



COMUNE DI BOBBIO
PROVINCIA DI PIACENZA

ELABORATO: Delimitazioni in classi di rischio idrogeologico e valutazioni di compatibilità sismica (località Campi del Vescovo e Sciola)

CARTOGRAFIA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO - COSTITUTIVA DEL P.R.G.

Tav. 3/dis. - Tav. 4/dis.

Il Sindaco.....:

L'Assessore all'Urbanistica.....:

Il Segretario Comunale.....:

Giugno, 2007

Committente:

Amministrazione Comunale
di Bobbio

A cura di:

Dott. Geol. N. CAVANNA

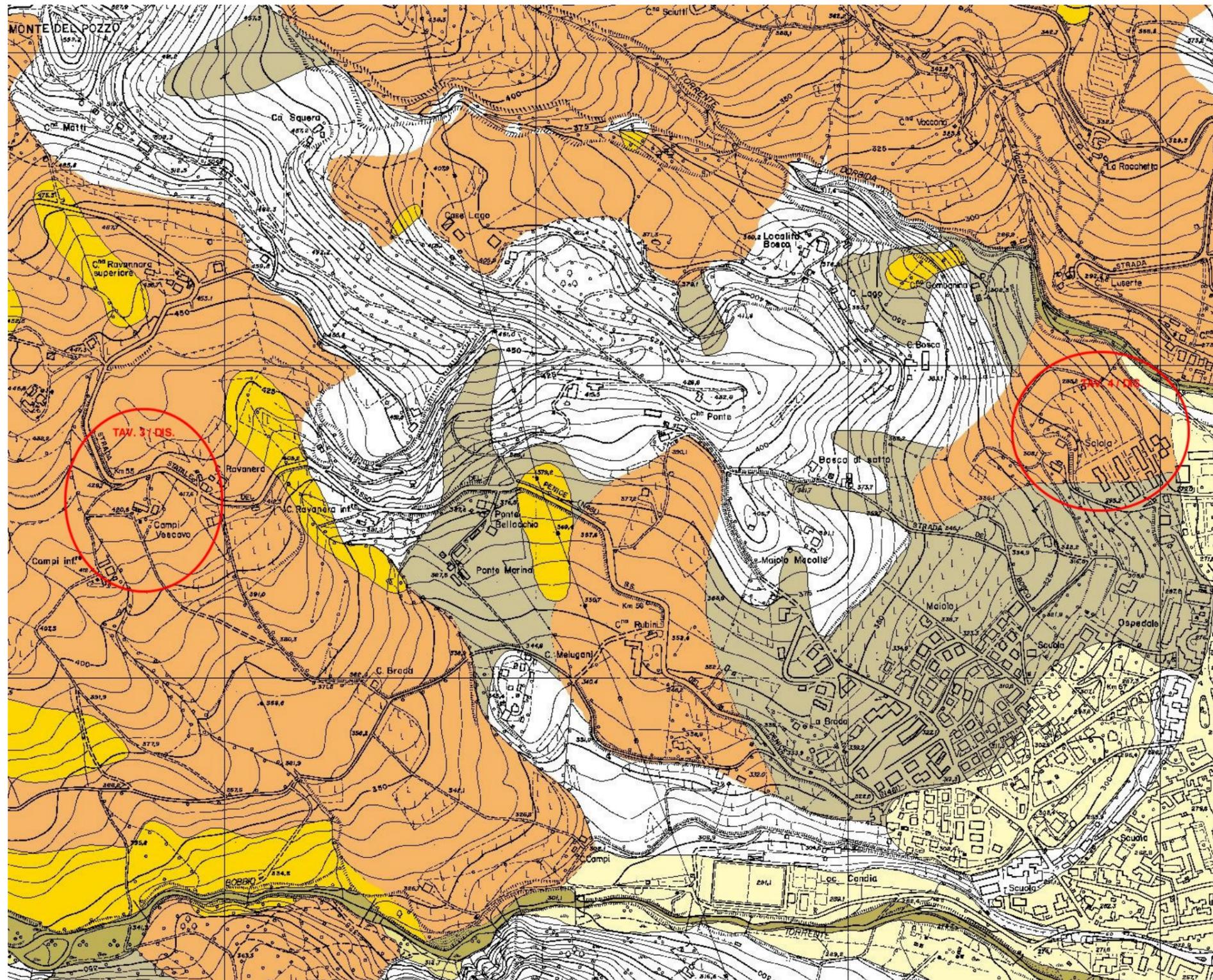
Via Degani, 9a (PC)

☎ 0523/305674 - ☎ 335/5734746

FAX 0523/317301



AMBITI DI FRANA QUIESCENTE OGGETTO DI PERIMETRAZIONE IN CLASSI DI RISCHIO



 ubicazione ambiti



RISCHIO SISMICO

Un evento sismico in una regione genera delle oscillazioni cicliche, indotte dalla propagazione di onde sismiche attraverso il terreno. Tali onde sismiche, propagandosi nello strato più superficiale della crosta terrestre, subiscono riflessioni e rifrazioni causate dalle eterogeneità della crosta stessa.

In certe condizioni tali fenomeni generano effetti di sito capaci di modificare le caratteristiche del terreno interessato dall'evento sismico. In particolare possono prodursi deformazioni istantanee e permanenti della superficie terrestre, la cui entità e tipologia dipendono dalle dimensioni e dalla geometria del piano di rottura, dal tipo di movimento relativo dei due lembi della faglia che ha innescato il sisma e dalla magnitudo dell'evento sismico.

Il comportamento del terreno durante un evento sismico può essere analizzato sotto due punti di vista:

- 1) modifica del moto sismico del suolo causata da condizioni geologiche-geomorfologiche locali (amplificazione locale);
- 2) modifica delle caratteristiche del terreno per effetto del passaggio dell'onda sismica.

Questi effetti hanno grande rilevanza, rispettivamente, nella definizione delle azioni sismiche sugli edifici e nello studio delle fondazioni delle opere.

Il terremoto di riferimento in un sito è assunto noto su suoli pianeggianti estremamente compatti e omogenei (terremoto su roccia). Quando si vuole analizzare il comportamento sismico di un sito le cui caratteristiche si discostano dal semplice modello di riferimento sopra definito, è necessario eseguire uno studio dell'influenza locale esercitata dal suolo.

L'importanza di questa problematica ha trovato frequenti conferme nel diverso grado di danneggiamento prodotto da eventi sismici del passato su costruzioni simili ubicate a breve distanza su terreni di differenti caratteristiche.

L'amplificazione locale può essere causata da due diversi meccanismi:

- 1) effetti stratigrafici, legati alla presenza di strati di caratteristiche diverse tra lo strato roccioso e la superficie;
- 2) effetti morfologici, legati al cambio della forma della superficie terrestre.

Nelle pagine seguenti viene valutata la compatibilità sismica degli ambiti di frana quiescente oggetto di zonizzazione, con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana.

Come basi per la sopraccitata valutazione sono state prese in considerazione sia le perizie geologiche fornite al sottoscritto dall'Ufficio Tecnico Comunale e corredate al presente elaborato come Allegati 1 – 2, che le analisi generali sulla sismicità del territorio comunale espresse nel documento "elaborato illustrativo".

