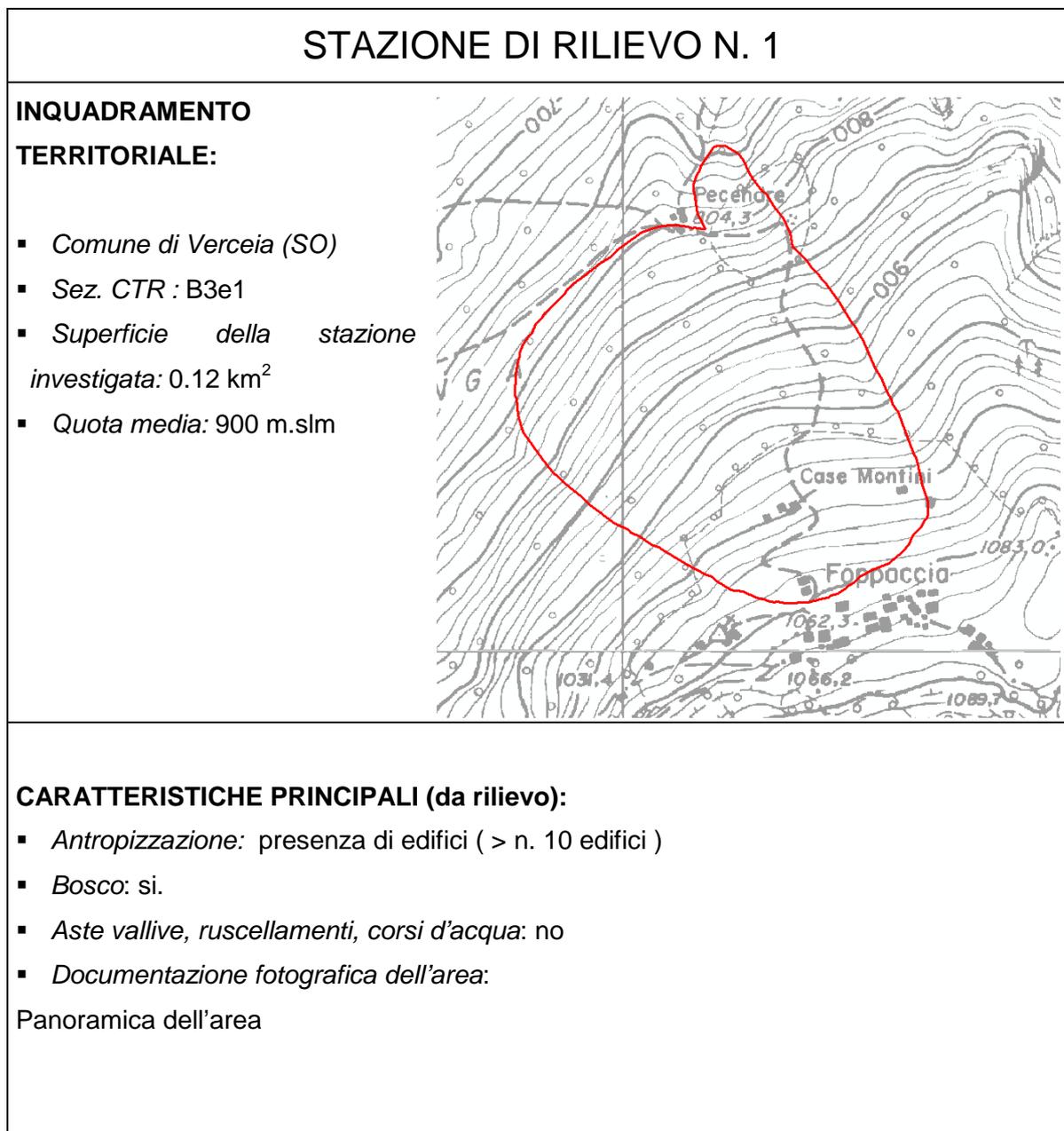
Come detto in precedenza e qui riportato l'estratto della Carta Tecnica Regionale le aree di analisi, o stazioni di rilievo, sono quantificate nel numero di 2 e riprendono come area gli ambiti in dissesto relitto, classificati attualmente secondo la legenda PAI, Fq.

Sono state numerate e individuate secondo un ordine di localizzazione, di avvicinamento all'area, nonché di quota media.

