



# COMUNE DI BISUSCHIO

*Provincia di Varese*

DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA  
A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L.R. 11 marzo 2005, n. 12

## RELAZIONE ED ALLEGATI CARTOGRAFICI

aggiornamento dicembre 2008



STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA  
Via Dante Alighieri, 27 - 21045 Gazzada Schianno (VA)  
Tel: 0332 464105  
Fax: 0332 870234

Dr. Geol. Roberto Carimati

Dr. Geol. Giovanni Zaro

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	BILANCIO IDROLOGICO .....	4
2.1	Struttura idrogeologica generale .....	4
2.2	Bilancio idrico locale .....	7
3.	ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO .....	10
3.1	Premessa .....	10
3.2	Pericolosità sismica di base e metodi di approfondimento .....	11
3.3	Approfondimento di I° Livello – Zonazione sismica preliminare.....	12
3.5	Descrizione degli scenari .....	16
3.6	Edifici ed opere strategiche.....	20
3.7	Indicazioni sulle modalità di approfondimento.....	23
3.7.1	Il 2° ed il 3° livello di approfondimento.....	23
3.7.2	Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni litologiche: scenari Z4a, Z4b, Z4c .....	24
3.7.3	Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche: scenari Z3a, Z3b .....	27
3.7.4	Procedura approfondita di 3° livello per instabilità: scenari Z1b , Z1c.....	31
3.7.5	Procedura approfondita di 3° livello per cedimenti e/o liquefazioni:scenario Z2.....	34
3.7.6	Effetti di amplificazione morfologica e litologica .....	34
4.	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA .....	37
4.1	Criteri generali .....	37
4.2	Zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia .....	38
4.3	Zonazione della pericolosità generata da colate di detrito e trasporto in massa su conoidi .....	40
4.4	Zonazione della pericolosità in altre aree.....	41
5.	CARTA DEI VINCOLI .....	45
5.1	Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/1989.....	45
5.2	Vincoli di polizia idraulica.....	46
5.3	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile .....	46
6.	AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....	48
7.	NORME GEOLOGICHE DI PIANO.....	64
7.1	Norme di fattibilità geologica delle azioni di piano.....	64
7.2	Norme derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 .....	72
7.3	Norme di polizia idraulica .....	76
7.4	Aree soggette ad amplificazione sismica.....	76
7.5	Aree di tutela delle captazioni ad uso idropotabile.....	78
8.	PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI FRANA ATTIVA .....	81

## **ELENCO APPENDICI**

- |             |  |
|-------------|--|
| Appendice 1 | Scheda crolli  |
| Appendice 2 | Simulazione traiettorie di caduta massi versante settentrionale e occidentale del Monte Useria (codice di calcolo Rotomap) |

## **ELENCO ALLEGATI CARTOGRAFICI**

- |              |   |
|--------------|---|
| ALLEGATO 1   | Carta di zonazione sismica preliminare – analisi di I <sup>o</sup> livello (scala 1:5.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale); |
| ALLEGATO 2   | Carta di zonazione della pericolosità da frana (scala 1:5.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);                             |
| ALLEGATO 3   | Carta dei vincoli (scala 1:5.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);  |
| ALLEGATO 4/a | Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – legenda;   |
| ALLEGATO 4/b | Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (scala 1:5.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);                   |
| ALLEGATO 4/c | Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – foglio nord (scala 1:2.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);     |
| ALLEGATO 4/d | Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – foglio sud (scala 1:2.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale).      |

## 1. PREMESSA

A seguito dell'avviamento delle procedure per la redazione del Piano di Governo del Territorio in attuazione della L.R.12/2005, art. 57, comma 1, il Comune di Bisuschio (Provincia di Varese) ha incaricato lo *Studio Tecnico Associato di Geologia* di procedere all'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale redatto dagli scriventi nel 2002.

In accordo con la nuova normativa, a completamento ed integrazione dello studio prodotto, si è proceduto alla predisposizione della carta della pericolosità sismica locale (analisi di I<sup>^</sup> livello), alla carta di zonazione della pericolosità da frana ed alla revisione della carta dei vincoli e della carta della fattibilità geologica per le azioni di piano estesa all'intero territorio comunale.

## **2. BILANCIO IDROLOGICO**

### **2.1 Struttura idrogeologica generale**

Per quanto concerne la circolazione delle acque sotterranee questa risulta fortemente condizionata sia dal locale assetto geologico-strutturale che dalle caratteristiche morfologiche del territorio.

A tale riguardo ed in prima approssimazione si possono pertanto scindere due domini a comportamento idrogeologico completamente differente coincidenti da un lato con i rilievi carbonatici mesozoici dei massicci montuosi del Monte Rho-Monte Minisfreddo e Monte Useria e dall'altro con i depositi continentali del fondovalle.

I massicci rocciosi, costituenti strutture in netto rilievo morfologico, sono costituiti da formazioni a dominante carbonatica (calcari e dolomie) in cui la permeabilità è essenzialmente di tipo secondario, dipendente cioè dal grado e dal tipo di fratturazione della roccia, dalla sua stratificazione, dal grado di alterazione, dalla presenza più o meno sviluppata di carsismo ipogeo, risultando ovviamente variabile e maggiore nei termini calcarei rispetto a quelli dolomitici.

Trattandosi di una struttura in netto rilievo morfologico rispetto alle aree circostanti è verosimile pensare che l'alimentazione dell'idrostruttura sia legata essenzialmente all'infiltrazione diffusa (o primaria) degli apporti meteorici e può essere immediata, quando è legata alle precipitazioni piovose, o ritardata se connessa allo scioglimento del manto nevoso; la velocità con cui il fenomeno si esplica risulta ovviamente variabile, e superiore nelle zone di roccia affiorante rispetto a quelle che presentano copertura di vario tipo, che tendono a rallentare l'infiltrazione efficace.

Localmente si possono avere processi di infiltrazione concentrata (o secondaria) quando le acque di ruscellamento superficiale provenienti anche da rocce non carsiche comprese

nell'area di alimentazione di un sistema si riversano direttamente in inghiottitoi attivi o semiattivi.

Le precipitazioni efficaci o gli apporti derivanti dallo scioglimento della coltre nevosa si spostano in profondità attraverso la zona non satura (o zona vadosa) con percorsi prevalentemente verticali.

Generalmente nella porzione corticale (epicarso) la roccia è caratterizzata da una intensa fratturazione (i cui fattori genetici sono legati essenzialmente alla decompressione dell'ammasso ed ai processi di gelificazione e termoclastismo) che si riduce progressivamente dopo i primi metri e il cui ruolo primario è quello di garantire un rapido assorbimento delle acque meteoriche e di trasferirle in profondità.

Nell'ammasso roccioso immediatamente sottostante la circolazione idrica è saltuaria, in funzione degli apporti atmosferici e caratterizzata da un deflusso che avviene generalmente lungo percorsi verticali o a baionetta, impostati lungo fratture e fessure ancora poco carsificate; in assenza di apporti diretti dalla superficie le pareti delle cavità sono ricoperte da sottili veli d'acqua mentre in seguito ad apporti infiltrativi si instaura una circolazione più o meno abbondante.

Nella zona satura, cioè nella porzione di ammasso roccioso totalmente sommersa in cui le acque, in pressione, si spostano con direzioni prevalentemente sub-orizzontali verso le aree di emergenza, si possono individuare sia collettori principali (condotti carsici maggiori ed interessati da un flusso continuo diretto verso le sorgenti con funzione di vie di drenaggio) sia una capillare rete di discontinuità e condotti minori più o meno estesi che rappresentano invece la parte più rilevante del sistema con funzione di serbatoi che ospitano importanti riserve idriche e che, in assenza di apporti diretti, alimentano i collettori principali.

Lo svuotamento del sistema è in genere lento a causa delle perdite di carico cui sono soggetti (restringimenti di sezione, riempimenti di depositi a permeabilità ridotta); nei periodi con notevoli apporti essi si saturano raggiungendo livelli più elevati rispetto a quello dei collettori e al cessare dell'infiltrazione cedono lentamente i volumi accumulati garantendo al sistema un certo flusso anche dopo periodi piuttosto lunghi in assenza di precipitazioni.

La struttura geologica è quella di una potente successione monoclinale immergente verso sud/sud-est, localmente complicata da strutture plicative (Sinclinale del M.te Minisfreddo e l'Anticlinale di Bisuschio).

Relativamente all'area di fondovalle, scavata dai processi glaciali nel substrato roccioso, risulta caratterizzata da un materasso di depositi glacio-lacustri e alluvionali che ricoprono con spessori variabili il substrato roccioso.

La circolazione idrica sotterranea è legata ad una permeabilità primaria per porosità e l'alimentazione dell'idrostruttura avviene per infiltrazione delle precipitazioni meteoriche, per le perdite di subalveo dei corsi d'acqua e verosimilmente per travaso dalle idrostrutture dei rilievi carbonatici circostanti; i prelievi sono invece legati all'emungimento attraverso i pozzi.

L'esame delle stratigrafie dei pozzi perforati nel fondovalle e le ricostruzioni effettuate sulla base dei SEV (rif. *"Studio idrogeologico del territorio comunale di Bisuschio"* – giugno, 1988; *"Studio idrogeologico del settore meridionale del territorio comunale di Bisuschio"* – Studio Geotecnico dr. Baratti, 1994) permette di individuare una successione litologica così schematizzabile dal basso verso l'alto:

- ✓ prevalenti limi e argille glacio-lacustri a diretto contatto con i bedrock (Gunz);
- ✓ alternanza di limi sabbiosi e sabbie limose con ghiaie e sabbie-ghiaiose (glaciale Mindel-Wurm);
- ✓ sabbie, sabbie ghiaiose e ciottoli (localmente argille e torbe) riferibili al fluvio-glaciale wurm e alle alluvioni recenti con variazioni di facies spesso brusche in senso latero-verticale.

Indicativamente a sud del pozzo "Molinello" l'acquifero è costituito da un sistema multifalda con i singoli livelli acquiferi semiconfinati o in pressione con direzione media del deflusso idrico da SW verso NE o N-S parallelamente all'asse vallivo.

I livelli produttivi sono riferibili a depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi-ciottolosi di spessore variabile da pochi metri a 15-20 m, separati da orizzonti/lenti di limi sabbiosi o argillosi di spessore anche plurimetrico e con continuità laterale variabile con funzione di acquitard o acquiclude.

A nord del pozzo Molinello tendono a prevalere depositi sabbioso-ghiaiosi per spessori rilevanti (60-70 m) e l'acquifero, essendo poco significative le intercalazioni limoso-sabbiose-argillose, tende ad assumere il carattere di un unico corpo sede di falda di tipo freatico.

L'acquifero di fondovalle, separato da quello di Arcisate da uno spartiacque sotterraneo, viene alimentato dalle precipitazioni meteoriche e dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua; pur essendo difficile valutarne l'entità, sono probabilmente assai significativi anche i travasi dalle idrostrutture carsiche del Monte Rho-Minifreddo.

## 2.2 Bilancio idrico locale

Di seguito si espongono alcune considerazioni ai fini della valutazione della risorsa idrica locale.

Il passo iniziale consiste nella stesura del bilancio idrologico e nella stima dei volumi di ricarica-prelievo (o uscite) dal bacino di riferimento mediante la seguente equazione:

$$P = ET + R + I$$

in cui:

P = precipitazione media annua per la località di riferimento (espressa in mm/anno);

ET = evapotraspirazione (mm/anno);

R = perdite legate al ruscellamento superficiale (mm/anno);

I = infiltrazione efficace (mm/anno) che definisce l'aliquota della precipitazione lorda effettivamente in grado di infiltrarsi nel terreno alimentando la risorsa idrica sotterranea.