LOCALITÀ CAMPI DEL VESCOVO

CARATTERIZZAZIONI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO

Caratterizzazione del sottosuolo

Per la definizione complessiva dell'azione sismica di progetto si deve considerare, oltre che la zonazione sismica, anche la tipologia del terreno di fondazione. L'importanza della determinazione della funzione spettrale del sisma (Risposta Sismica locale) è dovuta al fatto che un deposito incoerente poggiante su un basamento rigido può modificare un impulso sismico determinando amplificazioni o attenuazioni di alcune delle componenti in frequenza in esso contenute. Il contributo della Pericolosità al Rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende infatti dall'intensità del terremoto che la colpisce, ma anche, e forse principalmente, dalle caratteristiche delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico, in particolare quello relativo alle onde S. Queste a loro volta possono subire amplificazioni differenziali che dipendono dalle caratteristiche meccaniche e geometriche del materiale che costituisce il sottosuolo del terreno di fondazione. E' quindi necessaria, per valutare le modifiche dell'impulso sismico provocate dal terreno, una parametrizzazione geometrica, geolitologica e geosismica, del sottosuolo dell'area interessata ad una costruzione, che consenta una valutazione corretta della Pericolosità sismica del sito di costruzione. Gli impulsi sismici provenienti da una sorgente distante varie decine di chilometri che giungono ad un basamento ricoperto da terreni sciolti posto nel sottosuolo di siti distanti fra loro solo qualche centinaio o migliaio di metri sono praticamente identici. Essi si sono attenuati rispetto alla sorgente d'origine in dipendenza della distanza dalla sorgente stessa e, quindi, del percorso, che, comunque, è per tutti praticamente identico. Gli impulsi sismici registrati in superficie nei detti siti, invece, possono differire sostanzialmente a causa delle possibili diverse caratteristiche geosismiche dei depositi incoerenti che il raggio sismico attraversa nel suo ultimo tratto e che, come detto precedentemente, "modulano" in ampiezza e frequenza gli impulsi sismici. Questo effetto, il cui spettro di ampiezza è detto Fattore di Amplificazione Dinamica (FAD), dipende dalle proprietà fisiche (densità, contenuto d'acqua, ecc...), dai parametri dinamici (Modulo di Taglio, G_{din} ; Coefficiente di smorzamento, D), caratteristici della particolare litologia dei depositi incoerenti e dalla loro geometria (spessore, profondità). La Fase di indagini relative ai progetti esecutivi è quindi rivolta essenzialmente alla determinazione della Risposta Sismica di Sito in corrispondenza di una struttura edilizia esistente o in fieri e lo studio dovrà prevedere, in particolare, indagini di prospezioni geofisiche tese a determinare le caratteristiche sismiche del sottosuolo ed al fine di valutare l'eventualità di possibili fenomeni di amplificazione locale dell'intensità sismica, quale era stata prevista, in generale, dalle precedenti indagini di Microzonazione Sismica per lo Strumento Urbanistico Generale. Le indagini da effettuarsi sono, quindi, prevalentemente finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati nei siti scelti, fino ad una profondità di 30 m dal piano di posa delle fondazioni, ed alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione in particolare della Velocità delle onde sismiche trasversali V_s dei singoli sismostrati, con calcolo della media pesata per i primi 30 metri (V_{s30}) ed attribuzione alla categoria di suolo di cui alla OPCM n.3274/03 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione. A differenza dei provvedimenti legislativi del passato, nell'Ordinanza attuale, per la definizione dello spettro di risposta, si tiene finalmente specifico conto delle caratteristiche dei terreni di fondazione. In particolare si definiscono 7 tipologie di suolo (Tabelle 3a e 3b) differenziate per la diversa velocità media (V_s , 30) di propagazione delle onde S in direzione verticale entro i primi 30 m del sottosuolo o, in alternativa, in mancanza di tale dato, in base ai valori del numero di colpi N_{spt} della prova penetrometrica dinamica, nei terreni a grana grossa, e/o delle resistenza non drenata C_u , nei terreni a grana fina.

TABELLA 3a				
TERRENO	DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRO	IN ALTERNATIVA	
		(v_{s30}) [*] (m/s)	NSPT	CU (KPA)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	>800		
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori da diverse decine fino a centinaia di metri	>180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco o a mediamente consistenti			
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori $V_{s,30}$ simili a quelli C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} < 800$ m/s			

Categorie di suolo.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due (Tabella 3b) per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare

TABELLA 3b			
TERRENO	DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRO	IN ALTERNATIVA
		(vs30)* (M/s)	NSPT CU (KPA)
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua	<100	
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti		

La velocità media Vs30 è definita dall'espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

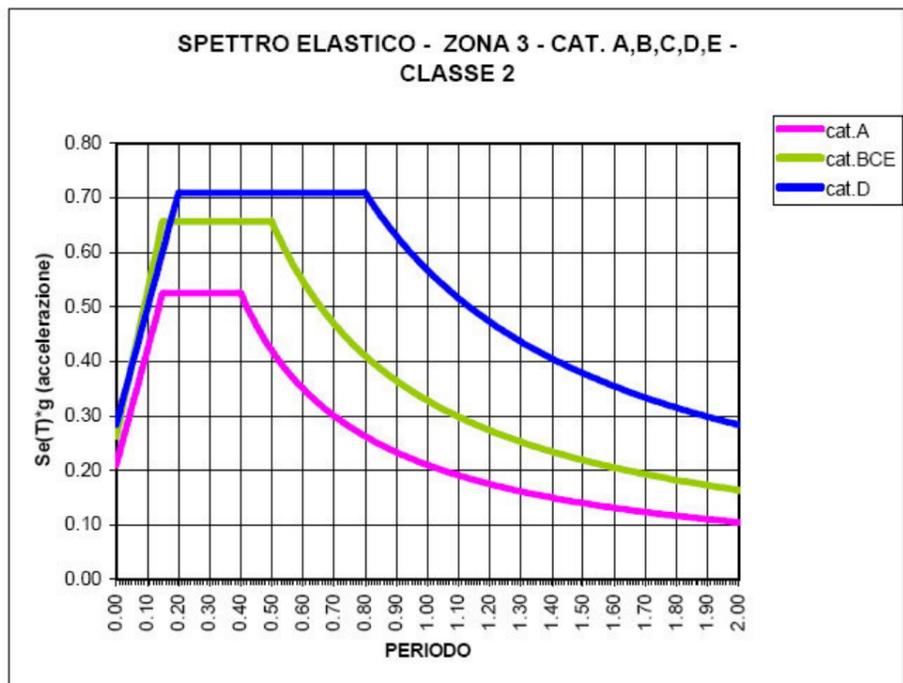
dove:

hi = spessore (m.) della i-esima formazione o strato compreso nei primi 30 m di profondità;

Vi = velocità delle onde di taglio nella stessa formazione o strato;

n = numero di formazioni o strati compresi nei primi 30 m di profondità.

A questo punto l'Azione Sismica è quindi fornita dallo spettro di risposta elastico che può essere determinato come al punto 3.2.3 delle norme tecniche o definito mediante accelerogrammi sintetici o sperimentali (punto 3.2.7). Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicato per il valore massimo dell'accelerazione del terreno che caratterizza il sito di cui alla Tabella 3.



Spettro di risposta elastico della componente orizzontale

Per la componente orizzontale esso è definito (punto 3.2.3 dell'OPCM 3274) da una serie di espressioni dipendenti dal tipo di suolo (vedi tabella 4), dal periodo di oscillazione e dallo smorzamento viscoso. Simili dipendenze le ritroviamo anche per la componente verticale dell'accelerazione.

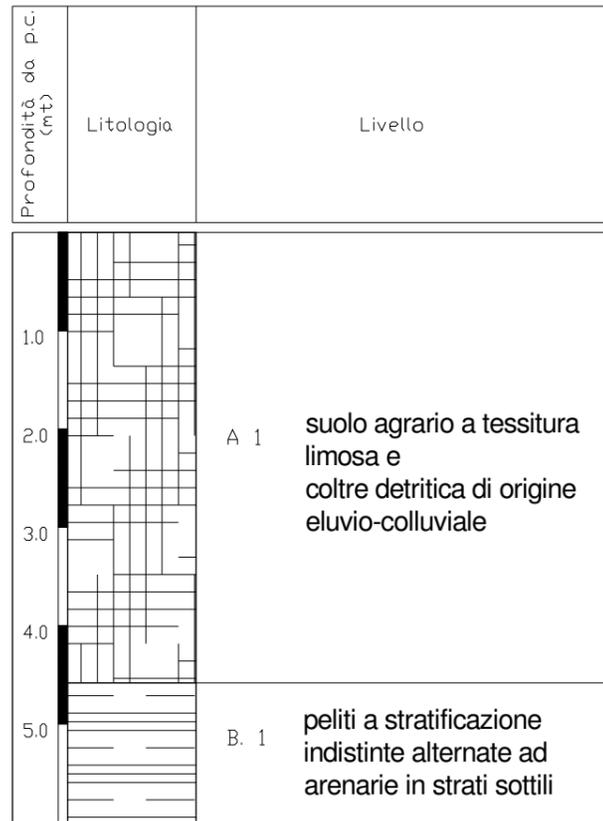
TABELLA 4				
CATEGORIE DI SUOLO	S	TB	TC	TD
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Da rilievi di superficie e dalle indagini realizzate nell'area oggetto d'intervento (*vedasi stratigrafie sondaggi geognostici effettuati dallo scrivente*) il suolo di fondazione risulta costituito da una coltre superficiale di clasti eterometrici immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa che ricopre la formazione denominata "Salsominore", databile Oligocene inf. - Miocene inf. – medio, di cui alla tabella 5.