Stazione di rilievo n. 1: rossa

Stazione di rilievo n. 2: verde

10.3 Stazione di rilievo n. 1



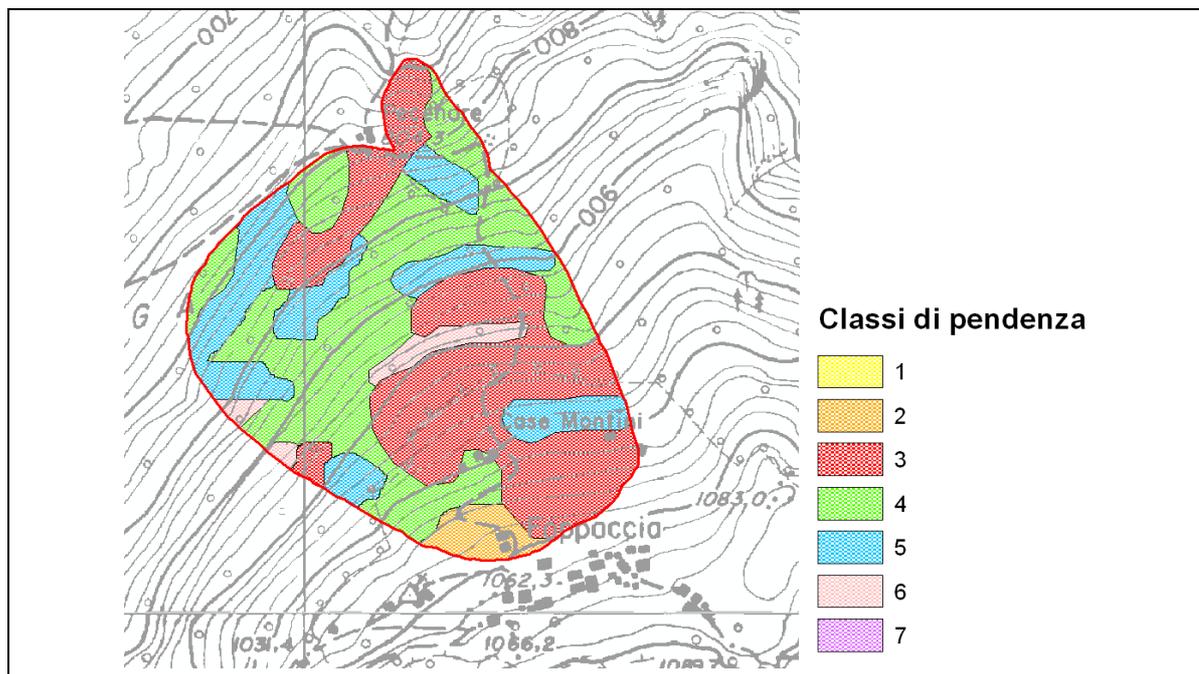


STATO DEL DISSESTO (CARTA PAI ATTUALE):

- *Frana quiescente su tutta l'area investigata*

CARTA DELLE PENDENZE:

- *L'ambito di rilievo presenta le seguenti classi pendenza:*

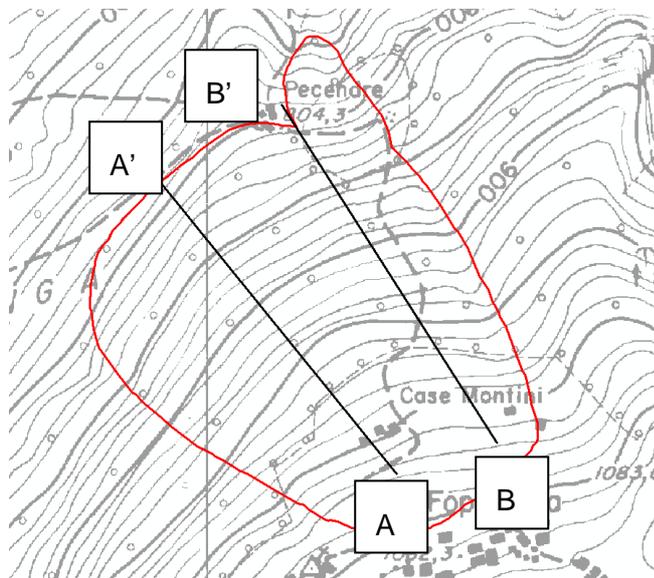


CARTA DELLE ZONE OMOGENEE:

- *L'ambito di rilievo presenta principalmente la zona omogenea n.1*

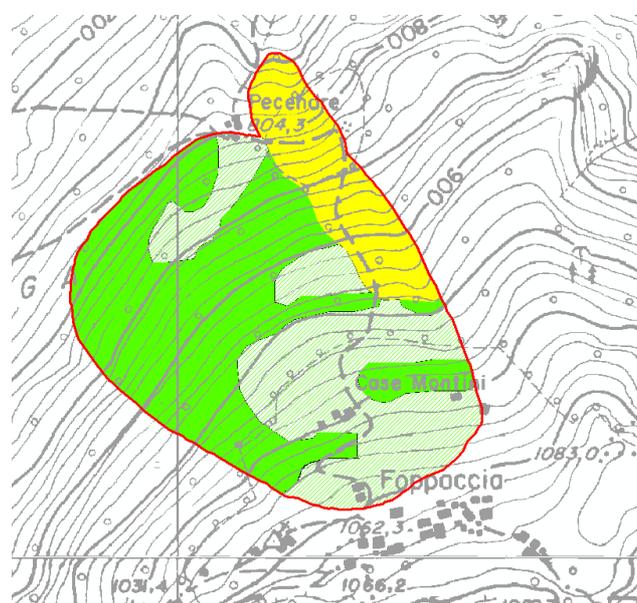
SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA DI STABILITÀ:

Sezione A-A'



Sezione B-B'

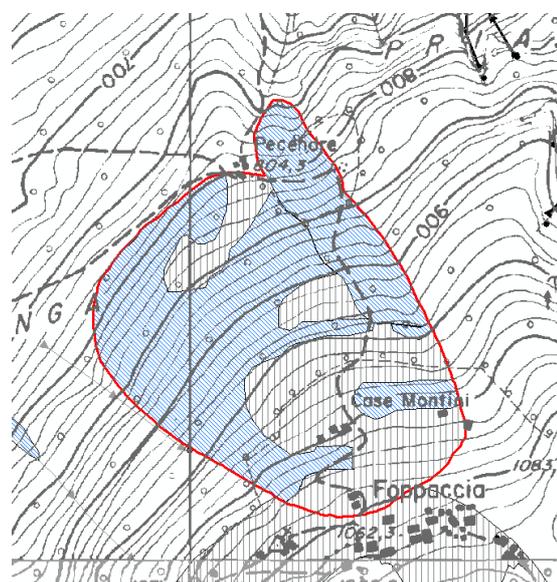
CARTA DELLA PERICOLOSITA':



Classi di pericolosità

-  h1
-  h2
-  h3

PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE DEGLI AMBITI IN DISSESTO (agg. Nov. 2010)