Per la definizione del **parametro P** è stata presa come riferimento la “*carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)*” dalla quale si estrapola per la latitudine corrispondente a quella del territorio in esame un valore pari a **1.650 mm pioggia/anno**.

Considerando per il Comune di Bisuschio una temperatura media annua  $T_a$  di 11.7 °C (rif. relazione tecnica studio geologico 2002) la formula di Turc (1954) fornisce direttamente l'**evapotraspirazione reale (ET) media annua in mm**:

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}} \quad \text{con} \quad L = 300 + 25T_a + 0.05T_a^3$$

Risolviendo l'equazione si ottiene per l'area in esame un valore pari a **627 mm/anno**.

Per valutare l'entità del ruscellamento è stato considerato il valore della pioggia efficace cioè l'effettivo volume idrico che si rende disponibile per il ruscellamento superficiale e che raggiunge rapidamente la rete idrografica e che viene calcolata depurando dal volume totale le perdite dovute all'intercettazione fogliare, al pozzangheramento e soprattutto all'infiltrazione nel suolo.

La stima delle piogge efficaci viene operata utilizzando un metodo sperimentato dal Servizio Statunitense di Conservazione del Suolo (SCS-CN), noto come 'Curve Number' (Chow, 1988), che consente di tenere conto delle perdite di volumi di pioggia che avvengono all'inizio dell'evento precedentemente descritte attraverso la seguente equazione:

$$P_{netta} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

dove  $P_{netta}$  [mm] è la pioggia efficace che generare il deflusso superficiale,  $P$  [mm] è l'afflusso meteorico lordo,  $I_a$  [mm] rappresenta le perdite iniziali ed  $S$  [mm] il massimo assorbimento potenziale; da relazioni empiriche ricavate da numerosi casi sperimentali si ha inoltre:

$$I_a = 0.2 S \text{ e } CN = 1000/(10 + S).$$

Sulla base dell'analisi geologica e pedologica dell'area in esame attraverso una media pesata dei valori del parametro CN assegnati a ciascuna categoria di suolo è possibile assegnare un valore medio pari a 85 da cui si ricava un valore del **coefficiente di deflusso 0,44**.

Moltiplicando tale valore per la precipitazione media annua si ottiene una **perdita dovuta al ruscellamento superficiale pari a 726 mm/anno**.

Il valore dell'**infiltrazione efficace I** si ottiene indirettamente sottraendo alla precipitazione lorda le perdite per evapotraspirazione e ruscellamento ( $I = P - D - E$ ) e per l'area

in questione risulta pari a **297 mm/anno** che moltiplicato per la superficie 7,2 Km<sup>2</sup> fornisce un valore approssimato per eccesso di **2.140.000 mc/anno**.

Per la valutazione della risorsa idrica sfruttabile sono state prese in considerazione le sezioni idrogeologiche elaborate a supporto dello studio geologico del territorio comunale (2002) e le elaborazioni dei SEV (rif. “*Studio idrogeologico del territorio comunale di Bisuschio*” – giugno, 1988; “*Studio idrogeologico del settore meridionale del territorio comunale di Bisuschio*” – Studio Geotecnico dr. Baratti, 1994).

Considerando il solo acquifero di fondovalle (paleovalle della attuale Roggia Molinara) e trascurando l’entità degli apporti per travaso dall’idrostruttura carsica del Monte Rho-Minisfreddo e Useria si può ragionevolmente stimare un volume utile della riserva pari a 2.500.000 mc.

Sulla base dei dati trasmessi dall’U.T. del Comune di Bisuschio il volume medio di acqua prelevato da pozzi e sorgenti relativamente agli anni 2005-2006-2007 ammonta a circa 745.800 mc/anno.

Ipotizzando un consumo medio pro-capite giornaliero pari a 250 l/sec/abitante si ottiene un consumo teorico di 384.071 mc/anno (calcolati sulla popolazione di 4.209 abitanti censita al 31/10/2008) mentre il fatturato medio relativo agli anni 2005-2006-2007 è risultato di 279.000 mc.

Confrontando quindi il valore il valore dell’infiltrazione efficace che rappresenta la ricarica delle acque sotterranee cioè il volume di acqua utilizzabile senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale (stimato in circa 2.140.000 mc/anno) con il volume medio prelevato (poco meno di 750.000 mc/anno) si osserva un bilancio positivo fra ricarica/prelievo con discreti margini di incremento dei consumi.

Alla luce di quanto esposto ed in previsione di futuri incrementi della richiesta idrica prima di procedere ad una maggiorazione dei prelievi da falda si consiglia comunque di condurre un censimento completo sullo stato di manutenzione delle opere di presa (soprattutto delle sorgenti) e dello stato della rete acquedottistica al fine di migliorare per quanto possibile l’efficienza delle captazioni e riducendo le perdite di rete.

### 3. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO

#### 3.1 Premessa

La carta della “Zonazione sismica preliminare del territorio comunale – Analisi di primo livello” proposta in allegato 1, estesa all’intero territorio comunale e sintetizzata alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica comunale, è tesa al riconoscimento delle aree potenzialmente soggette ad amplificazione in relazione ad un evento sismico anche remoto.

La risposta ad una sollecitazione dinamica è funzione anche delle particolari condizioni geologiche e geomorfologiche proprie di una determinata zona; le condizioni locali possono quindi influenzare, in occasione di eventi sismici, la *pericolosità sismica di base* (attualmente definita dalla Classificazione Sismica del territorio nazionale adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003, in recepimento dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri. n. 3274 del 20 marzo 2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”) producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell’area e, di conseguenza, negli indirizzi di pianificazione urbanistica e di progettazione degli interventi edificatori.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull’identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione quindi delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due gruppi di effetti locali: quelli di *amplificazione sismica locale (o litologici)* e quelli *dovuti ad instabilità*.

### 3.2 Pericolosità sismica di base e metodi di approfondimento

Il Comune di Bisuschio (cfr. figura 1) secondo la riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell’8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003) ricade in zona sismica 4 (quella a minor grado di sismicità ovvero a “bassa sismicità”).

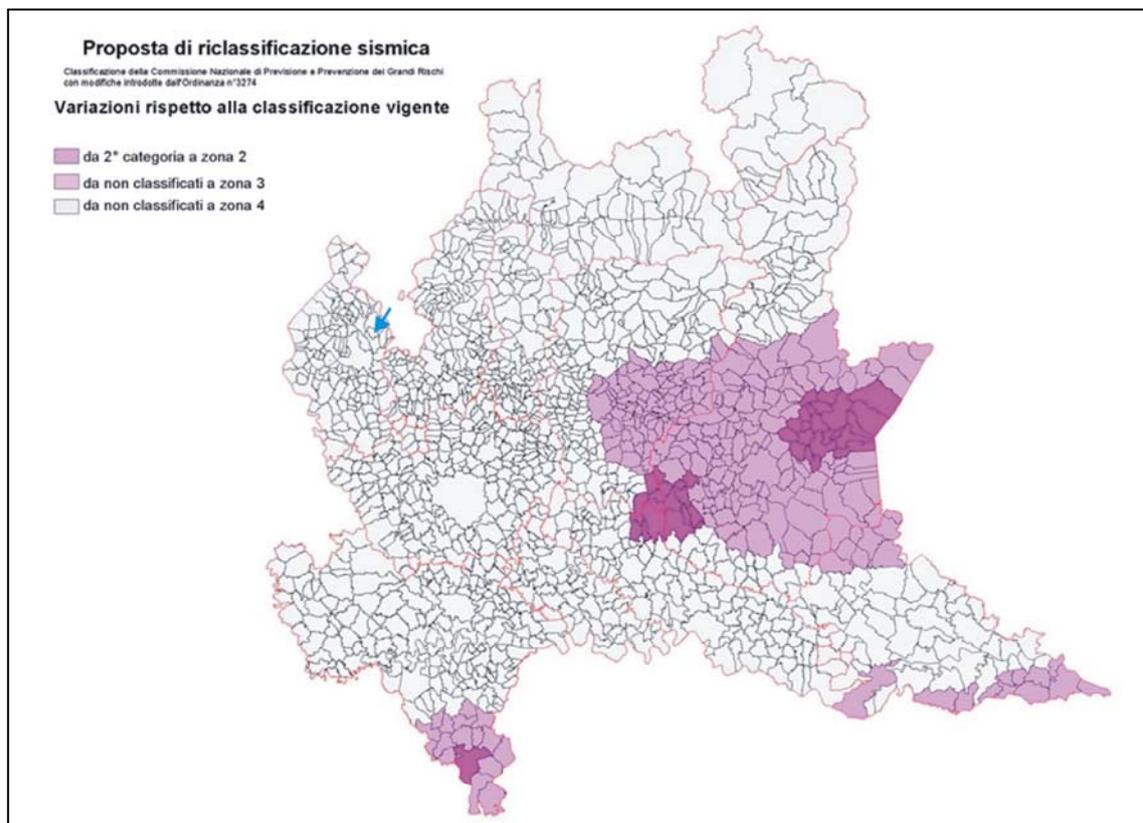


Figura 1 – classificazione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi con modifiche introdotte dall’Ordinanza n. 3274

Tale classificazione costituisce la **pericolosità sismica di base** che deve essere verificata ed approfondita, in base ai criteri dettati dalla L.R. 12/2005, in fase di pianificazione territoriale e geologica.

La metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale, riportata nell'allegato 5 ai Criteri attuativi della L.R. 12/05 – Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*”, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 settembre 2005 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, e della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003 e del d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, prevede 3 livelli di analisi da applicarsi in funzione della zona sismica di appartenenza.

L'elaborazione della carta della pericolosità sismica locale (allegato 1) è il prodotto del completamento del I° dei tre livelli di approfondimento previsti, obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia, ed esteso a tutto il territorio comunale (PSL); tale carta costituisce, unitamente alle prescrizioni riportate nell'analisi della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano, la base fondamentale per gli indirizzi di pianificazione urbanistica identificando per ciascuna zona gli studi richiesti per valutare in dettaglio la risposta delle strutture alle sollecitazioni dinamiche di tipo sismico.

In questo senso ricadendo il Comune di Bisuschio in Zona 4 ed in base all'allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05, in fase progettuale gli approfondimenti di II° e III° livello sono obbligatori unicamente per gli edifici strategici e rilevanti di cui all'elenco in Allegato A al D.D.U.O. 21 novembre 2003 - n. 19904; è comunque a discrezione dell'amministrazione richiedere l'approfondimento in fase d'istruttoria nei casi che si ritengono opportuni non rientranti nell'elenco.

### **3.3 Approfondimento di I° Livello – Zonazione sismica preliminare**

Per effettuare una zonazione preliminare del territorio comunale si è proceduto ad un'**analisi di primo livello**: tale analisi consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo

studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte.

La base tecnica e cartografia è costituita dalle analisi di tipo geologico s.s., geomorfologico, idrogeologico e geotecnico e dai relativi Allegati dello studio del 2002.

La discretizzazione in *zone* è avvenuta seguendo una suddivisione in *situazioni tipo* denominate *scenario di pericolosità sismica locale*, contenute nell'Allegato 1 (Carta di zonazione sismica preliminare – analisi di I° livello alla scala 1:5.000 su base topografica stralciata dal rilievo aerofotogrammetrico comunale) e riportate nella successiva tabella 1.

<b>Sigla</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
<b>Z1a</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
<b>Z1b</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
<b>Z2</b>	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
<b>Z3a</b>	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
<b>Z3b</b>	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 1: situazioni tipo e scenari di pericolosità sismica locale

### 3.4 Redazione della carta di zonazione sismica preliminare

Come anticipato in questa fase di studio è stata completata l'analisi di I° livello che ha portato all'elaborazione della carta "Zonazione sismica preliminare del territorio comunale – Primo livello" proposta nell'Allegato 1.