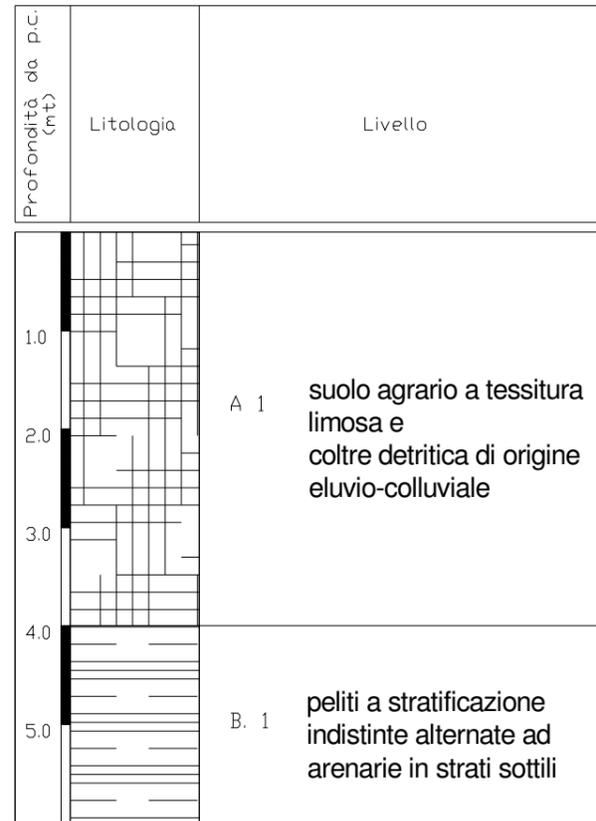
TABELLA 5		
Descrizione e grado di consistenza	Unità geotecnica	Potenza media (metri)
Coltre limo argillosa che ricoprono depositi costituiti da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice prevalentemente pelitica. Grado di consistenza: mediamente consistente;	A1	≈ 4.00
Livello caratterizzato prevalentemente dalla presenza di peliti carbonatiche a stratificazione indistinta, alternate a siltiti od arenarie fini-finissime in strati sottili. Grado di consistenza: da molto consistente a rigido.	B1	oltre 30.00

In conformità al capo 3.1. delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" dell'Ordinanza sopraccitata, a tale condizione litostratigrafica corrisponde una categoria di suolo fondazionale ascrivibile al "tipo B" (*Depositi di argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità*), per il quale i valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali sono visualizzati nella precedente tabella 4.

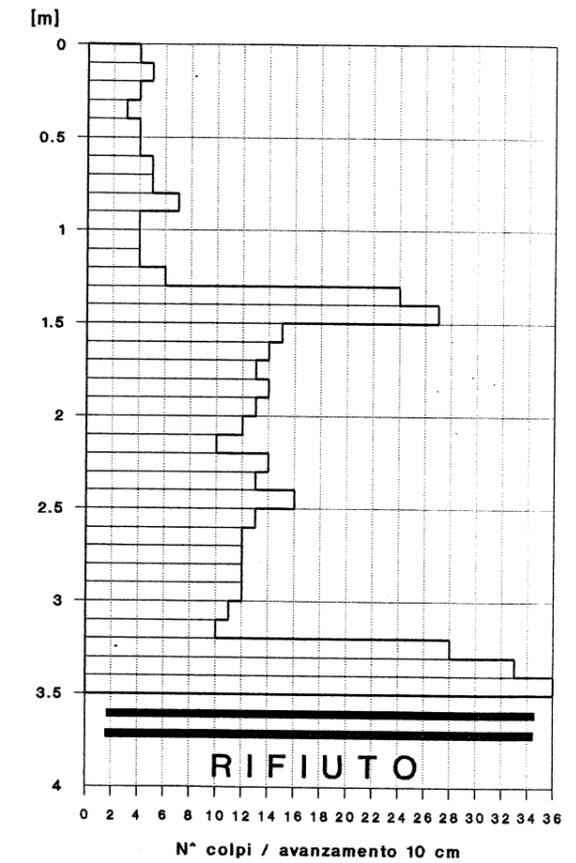
STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI



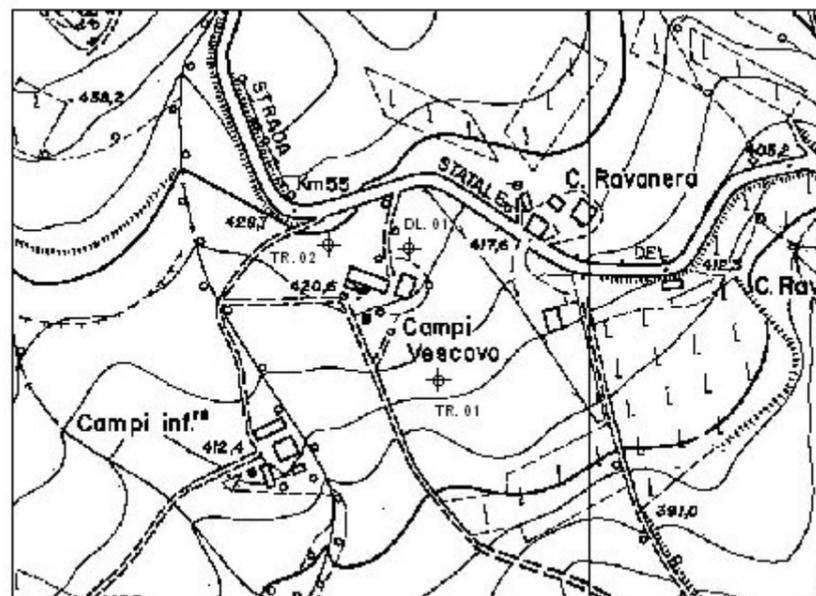
Trincea esplorativa TR. 01



Trincea esplorativa TR. 02



Sondaggio penetrometrico D.L. 01



Ubicazione sondaggi geognostici

VALUTAZIONI DEGLI EFFETTI IN SITO

Sebbene la magnitudo dei principali eventi sismici registrati nell'ambito del Comune di Bobbio ($M_l \leq 6,0$) sia decisamente inferiore a quella dei grandi terremoti appenninici, la normativa vigente prevede che venga definita la vulnerabilità dei luoghi in riferimento ad eventuali sollecitazioni di carattere sismico.

Condizioni litostratigrafiche o strutturali

I rilievi stratigrafici effettuati nelle zone oggetto di classificazione hanno evidenziato la presenza di una coltre di copertura detritico argillosa di esiguo spessore, variabile da 3.50 m a 4.50 metri. Il substrato roccioso sottostante risulta costituito in prevalenza da peliti carbonatiche a stratificazione indistinta, alternate a siltiti od arenarie fini-finissime in strati sottili.

Verificato che lo spessore dello strato di copertura risulta inferiore a 5.00 metri ed in ogni caso di modesta entità in confronto alla sua estensione planimetrica non sono possibili fenomeni di amplificazione sismica locale.

Si segnala infine che nella zona oggetto di indagine non sono presenti faglie superficiali in grado di determinare, per effetto del passaggio di un'onda sismica, modifiche delle caratteristiche del terreno, quali fenomeni di subsidenze e spostamenti orizzontali.