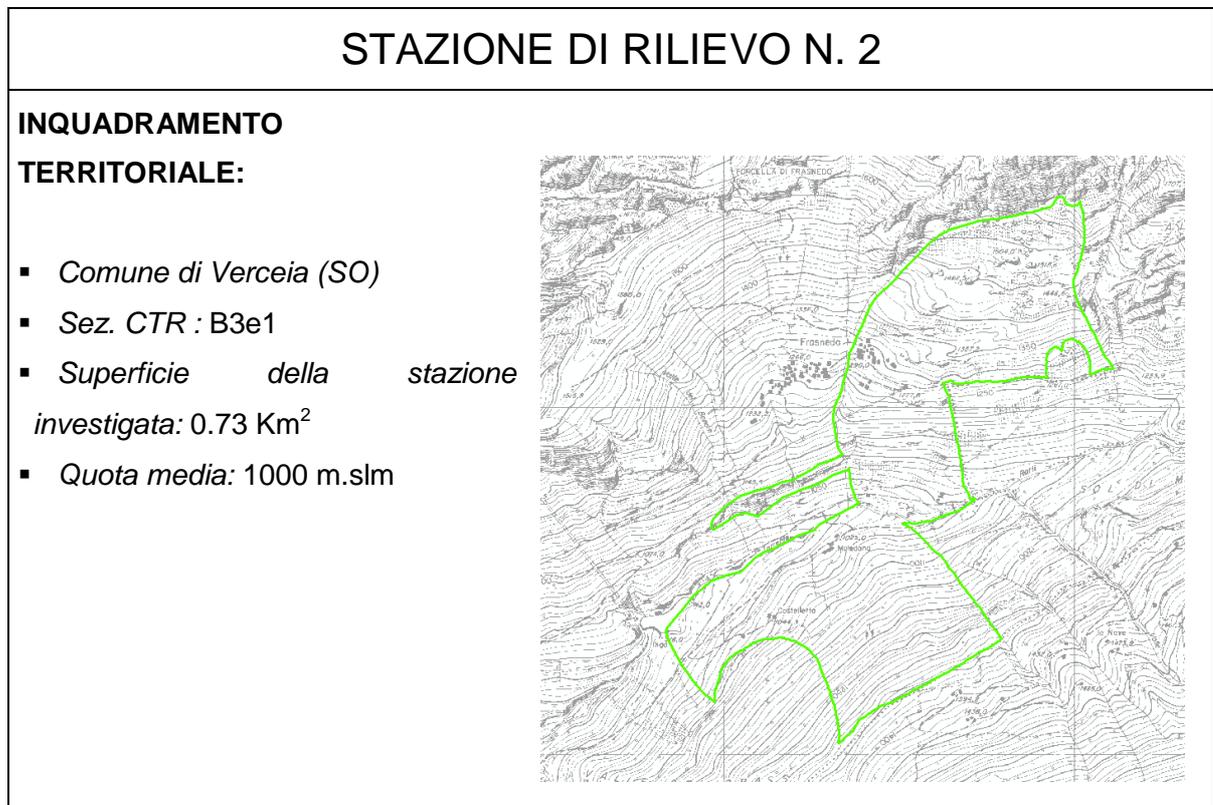


 Fq - FRANE: Area di frana quiescente

Come si può osservare dalla carta l'ambito in dissesto viene rivisto:

- l'area in Fq nuovo viene evidenziato dal tratteggio blu
- gli ambiti antropizzati come verificato in sito presentano una realtà riconducibile a un ambito di frana relitta.

10.4 Stazione di rilievo n. 2

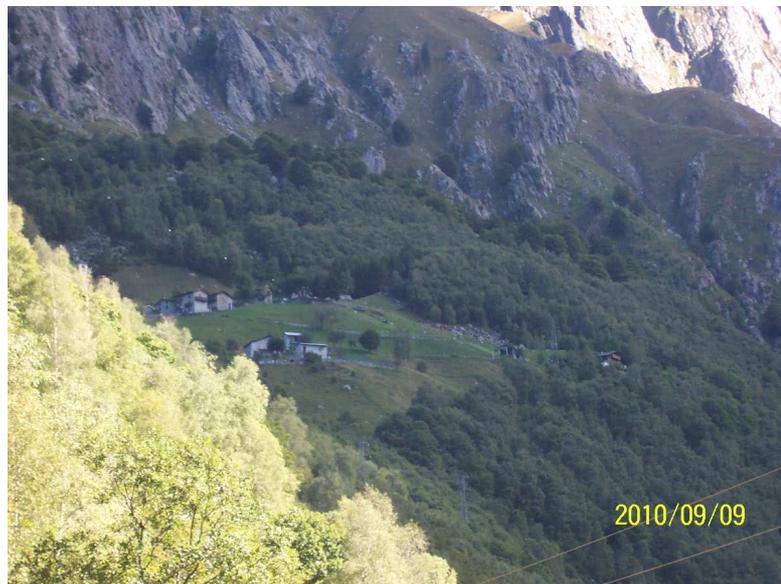


CARATTERISTICHE PRINCIPALI (da rilievo):

- *Antropizzazione:* presenza di edifici (> n. 10 edifici), Diga di Moledana
- *Bosco:* ai margini di una zona prativa.
- *Aste vallive, ruscellamenti, corsi d'acqua:* Torrente Ratti
- *Documentazione fotografica dell'area:*

Antropizzazione:

Panoramica di Frasnedo:



Panoramica di Moledana



Evento alluvionale di luglio 2010:



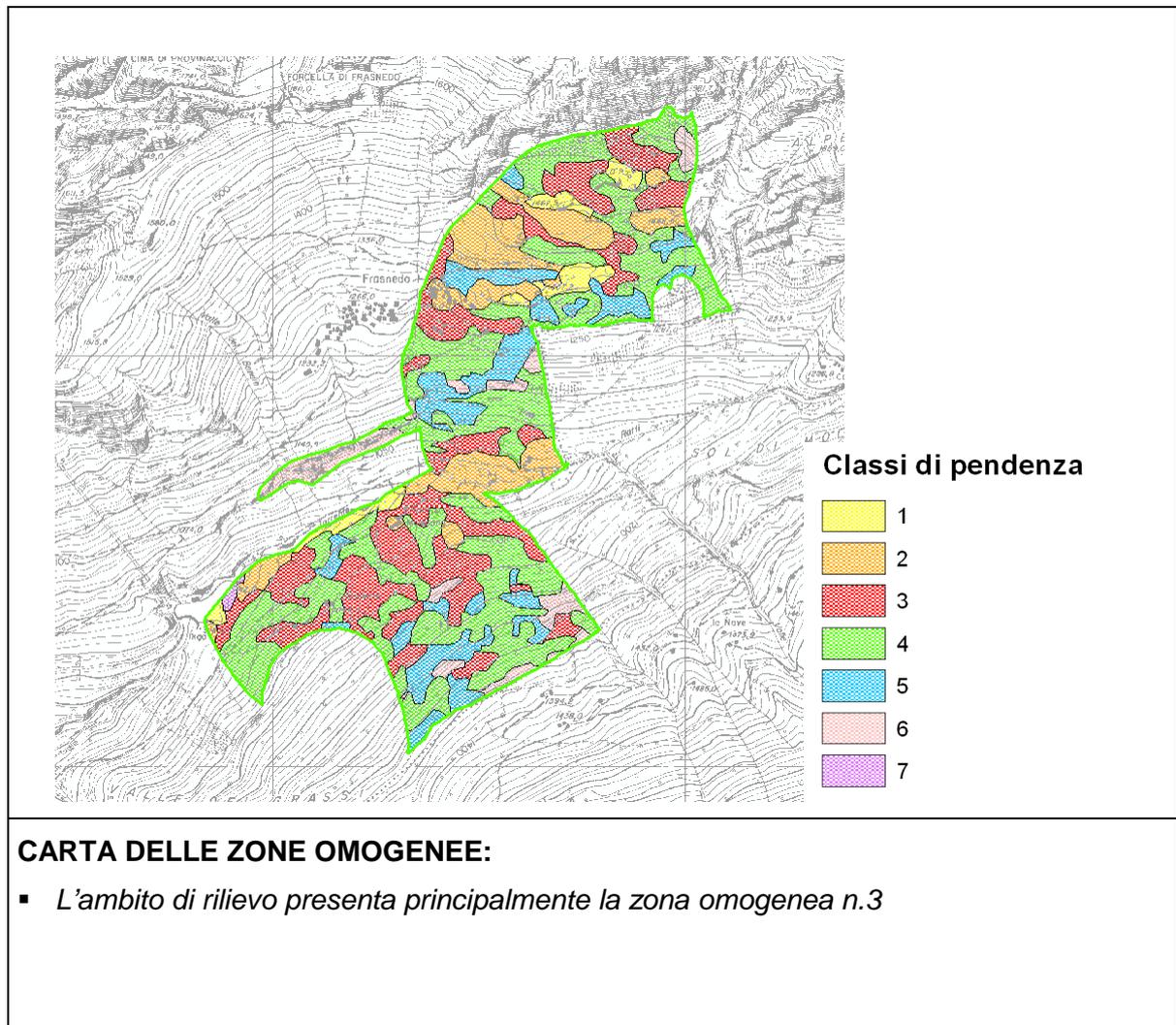


STATO DEL DISSESTO (CARTA PAI ATTUALE):

- *Frana quiescente su tutta l'area investigata*

CARTA DELLE PENDENZE:

- *L'ambito di rilievo presenta le seguenti classi pendenza:*



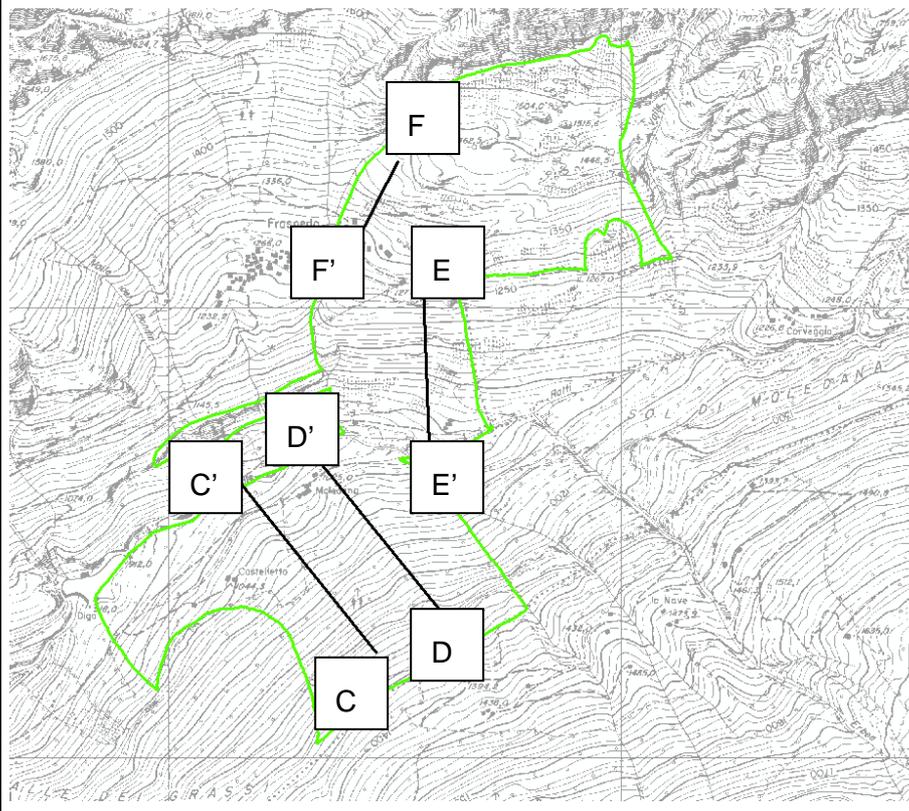
SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA DI STABILITÀ:

Sezione C-C'

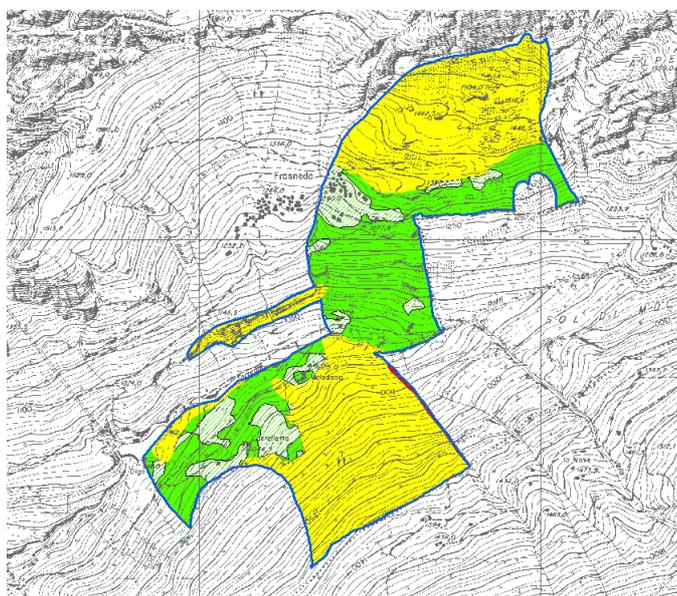
Sezione D-D'