Sulla base delle considerazioni emerse nel corso dell'analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica nell'ambito del territorio comunale di Bisuschio è stato possibile identificare alcune **situazioni tipo** corrispondenti a diversi **scenari di pericolosità sismica** ed **effetti di amplificazione prevedibili**.

La suddivisione è riportata nella seguente tabella 2, cui segue una descrizione di ciascuno scenario.

<b>DEPOSITI DI COPERTURA POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE</b>		
<b>SIGLA DELLO SCENARIO</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI PREVEDIBILI</b>
Z2	<b>Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale):</b> depositi palustri recenti ed attuali delle aree depresse del fondovalle costituiti da torbe ed argille organiche a grado di addensamento nullo e sature per occorrenza di falda prossima a p.c.	Cedimenti e/o liquefazioni
Z4a	<b>Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi:</b> piana fluvioglaciale terrazzata (depositi fluvioglaciali del Wurm-Riss) riferibile all'Alloformazione di Cantù, da Località Ravasina-Piamo in direzione nord verso il Ceresio	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	<b>Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre:</b> falde di detrito alla base del versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo e lungo le pendici settentrionali ed occidentali del Monte Useria; conoidi detritico torrentizie solo parzialmente attive in corrispondenza dei principali torrenti che solcano il versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4c	<b>Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche):</b> depositi morenici di raccordo versante-piana alluvionale indicativamente compresi nella fascia altimetrica compresa fra 350-400 m s.l.m. fra località Ravasina di Sopra a sud e località Rossaga a nord	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z5	<b>Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse:</b> zona pedemontana di passaggio fra substrato roccioso affiorante/subaffiorante e depositi morenici e/o fluvioglaciali di spessore rilevante; limite stratigrafico fra il Servino e le formazioni rocciose carbonatiche	Comportamenti differenziali

Tabella 2: scenari di P.S.L. presenti nel territorio di Bisuschio

<b>ELEMENTI MORFOLOGICI POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE</b>		
<b>SIGLA DELLO SCENARIO</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI PREVEDIBILI</b>
Z1a	<b>Zone caratterizzata da movimenti franosi attivi:</b> scarpate subverticali del versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo e del Monte Useria interessate da fenomeni di crollo e relative aree di influenza del fenomeno	Instabilità: riattivazione di dissesti quiescenti o stabilizzati; neoformazione di movimenti franosi
Z1c	<b>Zone potenzialmente franose o esposte a rischio di frana:</b> aree di versante ad acclività da media ad elevata con presenza di depositi incoerenti eterogenei e di spessore spesso fortemente variabile su substrato roccioso localmente con abbondante circolazione idrica sia subsuperficiale che ipogea; aree di piede versante ad acclività media, spesso edificate, interessate in passato da smottamenti e frane stabilizzate per intervento antropico	
Z3a	<b>Zona di ciglio H &gt; 10 m (scarpata con parete subverticale:</b> bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica): ciglio delle scarpate rocciose del versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo e del Monte Useria; cigli di scarpata di origine antropica della ex cava Rossaga ad est di Pogliana	Amplificazioni topografiche
Z3b	<b>Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (appuntite-arrotondate):</b> crinali spartiacque dei massicci carbonatici del Monte Rho e Monte Minisfreddo	

Tabella 2: scenari di P.S.L. presenti nel territorio di Bisuschio

### 3.5 Descrizione degli scenari

#### Scenario S1 - zona caratterizzata da movimenti franosi attivi (sigla Z1a)

In questa classe sono state inserite le aree caratterizzate da scarpate rocciose ad inclinazione elevata o prossima alla verticale, di altezza di parecchie decine di metri, interessate localmente da fenomeni di crollo/ribaltamento e le relative aree di influenza (Monte Rho-Minisfreddo, Monte Useria); nello scenario sono comprese altresì le maggiori falde di detrito rimobilizzabile, totalmente o in parte a seguito di eventi meteorici sfavorevoli, e le aree di frana identificate dalla consultazione delle mappe sul portale dell'informazione territoriale della Regione Lombardia (GeoIFFINet inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia).

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità dei versanti sia attraverso la riattivazione dei dissesti quiescenti e/o stabilizzati che con formazione di nuovi fenomeni franosi; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H3.

### **Scenario S2 - zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana (sigla Z1c)**

Lo scenario comprende genericamente le aree del versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo e del versante occidentale e settentrionale del Monte Useria, caratterizzate da presenza di depositi incoerenti eterogenei (localmente cementati) e di spessore spesso fortemente variabile poggianti su substrato roccioso, spesso carsificato e alterato, con abbondante circolazione idrica sia subsuperficiale che ipogea.

La suscettibilità all'innescò di dissesti (prevalentemente scivolamenti planari) è legato alla presenza di fattori sfavorevoli quali elevata acclività dei versanti, eterogeneità dei depositi di copertura (spesso in condizioni di equilibrio limite) e circolazione irregolare delle acque (sia di corrivazione che subsuperficiali che portano localmente a condizioni di imbibimento dei materiali) agenti singolarmente o in concomitanza.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità dei versanti con neoformazione di fenomeni franosi; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2; il livello di approfondimento richiesto in fase progettuale per tali aree è il III° solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relative alla Classe IV di fattibilità geologica.

### **Scenario S3 - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale) (sigla Z2)**

Lo scenario individua alcune aree depresse del fondovalle caratterizzate da accumulo di depositi palustri recenti ed attuali costituiti da torbe ed argille organiche a grado di addensamento nullo e sature per occorrenza di falda prossima a p.c.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di sviluppo di cedimenti e/o liquefazione dei materiali; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2; il livello di approfondimento richiesto in fase progettuale per tali aree è il III° solo per edifici strategici e

rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relative alla Classe IV di fattibilità geologica.

#### **Scenario S4 - zona di ciglio con altezza $H > 10$ m (sigla Z3a)**

Per definire le aree di influenza del fattore di amplificazione a partire da elementi lineari quali i cigli delle scarpate rocciose, torrentizie e i cigli dei terrazzi morfologici di origine fluvio-glaciale sarebbe stato necessario avere il supporto di un approfondimento di II° livello, basato sulle proposte metodologiche sintetiche della Regione Lombardia, che esula però dagli scopi di pianificazione territoriale a grande scala del presente studio.

Pertanto in questa fase sono stati individuati come elementi lineari i cigli delle principali scarpate morfologiche (prevalentemente in roccia, indipendente dal processo morfogenetico che le ha prodotte) suscettibili di amplificazioni topografiche in caso di evento sismico.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z3 è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

#### **Scenario S5 - zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo appuntite (sigla Z3b)**

La classe identifica come elementi lineari i crinali spartiacque dei massicci carbonatici del Monte Rho\_Minisfreddo, caratterizzati da inclinazioni dei versanti mediamente variabili fra 35 e 40° ed angoli alla sommità compresi fra 15-20° (creste appuntite).

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Per quanto concerne gli approfondimenti richiesti valgono le medesime prescrizioni elencate alla precedente classe Z3a.

### **Scenario S6 - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi (sigla Z4a)**

La classe individua le aree subpianeggianti o debolmente acclivi della piana fluvio-glaciale terrazzata che solca il territorio comunale con direzione media N-S, caratterizzata da depositi fluvio-glaciali del Wurm-Riss riferibili all'Alloformazione di Cantù, da Località Ravasina-Piamo in direzione nord verso il Ceresio.

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni litologiche e geometriche; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

### **Scenario S7 - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre (Sigla Z4b)**

Comprende le falde di detrito alla base del versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo e lungo le pendici settentrionali ed occidentali del Monte Useria e le conoidi detritico torrentizie, la maggior parte delle quali solo parzialmente attive, in corrispondenza dei principali torrenti che solcano il versante orientale del Monte Rho-Monte Minisfreddo.

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni litologiche e geometriche; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Per quanto concerne il grado di approfondimento richiesto valgono le medesime prescrizioni di cui alla precedente classe Z4a.

### **Scenario S8 - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche) (sigla Z4c)**

Nella classe sono stati compresi i depositi morenici di raccordo versante-piana alluvionale indicativamente compresi nella fascia altimetrica compresa fra 350-400 m s.l.m. fra

località Ravasina di Sopra a sud e località Rossaga a nord, caratterizzati da spessore variabile sul substrato, localmente elevato fino ad alcune decine di metri.

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni litologiche e geometriche; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Per quanto concerne il grado di approfondimento richiesto valgono le medesime prescrizioni di cui alle precedente classe Z4.

### **Scenario S9 - zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (sigla Z5)**

In tale categoria sono state identificati con elementi di tipo lineare le aree di piede versante, o comunque caratterizzate da evidenti e significative rotture di pendenza, in corrispondenza delle quali si ha il contatto fra il substrato roccioso carbonatico stratificato e i depositi glaciali s.l. caratterizzati da spessori rilevanti; sono state inoltre individuate le zone di contatto fra formazioni poco competenti (Servino) e le formazioni carbonatiche a tetto (dolomia del San Salvatore).

In caso di evento sismico è prevedibile l'insorgenza di comportamenti differenziali; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z5 è richiesto l'approfondimento di III° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti).

### **3.6 Edifici ed opere strategiche**

In questo paragrafo viene proposto per completezza l'elenco tipologico degli edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904 che, per i Comuni ricadenti in Zona 4 come è il caso di Bisuschio, devono essere sottoposti ai successivi livelli di approfondimento II° e III° in fase progettuale.

**Allegato A al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904** - Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale art. 2 comma 3 o.p.c.m. n. 3274/03 (... «*edifici di interesse strategico e*

*delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile – edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso»...*)

## **1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*

### **EDIFICI**

Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (\*);

Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (\*);

Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (\*);

Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (\*);

Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);

Centri funzionali di protezione civile;

Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;

Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;

Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (\*\*);

Centrali operative 118;

## **2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso*

### **EDIFICI**

Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;

Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;

Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003;

Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);

Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (\*\*\*) suscettibili di grande affollamento;

(\*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*\*) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

## **OPERE INFRASTRUTTURALI**

Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali;

Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);

Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;

Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;

Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);

Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;

Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);

Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;

Opere di ritenuta di competenza regionale.

### **3.7 Indicazioni sulle modalità di approfondimento**

#### *3.7.1 Il 2° ed il 3° livello di approfondimento*

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4), relativamente agli edifici di cui al paragrafo precedente.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di  $F_a$ .

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di  $F_a$  sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di  $F_a$  per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello e per le zone di

contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5).

Il livello 3° si applica anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

### 3.7.2 Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni litologiche: scenari Z4a, Z4b, Z4c

Per gli scenari Z4a, Z4b, Z4c relativi a potenziali amplificazioni sismiche legate alla litologia, è da prevedere un approfondimento di 2° livello.

La procedura semplificata di 2° livello, basata sull'utilizzo per confronto di n. 5 schede tipo redatte dalla Regione Lombardia e riportate nell'allegato 5 ai Criteri attuativi della L.R. 12/05 – Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T, richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento tra quelle proposte.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2).

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle Vs con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di Vs inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di Vs con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato pre-calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie\_lomb.xls*) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di  $F_a$  con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di +/- 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- *il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente*: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);

- *il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente*: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di  $V_s$ , utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità.

### 3.7.3 Procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche: scenari Z3a, Z3b

La procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche relativamente allo scenario Z3a è valida per irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s.

In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- l'inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (*per  $\beta > 1/5 \alpha$  la situazione è da considerarsi pendio*);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (*per  $h \geq 1/3 H$  la situazione è da considerarsi una cresta appuntita – cfr. scenario Z3b*).