Elementi morfologici

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di versante considerato è disposto con direzione NW-SE da una quota di ca. 500 m s.l.m., a ca. 375 m s.l.m., con geometrie dolci e arrotondate dalla già citata coltre superficiale di natura eluvio-colluviale.

L'ambito di frana quiescente oggetto di nuova perimetrazione è contraddistinto da una acclività alquanto blanda, con pendenze medie nell'ordine degli $8^\circ-10^\circ$. In riferimento all'appendice "A" dell'Eurocodice 8 "UNI-ENV 1998", da cui deriva la normativa tecnica nazionale, per angoli medi di pendio inferiori ai 15° i fattori di amplificazione topografica risultano trascurabili.

Caratterizzazione litotecnica

I depositi argillosi che costituiscono la matrice della coltre superficiale sono assimilabili a mezzi a comportamento geotecnico pressochè coerente e scarsamente drenante, la cui compressibilità si esaurisce a lungo termine dall'applicazione di eventuali sovraccarichi. Tali depositi di copertura, a comportamento coesivo, evidenziano un grado di sovraconsolidazione generalmente elevato.

Il valore della coesione non drenata, determinato dalle prove di caratterizzazione in sito (sondaggio penetrometrico e mediante l'utilizzo di apparecchiature pocket sui fronti delle trincee), è risultato variabile da 0,80 a 1,14 Kg/cmq. Decisamente migliori le caratteristiche geomeccaniche del sub-strato roccioso sottostante che ha portato a rifiuto la prova penetrometrica.

Viste le condizioni litotecniche delle coltre superficiale di origine eluvio-colluviale ($C_u > 0,70$ Kg/cmq) tali depositi non risultano suscettibili a particolari fenomeni locali di amplificazione del segnale sismico e/o cedimenti.

E' importante evidenziare che i terreni coesivi manifestano alterazioni costitutive che frequentemente determinano una diminuzione della resistenza. In ogni caso i cedimenti causati dall'incremento di deformabilità sono comunque molto modesti.

Infine, non sussistono le condizioni perché avvengano deformazioni permanenti e/o significative dei terreni (fenomeni di liquefazione).

Elementi di instabilità del versante

Per quanto riguarda l'ambito indagato dalla presente verifica, la località Campi Vescovo, secondo il P.A.I., risulta inserita completamente all'interno di un'estesa frana in stato quiescente, che attraversa l'intero versante con direzione prevalente NW-SE; all'interno del dissesto si segnalano, inoltre, tre corpi franosi in stato attivo, in ogni caso collocati esternamente alla zona di diretto interesse. Lo studio ha soffermato l'attenzione in particolar modo sulle caratteristiche geologico-geomorfologiche e idrogeologiche dei terreni, permettendo di delineare un quadro più dettagliato relativamente alla classificazione di una porzione di frana quiescente in classe di rischio medio o moderato.

In questa tipologia rientra una ristretta area nella quale non si evidenziano segnali di movimento o instabilità in atto, e non vi sono indizi morfologici che possano presumere una futura riattivazione del dissesto. Queste aree coincidono con tratti di versante ubicati in una posizione sopraelevata, a dosso morfologico, che permettono un miglior drenaggio delle acque di ruscellamento e di infiltrazione, in quanto si instaura un flusso ad andamento centrifugo che allontana naturalmente le acque dai terreni in oggetto. Non si rileva, pertanto, la presenza di falde freatiche o di ristagni d'acqua superficiali, che possano andare a destabilizzare il terreno a seguito di un rammollimento di quest'ultimo per effetto dell'interazione tra le acque superficiali e sotterranee e la copertura detritica, già di per sé dotata di caratteristiche geomeccaniche non ottimali. L'acclività dei luoghi risulta nel complesso modesta e addolcita dalla coltre detritico-terrosa; non si riscontra la presenza di scarpate o fratture non vegetate o non ossidate, anzi il suolo risulta ben vegetato, in alcuni tratti coltivato e, in ogni caso, esente da fenomeni di destabilizzazione. Lungo le infrastrutture esistenti all'interno delle aree appartenenti a questa classe, non si hanno tracce di movimenti gravitativi che abbiano provocato fenomeni di degrado. Non si segnalano, difatti, lesioni collegate a corpi franosi, quali fessure e crepe lungo le strutture murarie degli edifici, smottamenti nelle sedi stradali o lavori di sistemazione delle tubature interrate (es. acquedotti).

Come è possibile osservare dalla cartografia in Tav. 3 a corredo della relazione a firma del Prof. Vercesi, la zona attorno alla località Campi Vescovo appartiene in buona parte alla prima classe (area mediamente stabile), in quanto impostata lungo un tratto di costa del versante dotato di condizioni morfologiche e idrogeologiche favorevoli. Gli edifici costituenti la frazione suddetta e la vicina località C. Ravanera, difatti, sono impostati in un tratto di pendio caratterizzato da un'acclività moderata, dove non si segnalano condizioni di degrado derivanti dal mutamento dell'equilibrio geostatico dei luoghi. Inoltre, i fabbricati già esistenti e il tratto di Strada Statale n. 461 (Km 54,800 -55,200 ca.) che attraversa la zona in questione non risultano in alcun modo interessati da fenomeni gravitativi che ne abbiano modificato l'assetto originario, confermando l'accettabile grado di stabilità dell'area. Tuttavia, non disponendo di un numero sufficiente di sondaggi geognostici distribuiti sulle aree classificate dal Prof. Vercesi come "mediamente stabili", si è ritenuto opportuno, in via cautelativa, zonizzare solamente una ristretta porzione di frana quiescente in località Campi del Vescovo.



In ragione della bassa sismicità dell'ambito comunale (zona omogenea "3" caratterizzata da un livello di rischio sismico basso) e di quelle che sono le condizioni di vulnerabilità della porzione di territorio in esame, non si rilevano condizioni di "pericolosità geologica locale" tali da vincolare la proposta di classificazione in essere; comunque, nonostante i presupposti di sicurezza descritti, eventuali progetti edificatori dovranno essere attuati mediante l'adozione di alcuni accorgimenti atti al mantenimento degli equilibri geostatica dell'intero pendio, quali:

- imposizione di modesti indici volumetrici;
- sbancamenti e riporti ridotti al minimo qualora, per esigenze costruttive o estetiche, si rendesse necessario creare qualche piccolo rilevato; si raccomanda di appoggiare lo stesso su uno strato di materiale drenante, previa asportazione del terreno vegetale;
- regolamentazione del flusso delle acque superficiali e sotterranee provenienti da monte mediante le più idonee opere di regimazione e allontanamento dei corpi idrici (drenaggi, canalette di scolo, cunette, ecc.);
- manutenzione delle opere di difesa già esistenti;
- protezione del piede di eventuali scarpate artificiali con pendenze superiori a 1/2 con gabbionature o muri debitamente fenestrati e con drenaggio a ridosso;
- raccolta sistematica e allontanamento in tubazioni a perfetta tenuta delle acque piovane e di quelle di scarico dei futuri edifici, convogliate entro il corpo idrico più prossimo all'area d'intervento, in modo tale da evitare dispersioni nel sottosuolo;
- fermo restando le discrete caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati, si consiglia di spingere il piano di posa fondazionale fino a raggiungere i livelli più compatti e scarsamente compressibili (sub-strato roccioso), anche mediante l'adozione, ove se ne certifichi in fase esecutiva la necessità, di fondazioni profonde.

LOCALITÀ SCIOLA

CARATTERIZZAZIONI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO

Caratterizzazione del sottosuolo

Le informazioni generali sulla struttura stratigrafica del sottosuolo del territorio in oggetto sono state desunte dall'interpretazione delle stratigrafie ricavate dalle indagini geognostiche eseguite dal Dott. Geol. Mancioffi Paolo (vedasi Allegato 2), da considerazioni stratigrafiche e da dati di letteratura. Esaminando i risultati delle indagini eseguite è possibile trarre le seguenti conclusioni:

Dalle stratigrafie si rileva una coltre superficiale di natura prevalentemente detritica in matrice coesiva e riferibile a depositi eterogenei. Nel sottosuolo sono presenti litologie che presentano un'alternanza di argille, calcari e marne calcaree, riferibili al substrato fratturato della Formazione delle Arenarie di Rio Fuino e alla Marne di Valle.