Sezione E-E'

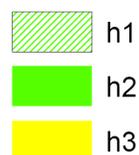
Sezione F-F'



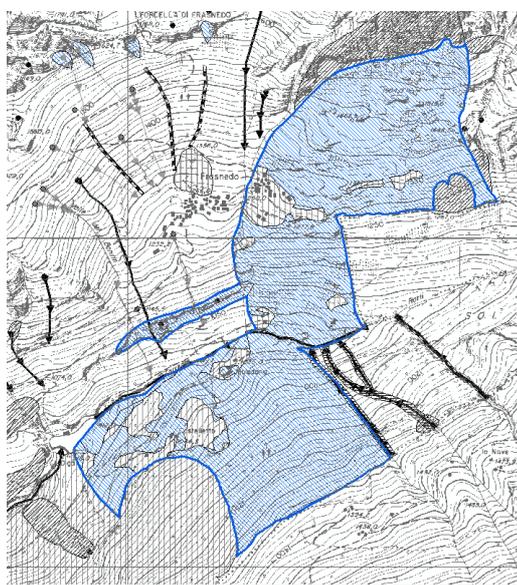
CARTA DELLA PERICOLOSITA':



Classi di pericolosità



PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE DEGLI AMBITI IN DISSESTO (agg. Nov. 2010)



 Fq - FRANE: Area di frana quiescente

Come si può osservare dalla carta l'ambito in dissesto viene rivisto:

- l'area in Fq nuovo viene evidenziato dal tratteggio blu

- gli ambiti antropizzati come verificato in sito presentano una realtà riconducibile a un ambito di frana relitta.

Allegati:

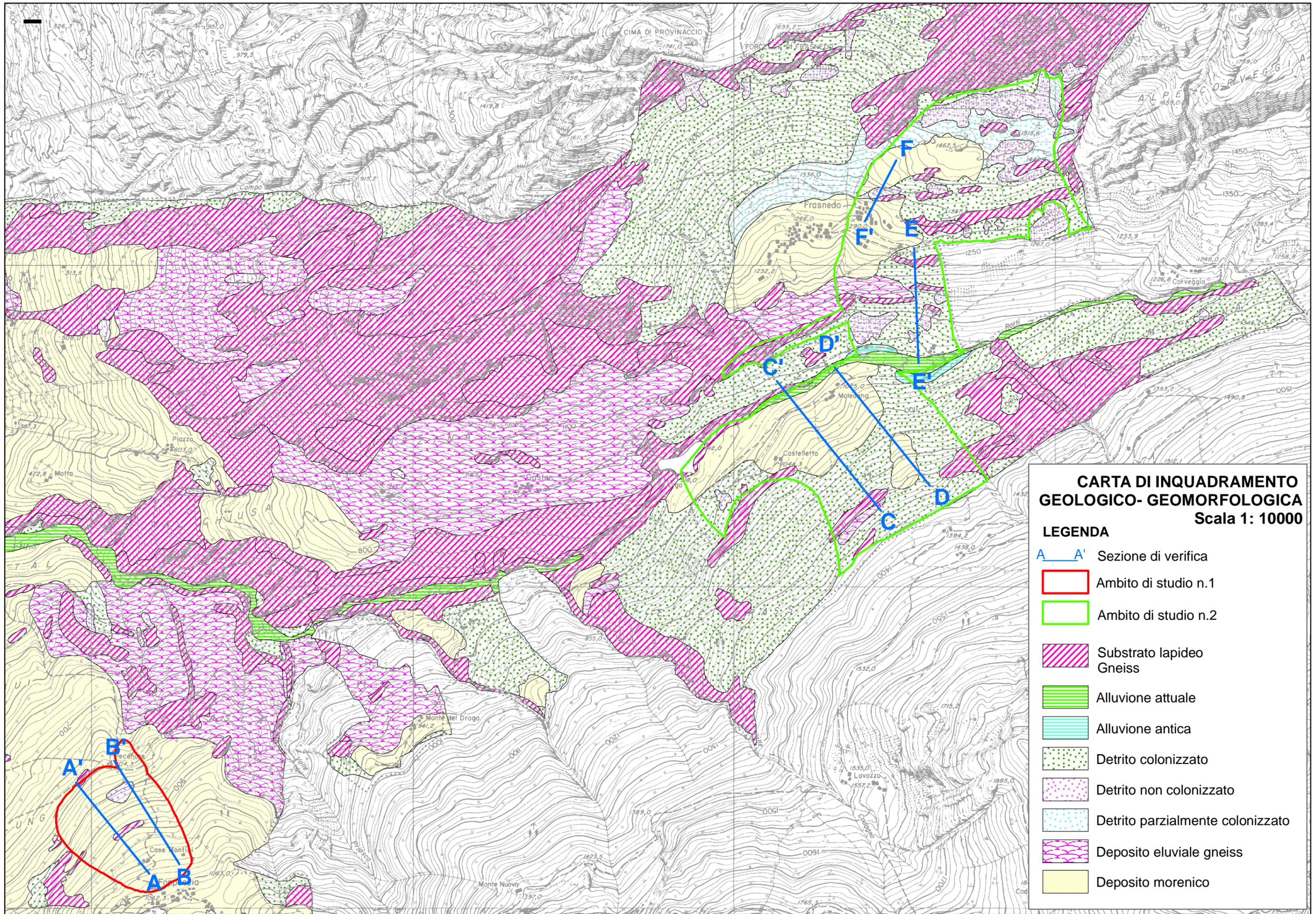
Tavole:

carta di inquadramento geologico- geomorfologica

carta delle aree omogenee

carta dei vincoli PAI e della pericolosità finale – agg. Nov. 2010

carta della fattibilità geologica e vincoli PAI – agg. Nov. 2010



**CARTA DI INQUADRAMENTO
GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICA
Scala 1: 10000**

LEGENDA

A—A' Sezione di verifica

▭ Ambito di studio n.1

▭ Ambito di studio n.2

▨ Substrato lapideo Gneiss

▨ Alluvione attuale

▨ Alluvione antica

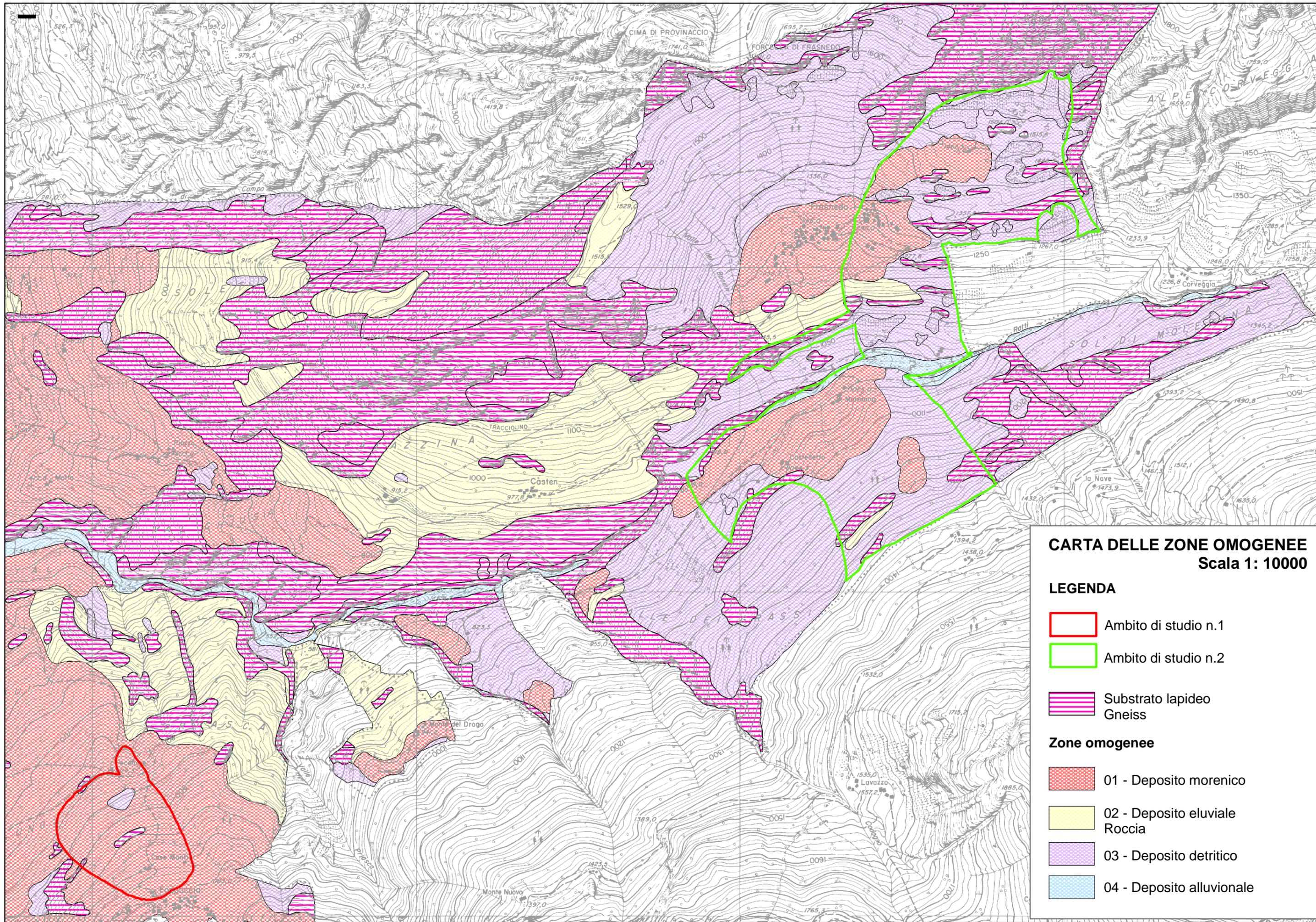
▨ Detrito colonizzato

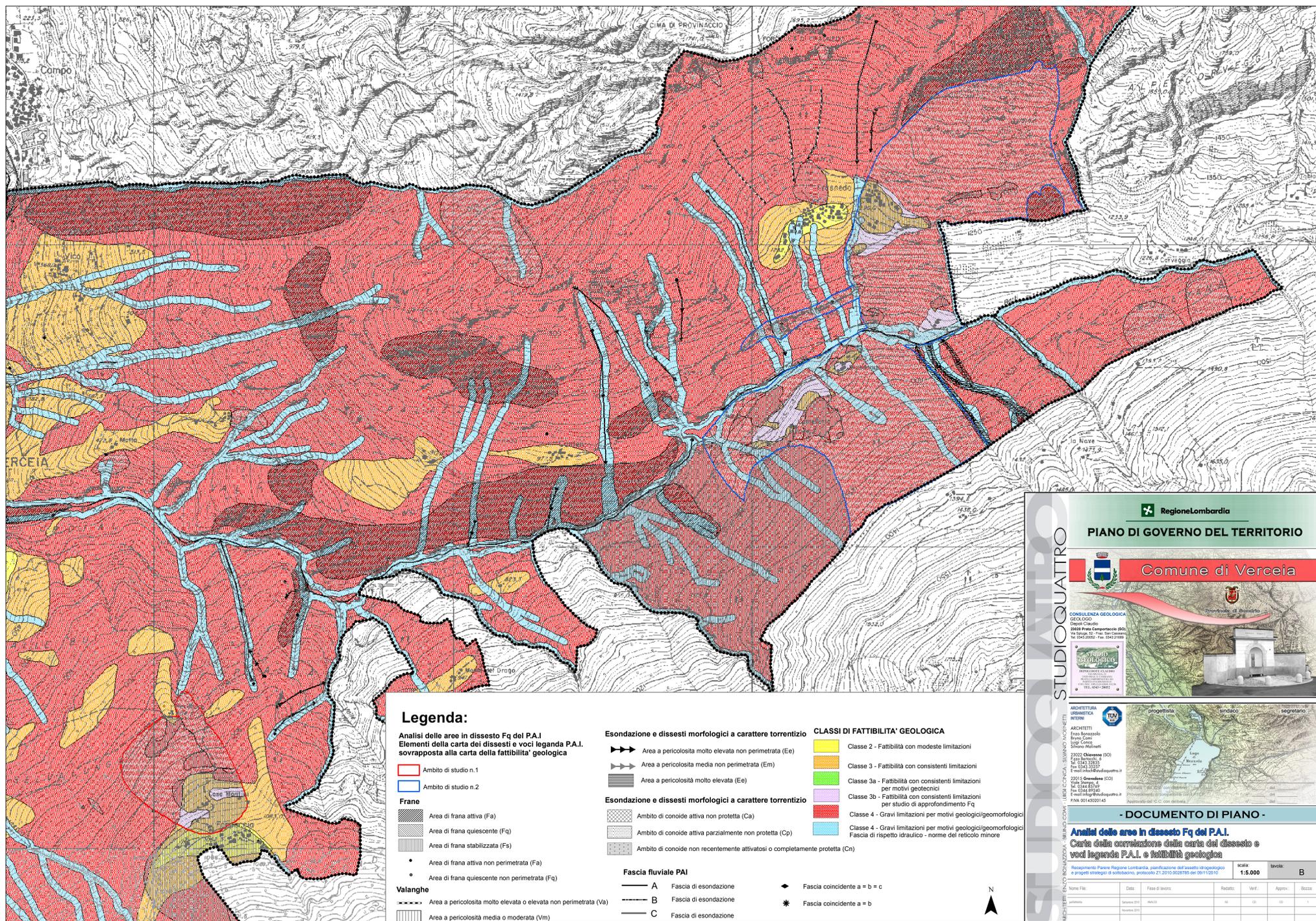
▨ Detrito non colonizzato

▨ Detrito parzialmente colonizzato

▨ Deposito eluviale gneiss

▨ Deposito morenico





Legenda:

Analisi delle aree in dissesto Fq del P.A.I.
Elementi della carta dei dissesti e voci legenda P.A.I.
sovrapposta alla carta della fattibilità geologica

- Ambito di studio n.1
- Ambito di studio n.2
- Frane**
- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)
- Area di frana attiva non perimetrata (Fa)
- Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)
- Valanghe**
- Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)
- Area a pericolosità media o moderata (Vm)

Esondazione e dissesti morfologici a carattere torrentizio

- Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)
- Area a pericolosità media non perimetrata (Em)
- Area a pericolosità molto elevata (Ee)

Esondazione e dissesti morfologici a carattere torrentizio

- Ambito di conoidi attiva non protetta (Ca)
- Ambito di conoidi attiva parzialmente non protetta (Cp)
- Ambito di conoidi non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

Fascia fluviale PAI

- A Fascia di esondazione
- B Fascia di esondazione
- C Fascia di esondazione

CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni per motivi geotecnici
- Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni per studio di approfondimento Fq
- Classe 4 - Gravi limitazioni per motivi geologici/geomorfologici

Fascia di rispetto idraulico - norme del reticolo minore

- Fascia coincidente a = b = c
- Fascia coincidente a = b

Regione Lombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Comune di Verceia