Di seguito (figura 2) si riporta lo schema identificativo e le tipologie delle situazioni di scarpata da prendere in considerazione per lo scenario Z3a:

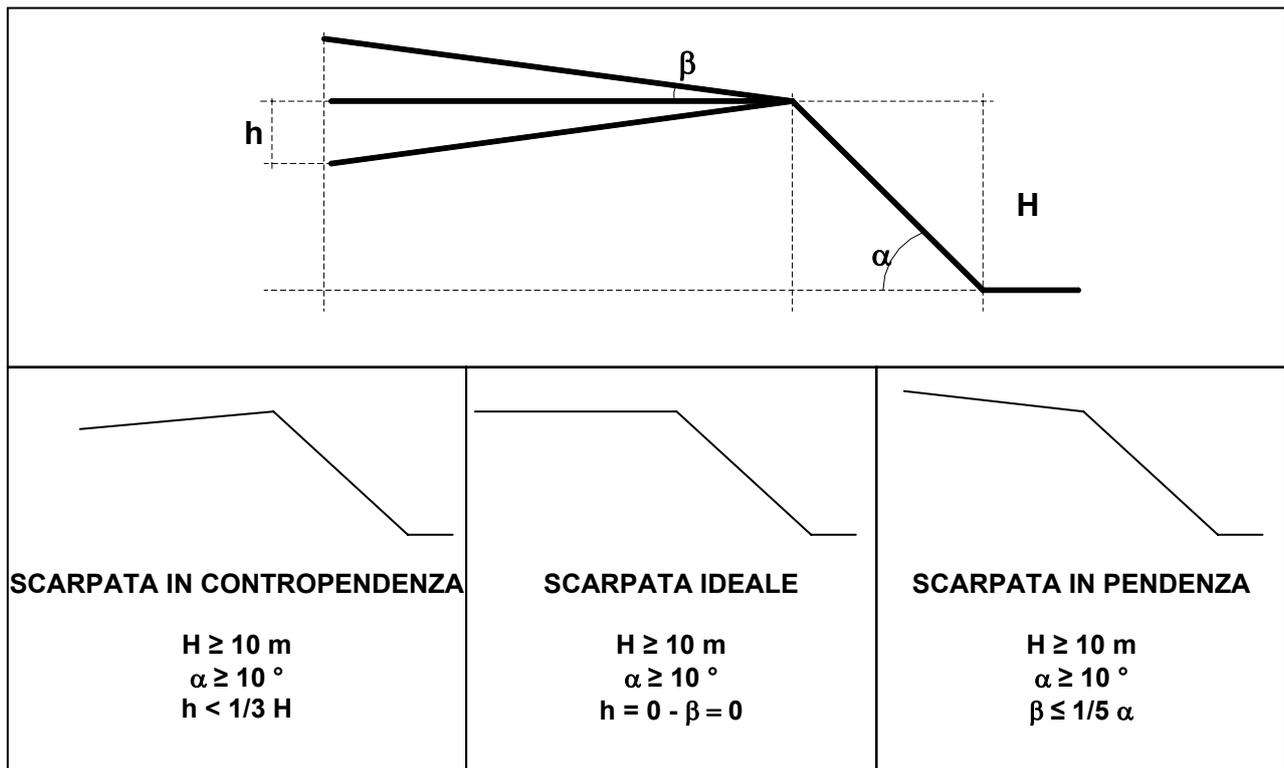


Figura 2: schema identificativo e tipologie delle situazioni di scarpata

Sulla base delle diverse situazioni di scarpata esistono in Allegato 5 (e succ. aggiorn.) modelli caratterizzati da diverse altezze H, diverse inclinazioni  $\alpha$  del fronte principale e diversa tipologia del fronte superiore dei quali è stato pre-calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s lungo il fronte superiore, identificando anche l'area di influenza ( $A_i$ ) dei fenomeni di amplificazione sismica (Tabella 3):

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $F_a$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Tabella 3: variazione del Fattore di amplificazione  $F_a$  e dell'area di influenza in funzione delle diverse situazioni di scarpata

Anche in questo caso, i valori di  $F_a$  ottenuti con la procedura semplificata descritta dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Per quanto concerne la procedura semplificata per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b) questa è caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai  $10^\circ$ ; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo ( $h$ ) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo ( $H$ ) (scheda di valutazione).

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una  $V_s$  maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni (Figura 3):

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta ( $l$ ) molto inferiore alla larghezza alla base ( $L$ ) (cresta appuntita);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno  $1/3$  della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a  $10^\circ$  (cresta arrotondata).

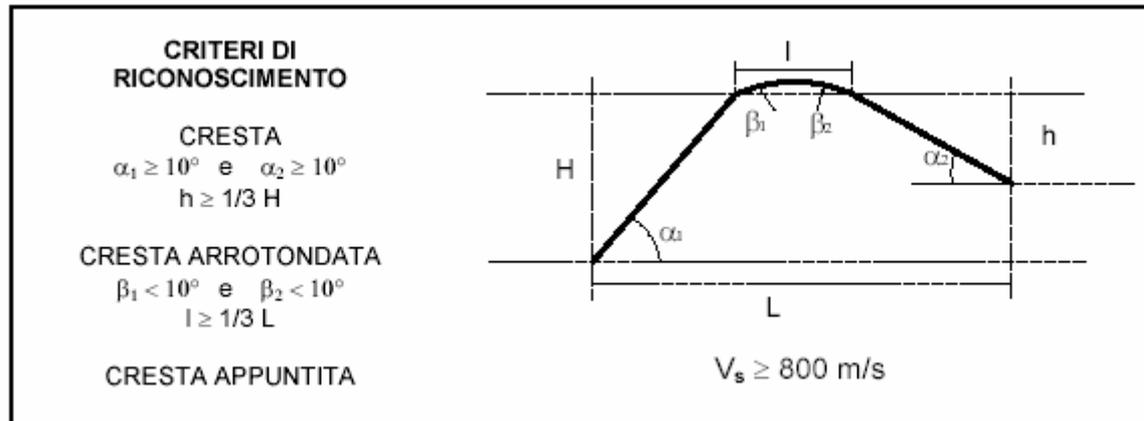


Figura 3: effetti morfologici – creste - scenario Z3b

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo  $L$ ;
- larghezza in cresta del rilievo  $l$ ;
- dislivello altimetrico massimo  $H$  e dislivello altimetrico minimo  $h$  dei versanti;
- coefficiente di forma  $H/L$ .

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma  $H/L$ .

Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta  $l$ , mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di  $F_a$  a così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di  $F_a$  ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ( $V_s > 800$  m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie\_lomb.xls*) e rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di  $F_a$  con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di +/- 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- *il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente*: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- *il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente*: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

### 3.7.4 Procedura approfondita di 3° livello per instabilità: scenari Z1b , Z1c

L'analisi di 3° livello per potenziali effetti di instabilità prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche,

pseudostatiche e dinamiche attraverso un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi.

In particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) cui possono corrispondere quelli presenti nelle aree di Bisuschio comprese in questo scenario, le procedure possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume ( $\gamma$ ), l'angolo di attrito ( $\Phi$ ) nei suoi valori di picco e residuo e la coesione ( $c$ ) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;
- analisi numeriche: diversi sono i modelli numerici che possono essere utilizzati per il calcolo della stabilità; tali codici, più o meno semplificati (es. metodo dei conci, metodo ad elementi finiti, ecc.), forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza ( $F_s$ ) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di accelerazione orizzontale critica ( $K_c$ ) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche. L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il

coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni sull'area di influenza del movimento franoso ed una misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

Per quanto riguarda i movimenti tipo crolli e ribaltamenti le analisi che possono essere effettuate sono di tipo statico e pseudostatico.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni possono essere così schematizzate:

- inquadramento geologico di un intorno significativo in scala 1:10.000 e esecuzione di sezioni geologiche e topografiche in scala 1:10.000;
- individuazione dei parametri dell'input sismico (quali valore del picco di accelerazione, valore del picco di velocità);
- rilievi geomeccanici per la classificazione degli ammassi rocciosi sorgenti dei distacchi (determinazione delle principali famiglie di discontinuità, prove in sito sugli affioramenti quali martello di Smidth tipo L, pettine di Barton, spessimetro per apertura giunti ecc., prelievo di campioni per esecuzione di Point Load Test e di prove di scivolamento Tilt Test);
- identificazione dei principali cinematismi di rottura degli ammassi rocciosi su sezioni tipo e, per situazioni particolarmente significative, analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di singoli blocchi;
- descrizione e rilievo della pista di discesa e della zona di arrivo, rilievo geologico e, ove possibile, statistica dei massi al piede (dimensioni e distribuzione);
- costruzione del modello numerico della/e pista/e di discesa e verifiche di caduta massi con vari metodi e statistiche arrivi.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame, in particolare, vengono individuate le possibili piste di discesa, le relative aree di influenza e la statistica degli arrivi.

### 3.7.5 Procedura approfondita di 3° livello per cedimenti e/o liquefazioni: scenario Z2

L'analisi di 3° livello da applicarsi agli scenari Z2 prevede la valutazione *quantitativa* delle aree soggette a potenziali fenomeni di cedimenti e liquefazioni in relazione alle condizioni litologiche ed idrogeologiche locali.

Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

### 3.7.6 Effetti di amplificazione morfologica e litologica

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).

Le caratteristiche strumentali, il tipo di acquisizione e la disposizione logistica variano in funzione della complessità geologica dell'area di studio, del metodo di elaborazione scelto e del tipo di risultato a cui si vuole pervenire.

Le registrazioni eseguite in un'area di studio possono riguardare rumore di fondo (microtremore di origine naturale o artificiale) o eventi sismici di magnitudo variabile; i dati acquisiti devono essere opportunamente selezionati (ripuliti da tutti i disturbi presenti) e qualificati tramite informazioni sismologiche dell'area in esame e permettono di definire la direzionalità del segnale sismico e la geometria della zona sismogenetica-sorgente.

Le tracce dei segnali di registrazione devono essere in seguito processate tenendo conto delle diverse condizioni di installazione degli strumenti e delle diverse condizioni di acquisizione dei dati.

Inoltre, nel caso siano utilizzate stazioni equipaggiate con strumentazioni con frequenza propria diversa (caso più frequente) occorre rendere omogenei tra loro i vari segnali attraverso una deconvoluzione per le rispettive risposte spettrali.

L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in sito.

I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989) e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981).

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale.

I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni in condizioni dinamiche.

La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.

L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi.

Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello).

È inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

1. **lo-acc** contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);

2. **curve\_lomb.xls** contenente i valori del modulo di taglio normalizzato ( $G/G_0$ ) e del rapporto di smorzamento ( $D$ ) in funzione della deformazione ( $\gamma$ ).

## **4. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA**

### **4.1 Criteri generali**

In ottemperanza a quanto prescritto all'Art. 84 delle N.d.A. del PTCP, partendo dall'esame delle tavole RIS 3 "carta della pericolosità frane" e RIS 4.c "carta della pericolosità frane di crollo", è stato condotto uno studio di approfondimento esteso all'intero territorio comunale al fine di verificare i contenuti delle tavole suddette ed attestare l'effettiva pericolosità delle aree catalogate sulla base di osservazioni puntuali e di maggiore dettaglio.

I risultati di questa elaborazione trovano riscontro in allegato 2 "Zonazione della pericolosità da frana", redatto alla scala 1:5.000 su rilievo aerofotogrammetrico comunale ed esteso a tutto il territorio comunale.

Lo studio di approfondimento è stato eseguito secondo i contenuti dell'allegato 2 della Deliberazione Giunta regionale 22 dicembre 2005 - n. 8/1566 secondo una procedura articolata in due parti la prima delle quali prende in considerazione le frane già avvenute e la seconda le aree in cui non sono attualmente conosciute frane.