La VS.30 (m/s) rappresenta la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$ dello strato i -esimo), per un totale di N_s strati presenti nei 30 m superiori.

Da dati di letteratura si rileva che per depositi detritici eterogenei e caotici la V_s è compresa tra 180 e 360 m/s. Pertanto, sulla base di considerazioni stratigrafiche desunte dalle indagini in sito, l'area in esame è stata classificata dal Dott. Geol. Mancioffi Paolo, prudenzialmente e secondo quanto previsto D.M. 14/09/2005, nella **classe di sottosuolo C**. In realtà, verificate le caratteristiche del sub-strato roccioso sottostante ad una profondità inferiore ai 5,00 m, si può ipotizzare che la velocità delle onde di taglio V_s è compresa tra 360 e 800 m/s e che con tutta probabilità tenda al limite imposto dalla Normativa Sismica Regionale di 800 m/s. Una più precisa definizione della V_s si potrà ottenere approntando una prospezione sismica a rifrazione.

	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametri		
		Vs, 30 (m/s)	Nspt (colpi/30 cm)	Cu (Kpa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs, 30 superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.	>800	-	-
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille Molto consistenti con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs, 30 compresi tra 300 e 800 m/s ovvero resistenza penetrometrica Nspt>50 e Cu>250 kPa	360 - 800	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza con spessori da diverse decine a diverse centinaia di metri caratterizzati da valori di Vs, 30 compresi tra 180 e 360 m/s 15<Nspt<50 e 70<Cu<250 kPa	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depositi di terreni granulari o poco addensati oppure da coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs, 30<180 m/s Nspt<15 e Cu<700 kPa	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di Vs, 30 simili a quelli di tipo C o D e spessore tra 5 e 20 m giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs, 30>800 m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto d'acqua caratterizzati da Vs, 30<100 m/s e 10<Cu<20 kPa	< 100	-	10 - 20
S2	Depositi di terreno soggetto a liquefazione, di argille Sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non Classificabile nei tipi precedenti			

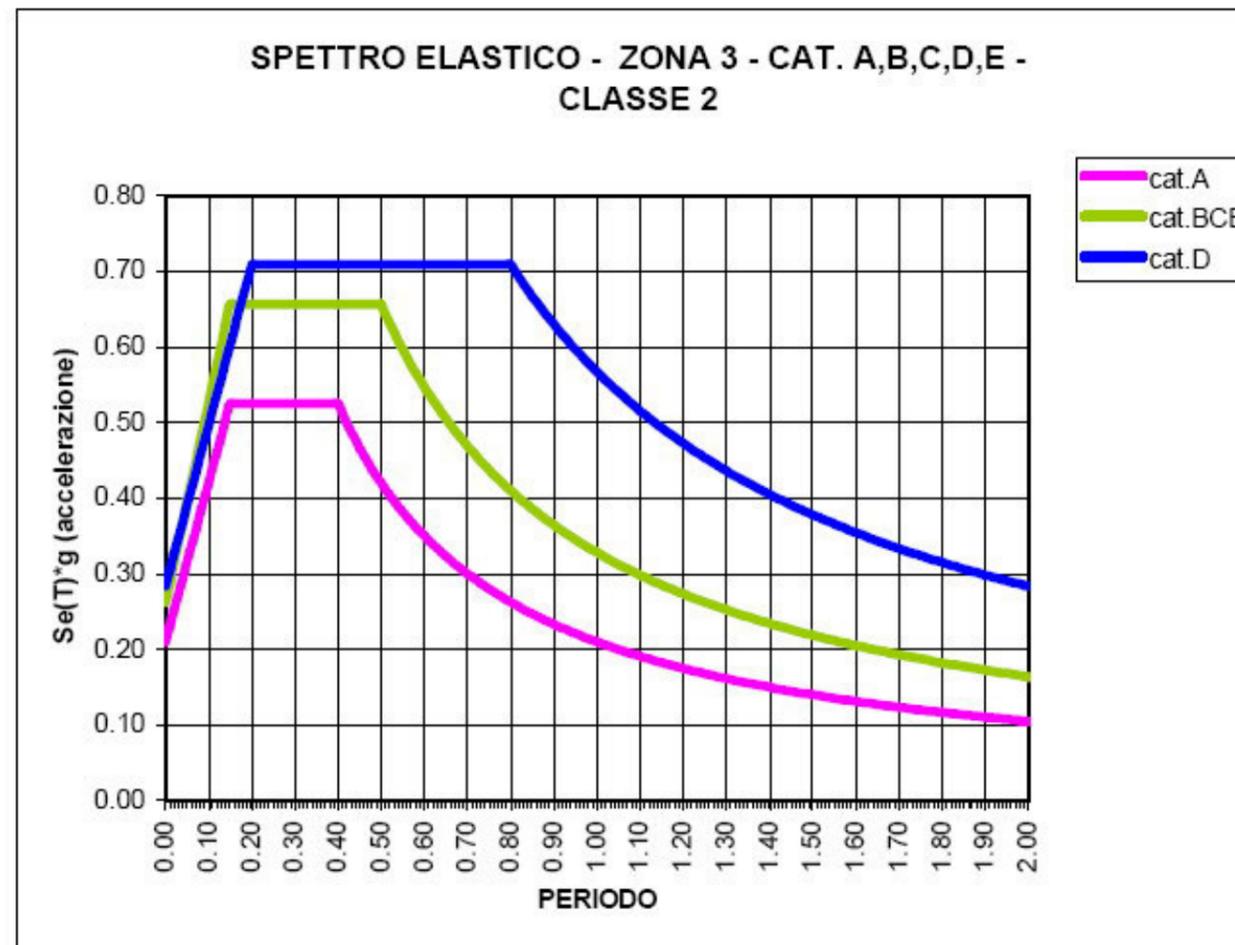
Classi di suolo secondo il DM 14/09/2005

Spettro di risposta elastico

Gli accelerogrammi al suolo e gli spettri di risposta elastici sono stati calcolati attraverso l'utilizzo della tabella 3.2 II delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

TABELLA				
CATEGORIE DI SUOLO	S	TB	TC	TD
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Lo spettro di risposta relativo ad un suolo di tipo C e sito in zona 3 viene fornito nel grafico seguente.



VALUTAZIONI DEGLI EFFETTI IN SITO

Sebbene la magnitudo dei principali eventi sismici registrati nell'ambito del Comune di Bobbio ($M_l \leq 6,0$) sia decisamente inferiore a quella dei grandi terremoti appenninici, la normativa vigente prevede che venga definita la vulnerabilità dei luoghi in riferimento ad eventuali sollecitazioni di carattere sismico.

Condizioni litostratigrafiche o strutturali

I rilievi stratigrafici effettuati nelle zone oggetto di classificazione hanno evidenziato la presenza di una coltre di copertura detritico argillosa di esiguo spessore, variabile da 3.00 m a 4.00 metri. Il substrato roccioso sottostante risulta costituito in prevalenza da calcari marnosi compatti, con interstrati prevalentemente argillosi. Verificato che lo spessore dello strato di copertura risulta inferiore a 5.00 metri ed in ogni caso di modesta entità in confronto alla sua estensione planimetrica non sono possibili fenomeni di amplificazione sismica locale. Si segnala infine che nella zona oggetto di indagine non sono presenti faglie superficiali in grado di determinare, per effetto del passaggio di un'onda sismica, modifiche delle caratteristiche del terreno, quali fenomeni di subsidenze e spostamenti orizzontali.

Elementi morfologici

Morfologicamente l'ambito di frana quiescente oggetto di nuove perimetrazioni è contraddistinto da una acclività alquanto blanda, con pendenze medie nell'ordine dei 10° . In riferimento all'appendice "A" dell'Eurocodice 8 "UNI-ENV 1998", da cui deriva la normativa tecnica nazionale, per angoli medi di pendio inferiori ai 15° i fattori di amplificazione topografica risultano trascurabili.