CONFERENZA GEOLOGICA

Deposito C/2001

2001 Piano Comprensivo (SO)

2002 Piano Comprensivo (SO)

2003 Piano Comprensivo (SO)

2004 Piano Comprensivo (SO)

2005 Piano Comprensivo (SO)

2006 Piano Comprensivo (SO)

2007 Piano Comprensivo (SO)

2008 Piano Comprensivo (SO)

2009 Piano Comprensivo (SO)

2010 Piano Comprensivo (SO)

2011 Piano Comprensivo (SO)

2012 Piano Comprensivo (SO)

2013 Piano Comprensivo (SO)

2014 Piano Comprensivo (SO)

2015 Piano Comprensivo (SO)

2016 Piano Comprensivo (SO)

2017 Piano Comprensivo (SO)

2018 Piano Comprensivo (SO)

2019 Piano Comprensivo (SO)

2020 Piano Comprensivo (SO)

2021 Piano Comprensivo (SO)

2022 Piano Comprensivo (SO)

2023 Piano Comprensivo (SO)

2024 Piano Comprensivo (SO)

2025 Piano Comprensivo (SO)

DOCUMENTO DI PIANO

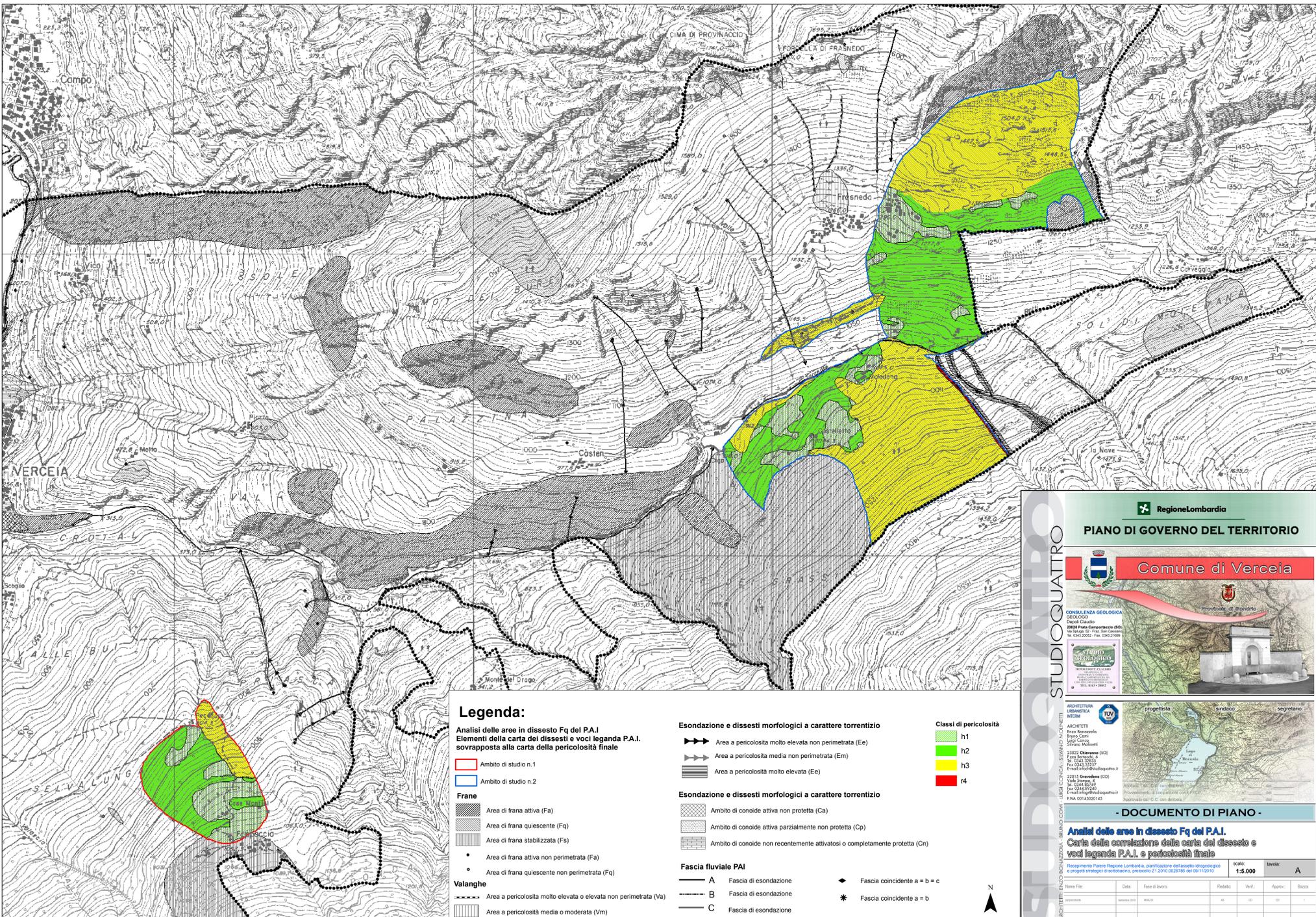
Analisi delle aree in dissesto Fq del P.A.I.

Carta della correlazione della carta del dissesto e voci legenda P.A.I. e fattibilità geologica

Regione Lombardia, pianificazione dell'assetto idrogeologico e progetti strategici di intervento, protocollo n. 2/10.000/78 del 09/10/2010

Nome File	Data	Fase di lavoro	Redatto	Verif.	Approv.	Stato
...

Scala: 1:5.000 Lavoro: B



Legenda:

Analisi delle aree in dissesto Fq del P.A.I.
Elementi della carta dei dissesti e voci legenda P.A.I.
sovrapposta alla carta della pericolosità finale

- Ambito di studio n.1
- Ambito di studio n.2
- Frane**
- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)
- Area di frana attiva non perimetrata (Fa)
- Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)
- Valanghe**
- Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)
- Area a pericolosità media o moderata (Vm)

Esondazione e dissesti morfologici a carattere torrentizio

- Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)
- Area a pericolosità media non perimetrata (Em)
- Area a pericolosità molto elevata (Ee)

Esondazione e dissesti morfologici a carattere torrentizio

- Ambito di conoidi attiva non protetta (Ca)
- Ambito di conoidi attiva parzialmente non protetta (Cp)
- Ambito di conoidi non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

Fascia fluviale PAI

- A Fascia di esondazione
- B Fascia di esondazione
- C Fascia di esondazione

- h1
- h2
- h3
- h4

Fascia coincidente a = b = c

Fascia coincidente a = b

Regione Lombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Comune di Verceia

CONFERENZA GEOLOGICA

Deposito C/2001

2001 Piano Comprensivo (SO)

2002 Piano Comprensivo (SO)

2003 Piano Comprensivo (SO)

2004 Piano Comprensivo (SO)

2005 Piano Comprensivo (SO)

2006 Piano Comprensivo (SO)

2007 Piano Comprensivo (SO)

2008 Piano Comprensivo (SO)

2009 Piano Comprensivo (SO)

2010 Piano Comprensivo (SO)

2011 Piano Comprensivo (SO)

2012 Piano Comprensivo (SO)

2013 Piano Comprensivo (SO)

2014 Piano Comprensivo (SO)

2015 Piano Comprensivo (SO)

2016 Piano Comprensivo (SO)

2017 Piano Comprensivo (SO)

2018 Piano Comprensivo (SO)

2019 Piano Comprensivo (SO)

2020 Piano Comprensivo (SO)

2021 Piano Comprensivo (SO)

2022 Piano Comprensivo (SO)

2023 Piano Comprensivo (SO)

2024 Piano Comprensivo (SO)

2025 Piano Comprensivo (SO)

DOCUMENTO DI PIANO

Analisi delle aree in dissesto Fq del P.A.I.

Carta della correlazione della carta del dissesto e voci legenda P.A.I. e pericolosità finale

Regione Lombardia, pianificazione dell'assetto idrogeologico e progetti strategici di intervento, protocollo n. 2/10.000/78 del 09/10/2010

Nome File	Data	Fase di lavoro	Redatto	Verif.	Approv.	Stato
...

Scala: 1:5.000 Lavoro: A