Di seguito verranno illustrati in maniera sintetica i criteri fondamentali seguiti per la definizione della pericolosità.

Per quanto concerne le frane esistenti (censite e catalogate negli archivi cartografici o di nuova istituzione) queste vengono classificate in base al loro stato di attività, discriminando fra 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 ove note), relitte (sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali).

Lo stato di attività così definito consente l'attribuzione della relativa classe di pericolosità:

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

Nel caso in cui una frana (inattiva o quiescente) si riattivi parzialmente alla porzione riattivata va attribuito il valore di pericolosità 5; se la frana mostra una serie di indizi che possano indicare un'imminente riattivazione il valore di pericolosità deve essere aumentato di 1.

#### **4.2 Zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia**

Relativamente al territorio comunale è stato condotto uno studio di approfondimento del fenomeno limitatamente alle scarpate rocciose del Monte Useria (versante settentrionale ed occidentale), dato che nel 2007 si sono verificati episodi di distacco e crollo di blocchi dalla porzione di scarpata a sud di località Crotto che hanno imposto la realizzazione di interventi di somma urgenza (consolidamento di parte della parete con posizionamento di reti in aderenza e realizzazione di barriere paramassi).

Sono state trascurate le aree di scarpata sul versante orientale del Monte Rho-Minifreddo dato che il fenomeno non interessa da vicino opere o infrastrutture antropiche.

Lo studio di approfondimento oltre che lungo il tratto di parete effettivamente interessato da episodi di crollo, è stato esteso cautelativamente all'intero ciglio di scarpata, individuando in base alle caratteristiche geomorfologiche e strutturali (fratture) le zone di possibile alimentazione del fenomeno.

Dato che la complessità del fenomeno naturale non consente la risoluzione della problematica della caduta massi mediante una previsione unica di tipo deterministico a causa della variabilità spaziale e temporale dei fattori in gioco (massa e forma del blocco, velocità di

traslazione e rotazione, fenomeni di frammentazione, impatti fra i massi, irregolarità della superficie topografica, ...) l'unica soluzione verosimile del problema risulta un'analisi dell'evento in termini probabilistici mediante la simulazione di un elevato numero di scendimenti.

Nel caso in questione il codice di calcolo utilizzato è il programma Rotomap della Geo&Soft di Torino che svolge simulazioni in campo tridimensionale consentendo di seguire i percorsi dei massi non solo lungo una sezione trasversale, ma anche in pianta, garantendo così un'immediata percezione delle zone di massima espansione dei blocchi e del loro comportamento durante la discesa (rotolamento o volo libero).

La ricostruzione tridimensionale della superficie topografica, distinta in due blocchi uno per la porzione nord del versante e uno per quella ovest, è stata effettuata mediante il codice di calcolo Isomap (Geo&Soft) mediante suddivisione della zona di indagine in un reticolo a maglie quadrate di lato 5 m ed introducendo nel programma le coordinate relative e la quota topografica di ogni nodo, utilizzando come base topografica il rilievo aerofotogrammetrico comunale di Bisuschio ed Arcisate, per un totale di poco meno di 17.500 punti.

Per la simulazione del fenomeno l'area di studio è stata discretizzata in tre settori omogenei (roccia affiorante, detrito di versante eterometrico con ridotto spessore di terreno e vegetazione fitta anche ad alto fusto, depositi della piana fluvio-glaciale) ai quali sono stati attribuiti opportuni valori dei coefficienti di restituzione normale e tangenziale e di attrito, valutati opportunamente sia sulla base dell'esperienza maturata dagli scriventi nella trattazione di casi analoghi sia attraverso rilievi in situ tesi in particolare a valutare le dimensioni e le massime distanze raggiunte dai blocchi caduti quale passo fondamentale per la "taratura" del modello (riassunti nella tabella di seguito proposta).

<b>Coefficiente di restituzione normale (Kv)</b>	<b>Coefficiente di restituzione tangenziale (Kt)</b>	<b>Coefficiente di attrito (<math>\mu</math>)</b>
0.35	0.85	0.4
0.3	0.73	0.44
0.1	0.1	0.6

Una volta definite le posizioni da cui si è verificato il distacco del blocco o dove questo appare più probabile, è stata effettuata la ricostruzione probabilistica delle traiettorie di caduta (oltre 8.000 sull'intero versante) e da queste la definizione delle aree di accumulo.

In accordo con le direttive di cui all'allegato 2 sono state previste tre classi di pericolosità per il fenomeno in esame a cui sono state attribuite le relative classi di fattibilità geologica:

<b>zonazione delle traiettorie di caduta</b>	<b>pericolosità relativa</b>	<b>classe di fattibilità geologica</b>
zona di transito e di arresto del 70% dei blocchi	H4	IV – gravi limitazioni
zona di arresto del 95% dei blocchi	H3	IV – gravi limitazioni
zona di arresto del 100% dei blocchi	H2	III – consistenti limitazioni

#### **4.3 Zonazione della pericolosità generata da colate di detrito e trasporto in massa su conoidi**

Per la definizione della pericolosità specifica per questa tipologia di fenomeno è stato ripreso “in toto” lo studio di approfondimento elaborato dagli scriventi nel 2002 (rif. tavola 8 “Carta della pericolosità delle conoidi”) e già recepito nella cartografia PAI.

#### **4.4 Zonazione della pericolosità in altre aree**

Relativamente alle aree in cui non sono attualmente conosciute frane il procedimento è stato sviluppato suddividendo il territorio in zone omogenee in funzione di litologia e pendenza.

Per quanto concerne la litologia è stata presa come base di riferimento la carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica, per l'individuazione di "unità omogenee", a ciascuna delle quali sono poi stati attribuiti dei valori significativi e rappresentativi dei parametri geotecnici fondamentali (angolo di resistenza al taglio, peso dell'unità di volume, coesione, ...) stimati sulla base di osservazioni in situ o di laboratorio (spaccati naturali e/o artificiali, scavi di saggio, analisi granulometriche su campioni rimaneggiati, ...) o di quanto riportato in bibliografia.

##### **Unità 1**

Substrato roccioso affiorante o sub affiorante costituito da litotipi prevalentemente carbonatici (Dolomia del San Salvatore/Calcere di Meride; Formazione di Cunardo, Dolomia Principale, Dolomia del Campo dei Fiori,, Dolomia a Conchodon, Calcere di Moltrasio) generalmente a stratificazione distinta, con caratteristiche geomeccaniche degli ammassi generalmente buone, ad eccezione delle zone più tettonizzate; elevata permeabilità secondaria.

Stima peso di volume naturale ( $\gamma$ ): 22-23 kN/mc.

Stima angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ): 38° - 45°.

Stima coesione (c): --.

##### **Unità 2**

Depositi morenici di raccordo versante-fondo valle a litologia eterogenea e granulometria variabile in senso latero-verticale a prevalenti limi e limi sabbiosi con ghiaia, ciottoli e/o blocchi.

Stima peso di volume naturale ( $\gamma$ ): 18-19 kN/mc.

Stima angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ): 28° - 30°.

Stima coesione (c): 5.0 KPa.

### **Unità 3**

Depositi fluvio-glaciali di fondovalle a prevalenza di sabbie debolmente limose con ghiaia e ciottoli sparsi; possibile scarsa frazione argillosa nei terrazzi rissiani.

Stima peso di volume naturale ( $\gamma$ ): 17-18 kN/mc.

Stima angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ): 32° - 34°.

Stima coesione (c): 0-5.0 KPa.

### **Unità 4**

Depositi limoso-argillosi-torbosi delle aree depresse di fondovalle

Stima peso di volume naturale ( $\gamma$ ): 15-17 kN/mc

Stima angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ): 24° - 26°

Stima coesione (c): 5.0 KPa

### **Unità 5**

Detrito di versante eterometrico a clasti carbonatici generalmente spigolosi, localmente cementato

Stima peso di volume naturale ( $\gamma$ ): 19-20 kN/mc

Stima angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ): 36° - 40°

Stima coesione (c): 0-5.0 KPa (possibili fenomeni di cementazione).

Con riferimento alla pendenza è stato ricostruito il modello digitale (DEM) individuando cinque classi di acclività (A):

classe I:  $A \leq 13^\circ$ ;

classe II:  $14^\circ < A \leq 25^\circ$ ;

classe III:  $26^\circ < A \leq 38^\circ$ ;

classe IV:  $39^\circ < A \leq 50^\circ$ ;

classe V:  $51^\circ < A \leq 90^\circ$ .

Per ciascuna delle aree omogenee ricavate dall'intersezione delle unità litologiche omogenee con le classi di acclività si effettua un'analisi di stabilità utilizzando il metodo del

pendio infinito secondo cui la superficie di scorrimento è considerata piana e parallela alla superficie topografica e le condizioni meccaniche ed idrauliche sono assunte costanti lungo tutta la superficie.

Se si assume, come ipotesi semplificativa e cautelativa, oltre che molto spesso realistica, un contributo nullo della coesione e per semplicità e senza grave errore,  $\gamma = \gamma_{\text{sat}}$  (anche perché molto spesso il terreno sopra falda è saturo per risalita capillare e per infiltrazione dell'acqua piovana), il valore del fattore di sicurezza Fs può essere scritto come:

$$FS = \frac{(\gamma_{\text{sat}} - m \cdot \gamma_w)}{\gamma_{\text{sat}}} \cdot \frac{\tan \phi'}{\tan \beta}$$

dove

$\gamma_{\text{sat}}$  = peso dell'unità di volume del terreno saturo;

$\gamma_w$  = peso dell'unità di volume dell'acqua;

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio del materiale;

$\beta$  = inclinazione del pendio rispetto all'orizzontale;

ed m ricavabile dall'equazione

$$u = \gamma_w \cdot h_w = m \cdot z \cdot \gamma_w \cdot \cos^2 \beta$$

con  $h_w$  quota della falda rispetto a piano campagna.

A ciascuna area omogenea viene quindi assegnato un valore di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

Fs = 1.40 - 2.00 - pericolosità preliminare = H2

Fs = 1.20 - 1.40 - pericolosità preliminare = H3

Fs = 1.00 - 1.20 - pericolosità preliminare = H4.

Per valutare la pericolosità finale dell'area vanno prese in considerazione le possibili concentrazioni d'acqua, legate principalmente a:

- livelli argillosi o variazioni di permeabilità nel terreno;
- interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.);

- condizioni morfologiche sfavorevoli (impluvi, vallecicole, solchi di erosione concentrata, aree depresse, ...).

Se viene verificata almeno una di queste condizioni, va delimitata la zona di influenza del fenomeno in base alla morfologia del pendio e la pericolosità preliminare andrà aumentata di uno rispetto a quella dell'area omogenea nella quale si situa.

Per contro in presenza di opere di sistemazione delle aree in frana queste andranno valutate nella loro efficacia e nella loro efficienza (stato di manutenzione); nel caso in cui l'effetto globale delle opere venga valutato positivamente, il valore di pericolosità andrà diminuito di 1.

Dall'esame dell'allegato 2 si evidenzia quanto segue:

- ✓ le aree a pericolosità da alta a elevata coincidono con i versanti dei maggiori rilievi montuosi (Monte Useria e monte Rho-Minisfreddo) caratterizzati da pareti rocciose subverticali che alimentano fenomeni di crollo ;
- ✓ alle aree di raccordo fra versante e piana di fondovalle (depositi morenici e fluvio-glaciali terrazzati) è stato attribuito un grado di pericolosità medio in quanto pur essendo caratterizzate da pendenze non eccessivamente elevate sono prossime ad aree in evidente evoluzione morfologica;
- ✓ il grado di pericolosità più basso individua le aree del fondovalle caratterizzato da aree subpianeggianti.