Caratterizzazione litotecnica

I depositi argillosi che costituiscono la matrice della coltre superficiale sono assimilabili a mezzi a comportamento geotecnico pressochè coerente e scarsamente drenante, la cui compressibilità si esaurisce a lungo termine dall'applicazione di eventuali sovraccarichi. Tali depositi di copertura, a comportamento coesivo, evidenziano un grado di sovraconsolidazione generalmente elevato. Il valore della coesione non drenata, determinato dalle prove di caratterizzazione in sito, è risultato variabile da 0,80 a 1,20 Kg/cmq. Decisamente migliori le caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso sottostante. Viste le condizioni litotecniche delle coltre superficiale ($C_u > 0,70$ Kg/cmq) tali depositi non risultano suscettibili a particolari fenomeni locali di amplificazione del segnale sismico e/o cedimenti. È importante evidenziare che i terreni coesivi manifestano alterazioni costitutive che frequentemente determinano una diminuzione della resistenza. In ogni caso i cedimenti causati dall'incremento di deformabilità sono comunque molto modesti.

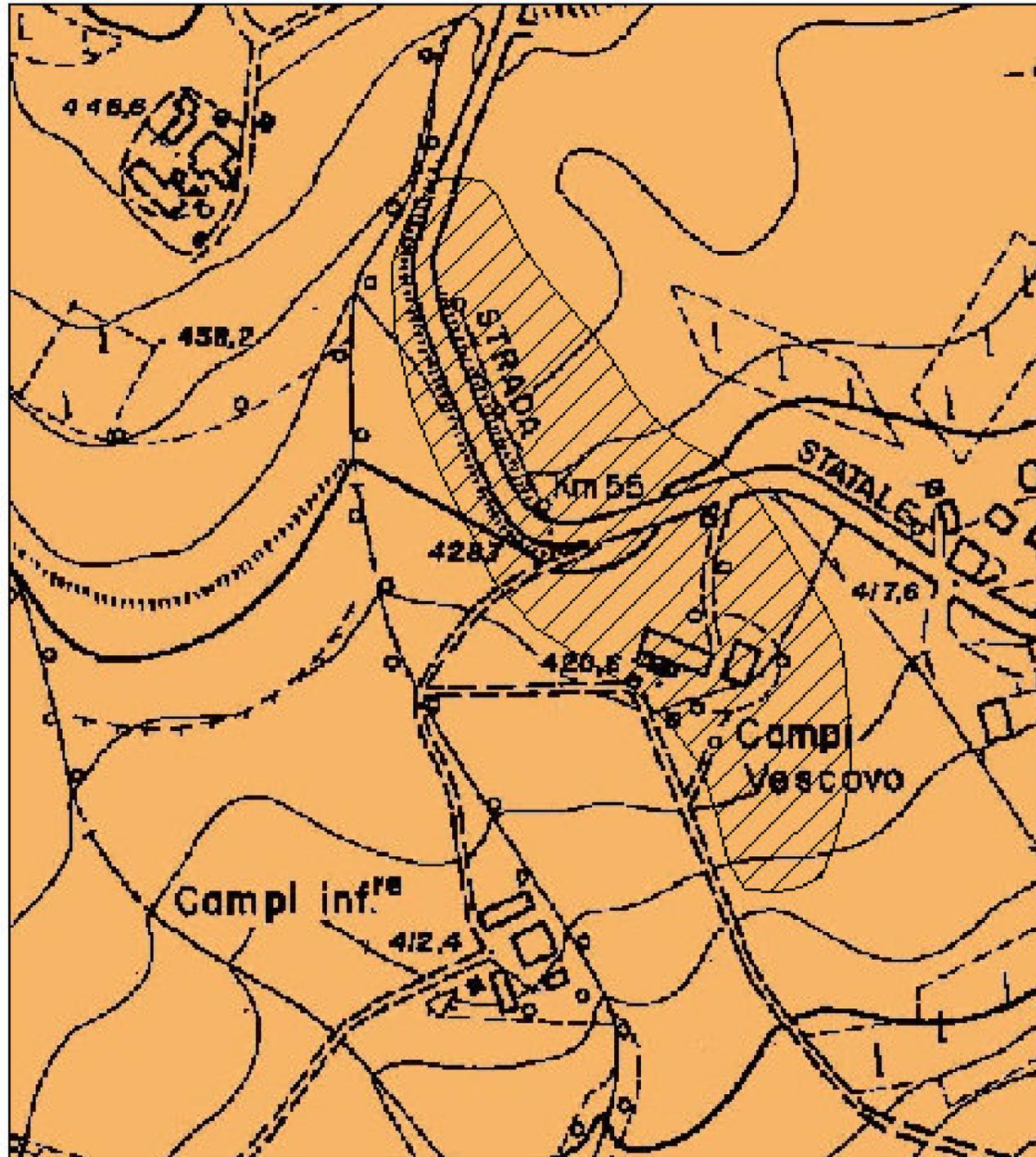
Infine, non sussistono le condizioni perché si verifichino deformazioni permanenti e/o significative dei terreni (fenomeni di liquefazione).

Elementi di instabilità del versante

I rilievi effettuati insieme ad un attento esame delle indagini geognostiche effettuate hanno permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti. Da un approfondimento del fenomeno di dissesto "quiescente" che interessa la loc. Sciola e l'area limitrofa, è emerso quanto segue: la frana in oggetto rappresenta un modesto apparato che discende dal versante nord orientale del rilievo dei M.te Pozzo e M.te Tormone contraddistinta da un'acclività moderata; le pendenze variano tra il 6% - 15% nella porzione dell'area di specifico interesse e aumentano fino a circa 25° nella parte più alta del versante. Il dissesto in oggetto è collegato alla presenza di una coltre eluviale e di depositi di versante che ad oggi non mostrano particolari fenomeni di instabilità. La porzione dell'area posta a nord del canale è contraddistinta da un'elevata presenza di caratteristiche intrinseche predisponenti alla riattivazione del dissesto. Al contrario, in base ai dati emersi dai rilievi in sito, le zone ascritte in classe di rischio medio [R2] o basso [R1], presentano nell'insieme sufficienti condizioni di sicurezza geostatica, determinate dalla acclività moderata e dalla presenza di una limitata coltre superficiale, costituita da materiali argilloso-arenacei moderatamente permeabile poggiante su di un substrato siltoso-arenaceo consistente ed in posto.

In ragione della bassa sismicità dell'ambito comunale (zona omogenea "3" caratterizzata da un livello di rischio sismico basso) e di quelle che sono le condizioni di vulnerabilità della porzione di territorio in esame, non si rilevano condizioni di "pericolosità geologica locale" tali da vincolare la proposta di classificazione in essere; comunque, nonostante i presupposti di sicurezza descritti, in considerazione della particolare fragilità ambientale d'insieme della zona, eventuali progetti edificatori dovranno essere attuati mediante l'adozione di alcuni accorgimenti atti al mantenimento degli equilibri geostatica dell'intero pendio, quali:

- imposizione di modesti indici volumetrici;
- sbancamenti e riporti ridotti al minimo qualora, per esigenze costruttive o estetiche, si rendesse necessario creare qualche piccolo rilevato; si raccomanda di appoggiare lo stesso su uno strato di materiale drenante, previa asportazione del terreno vegetale;
- regolamentazione del flusso delle acque superficiali e sotterranee provenienti da monte mediante le più idonee opere di regimazione e allontanamento dei corpi idrici (drenaggi, canalette di scolo, cunette, ecc.);
- manutenzione delle opere di difesa già esistenti;
- protezione del piede di eventuali scarpate artificiali con pendenze superiori a $1/2$ con gabbionature o muri debitamente fenestrati e con drenaggio a ridosso;
- raccolta sistematica e allontanamento in tubazioni a perfetta tenuta delle acque piovane e di quelle di scarico dei futuri edifici, convogliate entro il corpo idrico più prossimo all'area d'intervento, in modo tale da evitare dispersioni nel sottosuolo;
- fermo restando le discrete caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati, si consiglia di spingere il piano di posa fondazionale fino a raggiungere i livelli più compatti e scarsamente compressibili (sub-strato roccioso), anche mediante l'adozione, ove se ne certifichi in fase esecutiva la necessità, di fondazioni profonde.