## 5. CARTA DEI VINCOLI

In ottemperanza alle disposizioni della normativa vigente sulla carta dei vincoli proposta in allegato 3, redatta su tutto il territorio alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica comunale, sono state perimetrate le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, ed in particolare:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89;
- vincoli di polizia idraulica;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

### 5.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/1989

Sono state perimetrate:

*aree in dissesto: trasporto di massa sui conoidi*

- aree di conoide attivo non protetto (Ca);
- aree di conoide parzialmente protetta (Cp);
- aree di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetta (Cn).

*Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio*

- Aree a pericolosità elevata (Eb)

La perimetrazione ripropone integralmente quanto contenuto nello studio di approfondimento redatto dagli scriventi nello studio geologico del territorio comunale del 2002 (rif. Tavole 12-13) e recepito nella cartografica PAI.

## **5.2 Vincoli di polizia idraulica**

Con l'entrata in vigore della Deliberazione della Giunta Regionale del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 «Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica” e le successive modifiche apportate dalla Deliberazione della Giunta Regionale del 1 agosto 2003, n. 7/13950, viene demandata ai Comuni la funzione di definire il reticolo idrografico superficiale facente parte del Reticolo Idrico Minore, di propria competenza, per il quale si dovrà provvedere allo svolgimento delle funzioni di manutenzione ed alla adozione dei provvedimenti di polizia idraulica; parimenti, i Comuni divengono peraltro beneficiari dei proventi derivanti dall'applicazione dei canoni di polizia idraulica.

In questo senso si è proceduto in Allegato 3 “Carta dei vincoli” all'individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore insistente sul territorio di Bisuschio e delle relative fasce di rispetto e di attenzione sulla base dello studio prodotto da TERRA s.r.l. per conto della Comunità Montana della Valceresio, il quale risulta attualmente sottoposto all'attenzione della Sede Territoriale della Regione Lombardia competente per territorio in attesa di espressione del parere di conformità.

## **5.3 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile**

Il Comune di Bisuschio è servito da due pozzi ad uso idropotabile (pozzo Molinello e pozzo di via Machiavelli) e da sorgenti dislocate sul versante orientale del gruppo Monte Rhossasso del Corno-Minisfreddo (Sorgenti del Tegez, Sorgenti della Valle dello Strologo, Sorgente della Valle dei Mori, Sorgente del Sasso Piatto, Sorgente del Parone o Ca' Parona, Sorgente dell'Alpe Tedesco).

Relativamente alle captazioni ad uso idropotabile è stata individuata la zona di tutela assoluta di raggio pari a 10 m e la zona di protezione secondo il criterio geometrico con raggio pari a 200 m.

Per quanto concerne i pozzi “Molinello” e “via Machiavelli” oltre alle aree di salvaguardia definite secondo il criterio geometrico è stata riportata anche quella definita secondo il criterio temporale (isocrona 60 gg) sulla base delle risultanze di un precedente studio realizzato dagli scriventi per conto dell’Amministrazione Comunale di Bisuschio.

**Si fa presente che fino al rilascio dell’Atto autorizzativo da parte dell’Autorità competente l’area di salvaguardia attorno al pozzo coincide con quella definita secondo il criterio geometrico.**

## 6. AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

A seguito delle valutazioni e degli studi di approfondimento di cui ai capitoli precedenti è stata aggiornata la carta della fattibilità geologica delle azioni di piano composta dai seguenti elaborati cartografici:

- ALLEGATO 4/a Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – legenda;
- ALLEGATO 4/b Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (scala 1:5.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);
- ALLEGATO 4/c Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – foglio nord (scala 1:2.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale);
- ALLEGATO 4/d Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – foglio sud (scala 1:2.000 base topografica rilievo aerofotogrammetrico comunale).

Di seguito si riporta la descrizione delle singole classi di fattibilità geologica individuate nell'ambito del territorio comunale:

**CLASSE I (colore bianco) – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI:** la classe “comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal d.m. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Nell'ambito del territorio comunale di Bisuschio non sono stati individuati settori tali da poter essere inseriti in questa classe di fattibilità.

**CLASSE II (colore giallo) – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI:** la classe “comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a

scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori”.

### ***Sottoclasse IIA***

Geologia: litologia: depositi alluvionali e lacustri recenti ed attuali: ghiaia, sabbia e ciottoli, con limo ed argilla nelle zone più depresse; depositi fluvioglaciali terrazzati: sabbie fini ghiaiose parzialmente alterate; depositi morenici: limi sabbioso-argillosi con ciottoli, blocchi e/o trovanti.

Processi/acclività: aree stabili a morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata, con attività geomorfologica pressoché nulla od arealmente limitata: possibili limitate interazioni con acque superficiali libere od incanalate. Acclività da bassa a nulla (0-6%).

Idrogeologia/vulnerabilità: terreni a permeabilità subsuperficiale media, localmente bassa; soggiacenza della falda >8-10 m p.c. con possibile occorrenza di faldine sospese subsuperficiali semiconfinate o in pressione; grado di vulnerabilità della falda da medio a basso.

Geotecnica: materiali a comportamento incoerente e stato di addensamento variabile, generalmente in aumento con la profondità; caratteristiche tecniche discrete; possibile occorrenza di plaghe eluvio-colluviali con caratteristiche scadenti.

Fattori limitanti: possibile occorrenza di plaghe eluvio-colluviali a caratteristiche tecniche scadenti; possibile occorrenza di rimaneggiamenti antropici non noti; da valutare lo spessore del livello pedogenizzato e possibili interazioni con le acque superficiali o falde locali a debole soggiacenza; possibile occorrenza di frazione fine anche argillosa rigonfiante più abbondante nei terreni più antichi.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: non sono richiesti particolari indicazioni fermo restando il rispetto di quanto stabilito dal D.M. 14.01.2008.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: favorevole.

Interventi da prevedere in fase progettuale: predisposizione di presidi per la sicurezza delle maestranze per altezza dei fronti di scavo > 1,5 m; evitare accumulo di acqua sul fondo di

scavi aperti; asportazione del suolo e più in generale dei livelli a caratteristiche meccaniche più scadenti o visibilmente non addensati; verifica, in fase esecutiva, dello spessore dei livelli suddetti ed eventuale miglioramento delle caratteristiche del piano di posa delle fondazioni; predisposizione di accorgimenti per l'intercettazione o la regimazione e l'allontanamento delle acque piovane o di corrivazione soprattutto in prossimità di aree acclivi.

Scenari di pericolosità sismica: Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale

### ***Sottoclasse IIB***

Geologia: litologia: depositi fluvioglaciali terrazzati: sabbie fini ghiaiose parzialmente alterate; depositi morenici: limi sabbioso-argillosi con ciottoli, blocchi e/o trovanti.

Processi/acclività: zone di transizione fra il piano e le aree di monte soggette a fenomeni anche intensi di dinamica geomorfologica che, in particolari condizioni sfavorevoli, possono limitatamente influenzare anche le aree in oggetto; acclività da bassa a media (10-30 %).

Idrogeologia/vulnerabilità: falda con soggiacenza stimata alcune decine di metri e grado di vulnerabilità basso; processi di infiltrazione prevalenti sul ruscellamento superficiale; circolazione idrica subsuperficiale disomogenea; possibile occorrenza di sorgenti a carattere stagionale e portata irregolare.

Geotecnica: materiali eterogenei a comportamento prevalentemente incoerente da debolmente a mediamente addensati; capacità portante da discreta a buona.

Fattori limitanti: possibile occorrenza di depositi fini non addensati con caratteristiche tecniche scadenti; acclività variabile e prossimità ad aree in evoluzione morfologica; variabilità latero-verticale delle litologie; possibile rigonfiamento della frazione argillosa dell'orizzonte superficiale alterato a contatto con l'acqua; occorrenza di blocchi o trovanti metrici; predisposizione a piccoli smottamenti dei depositi nelle aree più acclivi o con substrato poco

profondo (superficie di scivolamento) o per aumento delle pressioni interstiziali (imbibizione); possibile erosione da parte delle acque superficiali incanalate e non.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: realizzazione di opere subordinata all'esecuzione di specifiche indagini ai sensi del D.M. 14.01.2008; obbligatorie indagini di approfondimento con prove in sito e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici; rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali; rilievo planoaltimetrico di dettaglio; nel caso di scavi, sbancamenti o riporti, valutare la stabilità dei fronti e dei versanti sia in corso d'opera che a fine intervento con particolare attenzione verso strutture già esistenti; valutare le modalità di circolazione idrica sotterranea e la presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo o di acque nel primo sottosuolo.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: favorevole subordinato all'esecuzione di indagine geognostiche di approfondimento ed ad un incremento non consistente di nuove edificazioni con scelta di tipologie a carattere residenziale di basso impatto areale in relazione a problematiche geotecniche/morfologiche di varia natura.

Interventi da prevedere in fase progettuale: adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo e dei versanti; riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando l'insorgenza di episodi di ruscellamento concentrato nelle aree adiacenti; predisposizione di opere per la regimazione delle acque meteoriche e di quelle eventualmente provenienti dalle scarpate a monte; asportazione del suolo o dei livelli visibilmente non addensati; attenta gestione dell'uso del suolo e delle coperture vegetali al fine di evitare l'insorgenza di fenomeni erosivi e destabilizzanti.

Scenari di pericolosità sismica: Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi; Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

Z1c: zona esposta a rischio di frana: approfondimento di III° livello per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03.

### ***Sottoclasse IIC***

Geologia: litologia: depositi alluvionali e lacustri recenti ed attuali: ghiaia, sabbia e ciottoli, con limo ed argilla nelle zone più depresse; depositi fluvioglaciali terrazzati: sabbie fini ghiaiose parzialmente alterate.

Processi/acclività: aree stabili a morfologia subpianeggiante o debolmente depressa, con attività geomorfologica pressoché nulla; episodi locali accertati o potenziali di drenaggio difficoltoso; acclività da bassa a nulla (0-2 %).

Idrogeologia/vulnerabilità: terreni a permeabilità subsuperficiale media, localmente bassa; soggiacenza della falda >8-10 m p.c. con possibile occorrenza di faldine sospese subsuperficiali semiconfiniate o in pressione; grado di vulnerabilità della falda da medio a basso.

Geotecnica: materiali a comportamento incoerente e stato di addensamento variabile, generalmente in aumento con la profondità; caratteristiche tecniche discrete.

Fattori limitanti: possibile occorrenza di rimaneggiamenti antropici non noti; da valutare lo spessore del livello pedogenizzato e possibili interazioni con le acque superficiali o falde locali a debole soggiacenza; da valutare con attenzione la capacità di drenaggio dei terreni in relazione alla morfologia con possibile insorgenza di episodi di ristagno idrico (temporaneo) o di drenaggio difficoltoso e/o ritardato.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: realizzazione di opere subordinata all'esecuzione di specifiche indagini ai sensi del D.M. 14.01.2008; obbligatorie indagini di approfondimento con prove in sito e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici; rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali dalle aree limitrofe; rilievo planoaltimetrico di dettaglio; nel caso di scavi, sbancamenti o riporti, valutare la stabilità dei fronti sia in corso d'opera che a fine intervento con particolare attenzione verso strutture già esistenti; ricostruzione dettagliata della circolazione idrica sotterranea e la presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo o di acque nel primo sottosuolo.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: favorevole subordinato all'esecuzione di indagine geognostiche-idrogeologiche di approfondimento.

Interventi da prevedere in fase progettuale: adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo; riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando ristagni idrici; predisposizione di opere per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche; asportazione del suolo o dei livelli visibilmente non addensati.