Scala 1: 2.000

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE DEL FENOMENO DI DISSESTO

L'area oggetto di studio si colloca all'interno del territorio comunale di Bobbio, lungo il versante orografico sinistro del T. Bobbio, affluente di sinistra del F. Trebbia. Dal punto di vista geologico, il locale substrato roccioso è costituito dalla successione litologica nota in letteratura col nome di "Formazione di Salsominore" (*Oligocene Inf.-Miocene Inf.*). Si tratta di peliti carbonatiche a stratificazione indistinta, alternate a siltiti od arenarie fini-finissime in strati sottili.

Va osservato, in ogni caso, come lungo il versante interessato il substrato roccioso sia completamente ricoperto da una potente coltre detritica eluvio-colluviale, la cui notevole consistenza è da riconnettere all'elevato grado di tettonizzazione delle assise sedimentarie locali, che si presentano intensamente fratturate per via delle sollecitazioni tettoniche subite in particolar modo durante il Terziario terminale. Questa spessa copertura detritica è stata soggetta ad una mobilitazione generale che ha compromesso l'equilibrio geostatico dell'area in esame, sviluppando l'instaurazione di un esteso corpo di paleofrana, che si sviluppa fino al fondovalle del T. Bobbio, e che presenta locali riattivazioni dei movimenti gravitativi. La presenza del dissesto idrogeologico in esame appare evidente osservando la S.S. n. 461 del Passo del Penice, che attraversa la zona indagata e che presenta in alcuni suoi tratti marcate deformazioni.

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di versante considerato è disposto con direzione NW-SE da una quota di ca. 500 m s.l.m. a ca. 375 m s.l.m., con geometrie dolci e arrotondate dalla già citata coltre superficiale di natura eluvio-colluviale. L'idrografia di superficie è rappresentata, oltre che dal già citato T. Bobbio, da alcuni corsi d'acqua secondari, che costituiscono il naturale recapito delle acque raccolte lungo le linee di impluvio che solcano il versante in occasione di eventi meteorici. È importante sottolineare come, ove il deflusso idrico venga ostacolato da irregolarità topografiche (ossia zone in contropendenza), si possono costituire sedi temporanee o permanenti di ristagni idrici, i quali diventano i luoghi preferenziali di infiltrazione nel sottosuolo delle acque di ruscellamento e di precipitazione, con conseguente scadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti. Per ciò che concerne prettamente l'assetto idrogeologico della zona di diretto interesse, viste le caratteristiche litologiche dei terreni e la conformazione morfologica dei luoghi, non si ha la costituzione di una falda s.s.; la circolazione idrica sotterranea, infatti, data la dominanza della frazione argillosa, è confinata lungo le superfici di discontinuità (giunti di strato, fratture) o in corrispondenza dei livelli e degli orizzonti più sabbiosi. L'ambito di specifico interesse, sito in località Campi Vescovo, secondo la cartografia del dissesto comunale, risulta inserita completamente all'interno di un'estesa frana in stato quiescente, che attraversa l'intero versante con direzione prevalente NW-SE; all'interno del dissesto si segnalano, inoltre, tre corpi franosi in stato attivo, in ogni caso collocati esternamente alla zona di diretto interesse. Pur non volendo contestare la metodologia di rilevamento e i risultati conseguiti per la definizione dei limiti e per la scelta della tipologia delle frane cartografate, appare quantomeno opportuna una più puntuale definizione delle effettive condizioni attuali di stabilità riscontrabili nel contesto generale, mediante l'attuazione di una zonizzazione più specifica. Lo studio ha soffermato l'attenzione in particolar modo sulle caratteristiche geologico-geomorfologiche e idrogeologiche dei terreni, permettendo di delineare un quadro più dettagliato relativamente all'ubicazione e alla classificazione dei corpi di frana all'interno dell'ambito prescelto. La zonizzazione, vista anche la finalità dell'indagine, volta a definire l'edificabilità in funzione della stabilità, ha interessato esclusivamente l'estesa frana quiescente; per quanto riguarda le aree di frana attiva, nonostante alcune operazioni di messa in sicurezza (drenaggi, opere di sostegno, ecc.) abbiano con ogni probabilità operato un sostanziale miglioramento alle condizioni geostatiche dei terreni ivi presenti, sono stati mantenuti i limiti e le classificazioni originarie, dal momento che questi corpi franosi non interessano direttamente l'area di studio. In conseguenza alle manifeste evidenze geomorfologiche, sopra esplicitate, si è ritenuto quindi di classificare parte del corpo di frana quiescente in classe di rischio medio R2. Lo stralcio della "Carta del dissesto idrogeologico" prodotta a fianco, in scala 1: 2.000, rappresenta una sintesi grafica delle risultanze del rilievo di campagna.



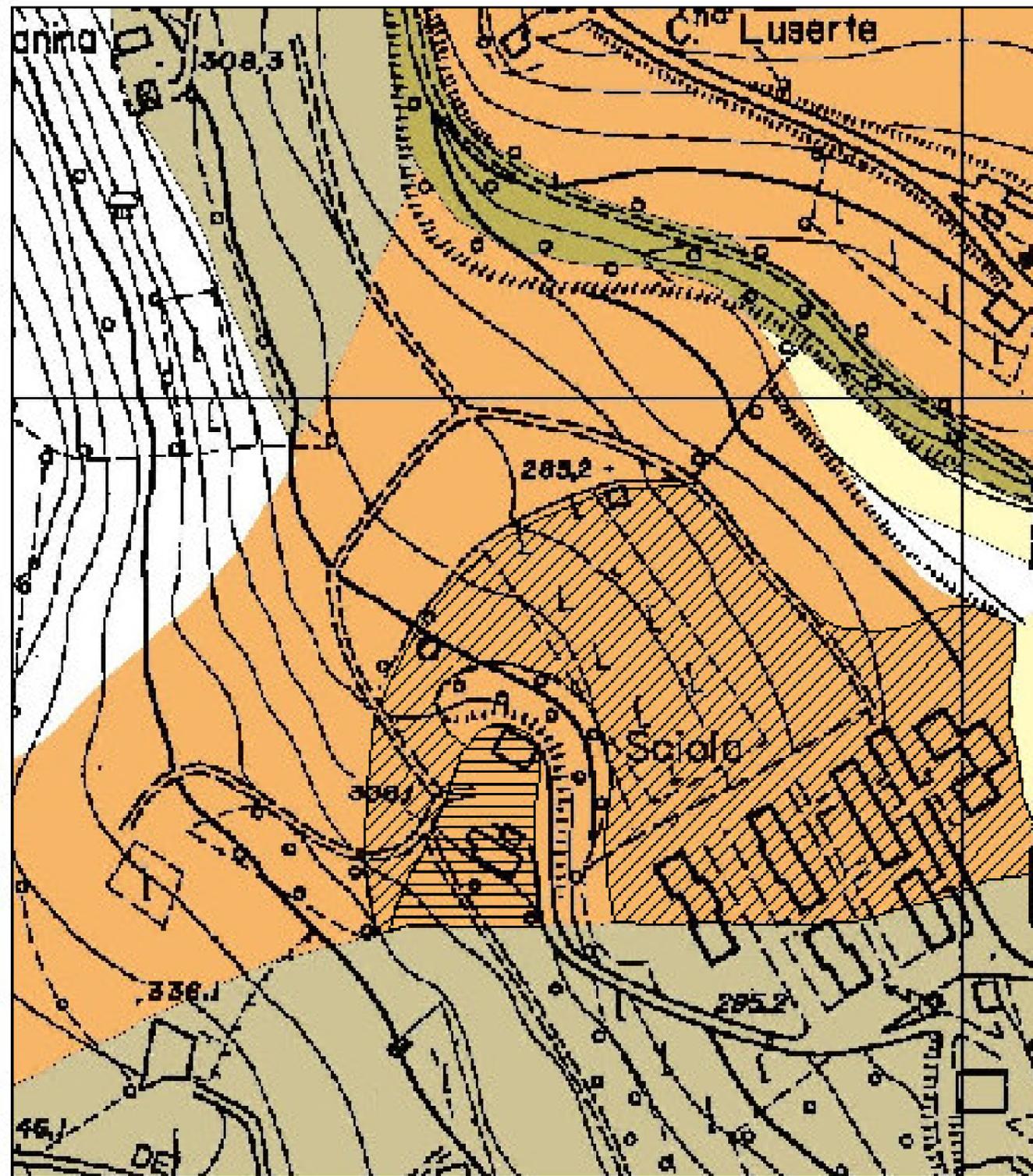
panorama della porzione terminale del versante oggetto di zonizzazione

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITA' DI TRASFORMAZIONE D'USO DEL SUOLO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

Nelle zone di frana quiescente classificate R2 sono consentiti gli interventi di cui al comma 3 art. 2 delle Norme di Piano ("zone a pericolosità media o moderata").