Scenari di pericolosità sismica: Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

**CLASSE III (colore arancione) – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI:** la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Per le aree ricadenti in questa categoria in presenza di elementi oggettivi di valutazione sarà necessario definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto; in caso contrario, mancando elementi di valutazione sufficienti, sarà richiesta la definizione puntuale dei supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito di territoriale di riferimento e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

### ***Sottoclasse IIIA***

Geologia: litologia: depositi di origine alluvionale e lacustre, generalmente di granulometria sabbioso-limosa, con ghiaia e ciottoli subordinati; talvolta plaghe torbose.

Processi/acclività: aree che, in condizioni climatiche ed ambientali particolarmente sfavorevoli, possono essere interessate da episodi di esondazione; acclività da bassa a nulla (0 - 2%).

Idrogeologia/vulnerabilità: falda a soggiacenza limitata (spessore della zona di aerazione valutabile fra 2-10 m) e grado di vulnerabilità da medio a elevato ; possibili fenomeni di ristagno a carattere anche prolungato.

Geotecnica: materiali granulari da medi a localmente fini con caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti in corrispondenza delle plaghe limoso-torbose ad elevata compressibilità e spesso sature.

Fattori limitanti: la sottoclasse definisce zone transizionali fra aree soggette a piene ordinarie e straordinarie e aree ragionevolmente escluse da fenomeni esondativi; possibile occorrenza di plaghe di depositi fini o con elevato contenuto di frazione organica a stato di addensamento nullo ed elevata compressibilità; possibili fenomeni di drenaggio difficoltoso e/o ritardato.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: realizzazione di opere subordinata all'esecuzione di specifiche indagini ai sensi del D.M. 14.01.2008; obbligatorie indagini di approfondimento con prove in sito e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici; rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali; rilievo planoaltimetrico di dettaglio; valutare le modalità di circolazione idrica sotterranea e la presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo; studi idraulici finalizzati alla definizione del grado di rischio.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: favorevole subordinato all'esecuzione di indagine geognostiche-idrogeologiche di approfondimento e studio idraulico.

Interventi da prevedere in fase progettuale: adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo; predisposizione di opere adeguate per la regimazione delle acque meteoriche;

asportazione del suolo o dei livelli visibilmente non addensati; da prevedere la realizzazione di presidi di difesa in relazione agli esiti della verifica idraulica.

Scenari di pericolosità sismica: Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

### ***Sottoclasse IIIB***

Geologia: litologia: depositi fluvio-glaciali terrazzati: sabbie fini ghiaiose parzialmente alterate; depositi morenici: limi sabbioso-argillosi con ciottoli, blocchi e/o trovanti.

Processi/acclività: aree di transizione fra i terrazzi subpianeggianti (a valle) ed i versanti acclivi (a monte) dove è probabile la presenza di fenomeni geomorfologici, anche intensi legati sia alla circolazione di acque non incanalate, in particolari periodi, sia da fenomeni di erosione; acclività da media a localmente elevata (10-40%).

concentrata

Idrogeologia/vulnerabilità: terreni a permeabilità medio bassa, con possibili fenomeni di saturazione e di aumento della pressione interstiziale, in concomitanza di sfavorevoli condizioni al contorno.

Geotecnica: caratteristiche geotecniche discrete riguardo alla capacità portante ed ai cedimenti; da valutare con attenzione la stabilità dei versanti.

Fattori limitanti: prossimità a versanti acclivi in evoluzione morfologica (crolli, colate) con possibile circolazione carsica sotterranea (problematiche relative alle sorgenti, venute d'acqua, ecc.); occorrenza di copertura eluvio-colluviale, generalmente di spessore limitata e discontinua, con possibili limitati smottamenti corticali; ruscellamento diffuso e concentrato; problemi della stabilità del versante e dei fronti di scavo; possibile difficoltà nella realizzazione di scavi e posa di sottoservizi.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: realizzazione di opere subordinata alla effettuazione di specifiche indagini ai sensi del D.M. 14.01.2008; obbligatorie indagini di approfondimento mediante prove in sito e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici per il calcolo della capacità portante e le verifiche di stabilità del versante; rilevamento geologico-geomorfologico e rilievo planoaltimetrico di dettaglio per la ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali; da valutare con estrema attenzione la stabilità dei fronti di scavo e del versante sia in corso d'opera e a fine intervento in funzione dei sovraccarichi e le modalità per la dispersione delle acque meteoriche al fine di non determinare l'innescò di dissesti lungo le scarpate adiacenti.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: in tali aree andrà categoricamente escluso un aumento significativo della pressione antropica; da privilegiare interventi di ristrutturazione conservativa dell'esistente e limitati interventi di completamento previa verifica delle possibili interferenze sulle costruzioni adiacenti e/o sulle caratteristiche di stabilità generale dell'area e sul drenaggio.

Interventi da prevedere in fase progettuale: adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze durante e al termine dei lavori in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo e dei versanti; riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando l'insorgenza di episodi di ruscellamento concentrato nelle aree adiacenti o lungo i versanti; vietata la dispersione nel sottosuolo delle acque chiare e di prima pioggia che dovranno essere smaltite nella rete fognaria esistente; attenta gestione dell'uso del suolo e delle coperture vegetali al fine di evitare l'innescò di fenomeni erosivi e destabilizzanti.

Scenari di pericolosità sismica: Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

Z1c: zona esposta a rischio di frana: 'approfondimento di III° livello per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03.

### ***Sottoclasse IIC***

Geologia: litologia: depositi fluvioglaciali: sabbie fini ghiaiose parzialmente alterate; detrito di versante: ghiaie e ciottoli carbonatici a spigoli vivi, da sciolti a localmente cementati.

Processi/acclività: aree di piede versante (Monte Useria) interessate/interessabili da fenomeni di rotolamento di blocchi rocciosi provenienti dalle pareti a monte (area di arresto dei blocchi valutata con simulazioni di dettaglio di caduta massi); acclività da nulla a bassa (2-6%).

Idrogeologia/vulnerabilità: terreni a permeabilità subsuperficiale media, localmente bassa; soggiacenza della falda >8-10 m p.c. con possibile occorrenza di faldine sospese subsuperficiali semiconfinate o in pressione; grado di vulnerabilità della falda da medio a basso.

Geotecnica: materiali a comportamento incoerente e stato di addensamento variabile, generalmente in aumento con la profondità; caratteristiche tecniche discrete, buone nei depositi cementati.

Fattori limitanti: prossimità ad aree in evoluzione morfologica (crolli di blocchi).

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: realizzazione di opere subordinata alla effettuazione di specifiche indagini ai sensi del D.M. 14.01.2008; in particolare dovranno essere previsti studi di dettaglio con definizioni delle aree di alimentazione dei fenomeni di crollo e modellazione delle traiettorie di caduta.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: in tali aree andrà categoricamente escluso un aumento significativo della pressione antropica; da privilegiare interventi di ristrutturazione conservativa dell' esistente e limitati interventi di completamento previa esecuzione di studi di approfondimento tesi alla definizione della pericolosità legata alla caduta massi.

Interventi da prevedere in fase progettuale: eventuale predisposizione di opere di difesa passive in relazione agli esiti delle simulazioni di caduta massi.

Scenari di pericolosità sismica: Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

Z5: zona di contatto stratigrafico fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse; nelle zone Z5 approfondimento di III° livello

**CLASSE IV (colore rosso) – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI:** trattasi della classe di fattibilità in cui, data l'alta pericolosità/vulnerabilità che comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

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

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

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

#### **Sottoclasse IVA**

Geologia: litologia: depositi di origine prevalentemente lacustre, generalmente di granulometria sabbioso-limosa-argillosa, con torba; ghiaia e ciottoli subordinati.

Processi/acclività: aree morfologicamente depresse soggette ad esondazioni e ristagni per piene ordinarie o straordinarie; aree paludose e torbose; acclività da bassa a nulla (< 2%).

Idrogeologia/vulnerabilità: falda a bassa soggiacenza, spesso subaffiorante; ristagni prolungati o presenza di aree paludose.

Geotecnica: caratteristiche geotecniche scadenti per occorrenza di depositi ad alto contenuto di frazione organica, stato di addensamento nullo e spesso saturi.

Fattori limitanti: aree depresse con tendenza alla concentrazione delle acque o soggette ad esondazione dei corsi d'acqua; aree di drenaggio difficoltoso o paludose; terreni con scadenti caratteristiche meccaniche spesso saturi.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: esclusivamente per infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, solo se non altrimenti localizzabili, oltre a quanto previsto in ottemperanza al D.M. 14/01/2008, da prevedere indagini di approfondimento geologico-tecnico mediante prove in sito (prove penetrometriche, sondaggi o scavi di saggio) e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici dei terreni da utilizzare per la valutazione della capacità portante e per le verifiche dei cedimenti attesi; rilevamento geologico-geomorfologico e topografico di dettaglio; studi e verifiche idrauliche di dettaglio per opere sui corsi d'acqua.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: non favorevole; vietate nuove costruzioni (anche a seguito di demolizione) e l'ampliamento areale dell'esistente. Eventuali interventi di modifica del locale assetto geomorfologico consentiti unicamente ove finalizzati a manutenzione della rete di drenaggio, della viabilità e alla prevenzione del rischio idrogeologico, previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica. Consentite unicamente opere pubbliche, ove non diversamente localizzabili, subordinate a specifico studio di fattibilità geologica, geologico tecnica ed idrogeologica e di compatibilità.

Interventi da prevedere in fase progettuale: da valutare caso per caso in relazione agli esiti degli approfondimenti geotecnici e di verifica idraulica.

Scenari di pericolosità sismica: Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche

in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti; livello di approfondimento III°.

### ***Sottoclasse IVB***

Geologia: litologia: variabile: substrato roccioso affiorante o subaffiorante generalmente coperto da fasce detritiche anche di elevato spessore con coalescenza di depositi eluvio colluviali o di rimaneggiamento fluvioglaciali.

Processi/acclività: aree di versante interessate da intensa evoluzione geomorfologica legata alla gravità e/o all'azione delle acque superficiali circolanti in grande abbondanza soprattutto durante periodi a piovosità intensa; occorrenza di sorgenti a carattere stagionale o semiperenne; acclività variabile da media a elevata (40-80°).

Idrogeologia/vulnerabilità: circolazione carsica nel substrato possibilità di saturazione dei livelli di copertura con creazione di pressioni interstiziali; localmente ruscellamento superficiale prevalente su infiltrazione nel sottosuolo.

Geotecnica: caratteristiche geotecniche variabili.

Fattori limitanti: predisposizione al dissesto a carattere superficiale in relazione alla elevata acclività dei versanti e alla circolazione delle acque meteoriche (ruscellamento concentrato e diffuso); substrato roccioso a debole profondità; zona di ricarica delle falde idriche; aree localmente intensamente carsificate e tettonizzate; difficoltà nella conduzione di scavi.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: esclusivamente per infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, solo se non altrimenti localizzabili, oltre a quanto previsto in ottemperanza al D.M. 14.01.2008, da prevedere indagini di approfondimento geologico-tecnico mediante prove in sito (prove penetrometriche, sondaggi o scavi di saggio) e/o laboratorio; rilevamento geologico-geomorfologico e topografico di dettaglio; studi di dettaglio finalizzati alla ricostruzione delle modalità di circolazione delle acque nel substrato per la tutela delle sorgenti montane.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: parere geologico non favorevole per la presenza di problematiche geotecniche di varia natura e per la salvaguardia delle sorgenti di versante; ammessi solo interventi di sistemazione idraulico-forestale tesi al consolidamento dei versanti o alla regimazione dei corsi d'acqua; eventuali opere di interesse pubblico, non altrimenti localizzabili, subordinate all'esecuzione di studi di dettaglio che ne valutino la fattibilità idraulica e idrogeologica. Per l'esistente consentiti esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume; consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Interventi da prevedere in fase progettuale: predisposizione di interventi di difesa-consolidamento delle aree in dissesto, preferibilmente impiegando tecniche di ingegneria naturalistica, o per la mitigazione del rischio residuo; interventi di regimazione idraulica o difesa spondale lungo le aste torrentizie; attenta gestione forestale delle aree dei versanti in fregio ai corsi d'acqua: qualsiasi intervento dovrà tenere in conto la possibilità di innesco di fenomeni di erosione superficiale; si raccomanda la realizzazione degli interventi di sistemazione idrogeologica al fine di ottenere maggiore sicurezza per gli abitati esistenti; sistemi di monitoraggio ambientale per la tutela delle aree di ricarica della falda.