Frana quiescente

Frana quiescente in classe di rischio R2



Scala 1: 2.000

Frana quiescente Frana quiescente in classe di rischio R1 Frana quiescente in classe di rischio R2

INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE DEL FENOMENO DI DISSESTO

L'area in esame si colloca a valle della strada comunale che conduce alla loc. Sciola ed in prossimità di un'area parzialmente edificata. Nonostante l'urbanizzazione abbia in parte obliterato alcune caratteristiche morfologiche, il versante risulta essere inclinato dal 5% al 30% circa verso Nord Est.

Dal sopralluogo eseguito e dall'analisi di foto satellitari l'uso del suolo attuale nell'area in oggetto risulta essere a prato ed in parte a vigneto; poco più a monte dell'area è presente invece una vegetazione boschiva abbastanza sviluppata.

Le indagini eseguite direttamente in sito dal Dott. Geol. Mancioffi Paolo in data aprile 1997 e novembre e dicembre 1999 hanno rilevato la presenza d'acqua all'interno dei sondaggi geognostici eseguiti.

Per quanto concerne le indagini eseguite, nell'immediato sottosuolo i terreni risultano essere costituiti da uno spessore variabile di argille e detriti rocciosi in matrice argillosa ricoprenti un substrato roccioso calcareo-marnoso o siltoso arenaceo di differenti caratteristiche geotecniche.

I terreni che costituiscono il substrato roccioso nell'area in esame appartengono ai depositi classificati in parte come "Marne di Valle" per quanto riguarda la porzione nord occidentale dell'area e "Arenarie di Rio Fuino" per quanto riguarda la parte sud-orientale dell'area (rif. "Carta Geologica dell'Emilia Romagna"). Si tratta di formazioni di origine torbiditica, caratterizzate da alternanze irregolari di calcari arenacei grigio-scuri, calcari marnosi e marne calcaree grigio-scuri e nere, argille nerastre. In alcuni punti, le formazioni hanno subito delle intense fratturazioni e contorsioni, in modo da risultare abbastanza permeabili, specie nei livelli più ricchi di materiali calcarei; proprio le acque circolanti nel sottosuolo, nelle aree più fratturate, venendo a contatto con gli interstrati argillosi o con la copertura impermeabile, ne provocano l'ammollimento e, di conseguenza, innescano dei movimenti gravitativi.

Da un punto di vista morfologico, l'area in esame giace entro il versante a pendenza abbastanza irregolare che discende dai M.te del Pozzo e M.te Tormone posti rispettivamente a Nord Ovest dell'area in oggetto; essi risultano essere modellati da forme definite dalla presenza di litologie a diversa resistenza e giacitura derivanti, con ogni probabilità, dal substrato celato più in profondità e ricoperto da una modesta coltre detritica di spessore variabile da qualche metro a una decina di metri negli avvallamenti. La cartografia del dissesto, all'interno dell'area oggetto dello studio, classifica buona parte del versante, parzialmente edificato, come "a2" - Depositi in frana quiescente (rif. "Carta del Dissesto" RER).

La frana in oggetto rappresenta un apparato che discende dal versante orientato verso nord ovest. Geomorfologicamente l'area di frana è contraddistinta da un'acclività alquanto blanda (6° - 15°), procedendo verso monte tuttavia le pendenze aumentano sensibilmente attestandosi a valori indicativi variabili tra il 12% - 25%.

Il dissesto oggetto di analisi è collegato alla presenza di una consistente coltre eluviale che, dopo eventi meteorici intensi, si satura d'acqua superando il normale limite di liquidità, per cui, stemperandosi, tende a diventare fluida (soliflussi). I rilievi effettuati insieme ad un attento esame delle indagini geognostiche effettuate hanno permesso di l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti.

Un'analisi attenta del territorio limitrofo all'area d'interesse ha permesso di delimitare delle zone a medio o basso grado di pericolosità (distanti da scarpate e con acclività bassa variabile da 6° a max 15° e caratterizzate da una coltre superficiale di esiguo spessore (fino a 3,5 m da p.c.) di materiali argillosi con intercalazioni arenacee seguita da siltiti grigie compatte.

Da un approfondimento del fenomeno di dissesto "quiescente" che interessa la loc. Sciola e l'area limitrofa, è emerso quanto segue: la frana in oggetto rappresenta un modesto apparato che discende dal versante nord orientale del rilievo dei M.te Pozzo e M.te Tormone contraddistinta da un'acclività moderata; le pendenze variano tra il 6% - 15% nella porzione dell'area perimetrata e aumentano fino a circa 25° nella parte più alta del versante.

Il dissesto in oggetto è collegato alla presenza di una coltre eluviale e di depositi di versante che ad oggi non mostrano fenomeni di instabilità. Tuttavia la porzione dell'area posta a nord del canale è contraddistinta da un'elevata presenza di caratteristiche intrinseche predisponenti alla riattivazione del dissesto.

In base ai dati emersi dal rilievo sono state individuate e delimitate delle zone a differente pericolosità idrogeologica:

- a) una zona interessata da scarpate morfologiche e con acclività variabile da 6° a max 15°, caratterizzata, inoltre, da una copertura scarsamente permeabile fino anche oltre 10 m di materiali argilloso e argilloso-marnosi anche caotici satura in acqua. Tale zona si può assumere in classe di rischio elevato.
- b) una zona distante da scarpate morfologiche e con acclività moderata variabile da 6° a max 15°, caratterizzata da una copertura fino a 3,5 m di materiali argilloso-arenacei moderatamente permeabile seguita da un substrato siltoso-arenaceo consistente ed in posto. Tale zona è stata ascritta in classe di rischio medio o basso.

In conseguenza alle manifeste evidenze geomorfologiche, sopra esplicitate, si è ritenuto quindi di classificare parte del corpo di frana quiescente in classe di rischio medio R2 ed in parte in classe di rischio basso R1. Lo stralcio della "Carta del dissesto idrogeologico" prodotta a fianco, in scala 1: 2.000, rappresenta una sintesi grafica delle risultanze del rilievo di campagna.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITA' DI TRASFORMAZIONE D'USO DEL SUOLO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

Nelle zone di frana quiescente classificate R1 sono consentiti gli interventi di cui al comma 4 art. 2 delle Norme di Piano ("zone a pericolosità bassa o nulla"). Nelle zone di frana quiescente classificate R2 sono consentiti gli interventi di cui al comma 3 art. 2 delle Norme di Piano ("zone a pericolosità media o moderata").

In via cautelativa e previo successivi studi geologici di dettaglio, l'ambito di frana quiescente in esame, con esclusione delle zone individuate e delimitate in classe di rischio basso o medio ("zone a pericolosità bassa-nulla" e "zone a pericolosità moderata-media", nelle norme di piano), dovranno considerarsi assunti in classe di rischio elevato ("zone a pericolosità elevata") e quindi sottoposte alle limitazioni di cui all'art. 2 comma 2 delle norme tecniche di attuazione relative alle condizioni di stabilità geomorfologica.