Scenari di pericolosità sismica: Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi;

Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta al rischio di frana;

Z3a: zona di ciglio  $H > 10$  m;

Z3b: zona di cresta rocciosa appuntita;

Z5: zona di contatto stratigrafico fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Aree di inedificabilità assoluta.

### ***Sottoclasse IVC***

Geologia: litologia: variabile: substrato roccioso affiorante/subaffiorante; depositi di conoide detritico-torrentizia.

Processi/acclività: alvei in evoluzione e approfondimento; erosione di fondo e di sponda; trasporto solido e in sospensione; erosione superficiale concentrata e diffusa; fenomeni

gravitativi e arretramento dei cigli di scarpata; aree ad elevato rischio di esondazione con fenomeni di 'debris flow' anche di notevole entità; acclività variabile; da media a elevata (30-50°).

Idrogeologia/vulnerabilità: corsi d'acqua alimentanti la falda superficiale; nelle porzioni più acclivi prevalenti processi di ruscellamento rispetto a quelli di infiltrazione nel sottosuolo.

Geotecnica: caratteristiche geotecniche variabili.

Fattori limitanti: aree con processi geomorfologici attivi e ad elevata sensibilità idrogeologica; impluvi a carattere stagionale, attivi o riattivabili in condizioni meteoriche particolari, con piene spesso improvvise associate a erosione di sponda e di fondo, trasporto solido e in sospensione e debris-flow; la mancanza di aree di espansione, l'insufficienza idraulica dovuta alla presenza di riduzioni di sezione e tombature presenta un elevato pericolo di dissesti idrogeologici di varia natura ed entità.

Indagini geognostiche e norme di comportamento ambientale: esclusivamente per infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, solo se non altrimenti localizzabili, oltre a quanto previsto in ottemperanza al D.M. 14.01.2008, da prevedere indagini di approfondimento geologico-tecnico mediante prove in sito (prove penetrometriche, sondaggi o scavi di saggio) e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici dei terreni; rilevamento geologico-geomorfologico e topografico di dettaglio; studi e verifiche idrauliche di dettaglio per opere sui corsi d'acqua.

Parere geologico tecnico sull'edificazione: . non favorevole per la sussistenza di problematiche di natura idraulica e propensione al dissesto idrogeologico; ammessi solo interventi di sistemazione idraulico-forestale tesi al consolidamento dei versanti o alla regimazione dei corsi d'acqua; eventuali opere di interesse pubblico, non altrimenti localizzabili, subordinate all'esecuzione di studi di dettaglio che ne valutino la fattibilità idraulica e idrogeologica. Per l'esistente consentiti esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume; consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Interventi da prevedere in fase progettuale: predisposizione di interventi di difesa-consolidamento delle aree in dissesto, preferibilmente impiegando tecniche di ingegneria

naturalistica, o per la mitigazione del rischio residuo; interventi di regimazione idraulica o difesa spondale lungo le aste torrentizie; attenta gestione forestale delle aree dei versanti in fregio ai corsi d'acqua: qualsiasi intervento dovrà tenere in conto la possibilità di innesco di fenomeni di erosione superficiale. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla manutenzione delle aste torrentizie, dei manufatti di attraversamento già esistenti sulle stesse e soprattutto delle sezioni dove sono state realizzate coperture o tombamenti dell'alveo.

Scenari di pericolosità sismica: Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

Nelle zone Z4 è richiesto l'approfondimento di II° livello (fase pianificatoria) solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello (fase progettuale) nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

## **7. NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

### **7.1 Norme di fattibilità geologica delle azioni di piano**

In questo paragrafo vengono elencate le prescrizioni e le limitazioni d'uso relative alle classi di fattibilità geologica individuate sottolineando comunque che si tratta di una soglia “minima” di tutela geologica; sarà quindi facoltà del Professionista incaricato o dell'Amministrazione Comunale prescrivere ulteriori e più dettagliate indagini di approfondimento rispetto a quelle minime elencate in relazione alla casistica e alla tipologia delle problematiche individuate.

#### **Classe II di fattibilità geologica**

Fermo restando che sia in fase preliminare che di progettazione dovranno essere ottemperate le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le costruzioni per strutture di mole non rilevante (es. edilizia uni- o bifamiliare) in fase preliminare ed in assenza di dati puntuali significativi rappresentativi della situazione locale, potrà ritenersi sufficiente una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica speditiva (es. mediante apertura di trincee o pozzetti esplorativi con escavatore meccanico da spingersi a profondità significativa al di sotto della quota di imposta del piano delle fondazioni), per accertare la non sussistenza di caratteristiche puntuali sfavorevoli, non avvertibili alla scala della documentazione prodotta e tuttavia incidenti ai fini dell'intervento in progetto.

Nel caso in cui l'esame preliminare fornisca esiti sfavorevoli o ritenuti insufficienti, saranno necessarie integrazioni mediante esecuzione di indagini geognostiche di maggior dettaglio al fine di giungere ad una modellazione geologico-tecnica adeguata in relazione alla tipologia dell'intervento previsto e alla valutazione dei parametri geomeccanici caratteristici da

utilizzare per il corretto dimensionamento delle strutture fondazionali e per le verifiche dei cedimenti attesi in relazione ai carichi di progetto.

Per strutture di maggior impatto sarà comunque da prevedere l'esecuzione di apposite indagini geognostiche di approfondimento la cui tipologia, numero e ubicazione dovrà essere valutata in relazione alla tipologia e alle dimensioni dell'opera.

### ***Sottoclasse IIa***

Aree stabili ad attività geomorfologica molto bassa o praticamente nulla favorevoli allo sviluppo urbanistico per le quali, fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008, non è richiesto approfondimento di indagine.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- predisposizione di presidi per la sicurezza delle maestranze per altezza dei fronti di scavo > 1,5 m;
- evitare accumulo di acqua sul fondo di scavi aperti;
- asportazione del suolo e più in generale dei livelli a caratteristiche meccaniche più scadenti o visibilmente non addensati;
- verifica, in fase esecutiva, dello spessore dei livelli suddetti ed eventuale miglioramento delle caratteristiche del piano di posa delle fondazioni;
- predisposizione di accorgimenti per l'intercettazione o la regimazione e l'allontanamento delle acque piovane o di corrivazione soprattutto in prossimità di aree acclivi avendo cura di evitare l'insorgenza sulle stesse di episodi di erosione in forma concentrata o diffusa.

### ***Sottoclasse IIb***

Aree favorevoli allo sviluppo urbanistico condizionato ad un incremento non consistente di nuove edificazioni privilegiando tipologie a carattere residenziale di basso impatto areale in relazione a problematiche geotecniche/morfologiche di varia natura; si richiede l'esecuzione di indagini di approfondimento.

Nello specifico in via di minima fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 si ritengono necessari:

- rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali;
- rilievo planoaltimetrico di dettaglio;
- valutazione delle caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità significativa;
- valutazione della capacità portante e i cedimenti indotti;
- eventuale occorrenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi;
- nel caso di scavi, sbancamenti o riporti, valutazione della stabilità dei fronti e dei versanti sia in corso d'opera che a fine intervento con particolare attenzione verso strutture già esistenti;
- valutazione delle modalità di circolazione idrica sotterranea e la presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo o di acque nel primo sottosuolo.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- predisposizione di presidi per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della valutazione della stabilità dei fronti di scavo;
- asportazione del suolo e più in generale dei livelli a caratteristiche meccaniche più scadenti o visibilmente non addensati;
- riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando l'insorgenza di episodi di ruscellamento concentrato nelle aree adiacenti;
- predisposizione di opere per la regimazione delle acque meteoriche e di quelle eventualmente provenienti dalle scarpate a monte;
- attenta gestione dell'uso del suolo e delle coperture vegetali al fine di evitare l'innescio di fenomeni erosivi e destabilizzanti.

### ***Sottoclasse IIc***

Aree favorevoli allo sviluppo urbanistico subordinatamente all'esecuzione di indagini geognostiche-idrogeologiche di approfondimento.

Nello specifico in via di minima fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 si ritengono necessari:

- rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali;
- rilievo planoaltimetrico di dettaglio;
- valutazione delle caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità significativa;
- valutazione della capacità portante e i cedimenti indotti;
- eventuale occorrenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi;
- nel caso di scavi, sbancamenti o riporti, valutazione della stabilità dei fronti e dei versanti sia in corso d'opera che a fine intervento con particolare attenzione verso strutture già esistenti;
- ricostruzione dettagliata della circolazione idrica sotterranea e verifica della presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo o di acque nel primo sottosuolo.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- predisposizione di presidi per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della valutazione della stabilità dei fronti di scavo;
- asportazione del suolo e più in generale dei livelli a caratteristiche meccaniche più scadenti o visibilmente non addensati;
- riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando ristagni idrici;
- predisposizione di opere per la regimazione delle acque meteoriche e di quelle eventualmente provenienti dalle aree limitrofe.

### **Classe III di fattibilità geologica**

Preliminarmente ad ogni intervento edificatorio, dovranno essere eseguiti gli studi in ottemperanza al D.M. 14/01/2008; per le varie tipologie di opere obbligatoria l'esecuzione di indagini geognostiche di approfondimento mediante prove in sito e/o laboratorio per la definizione dei principali indici geomeccanici da utilizzare per il corretto dimensionamento delle strutture fondazionali e per le verifiche dei cedimenti attesi in relazione ai carichi di progetto.

#### ***Sottoclasse IIIa***

Parere geologico tecnico sull'edificazione favorevole, subordinato all'esecuzione di indagini geognostiche di approfondimento ed ad un incremento non consistente di nuove edificazioni con scelta di tipologie a carattere residenziale di basso impatto areale; da prediligere preferibilmente i soli interventi di completamento/ampliamento di opere già esistenti.

Nello specifico in via di minima fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 si ritengono necessari:

- ricostruzione di dettaglio delle direttrici di deflusso delle acque superficiali;
- rilievo planoaltimetrico di dettaglio;
- valutazione delle modalità di circolazione idrica sotterranea e presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo;
- studi idraulici finalizzati alla definizione del grado di rischio.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo;
- asportazione del suolo o dei livelli visibilmente non addensati;
- da prevedere la realizzazione di presidi di difesa in relazione agli esiti della verifica idraulica.

#### ***Sottoclasse IIIb***

Aree nelle quali andrà categoricamente escluso un aumento significativo della pressione antropica; da privilegiare interventi di ristrutturazione conservativa dell'esistente e limitati

interventi di completamento previa verifica delle possibili interferenze sulle costruzioni adiacenti e/o sulle caratteristiche di stabilità generale dell'area e sul drenaggio

Nello specifico in via di minima fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 si ritengono necessari:

- rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali;
- rilievo planoaltimetrico di dettaglio;
- valutazione della stabilità dei fronti di scavo e del versante sia in corso d'opera e a fine intervento in funzione dei sovraccarichi e delle modalità per la dispersione delle acque meteoriche al fine di non determinare l'innescò di dissesti lungo le scarpate adiacenti.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- adozione di adeguati presidi di contenimento per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della verifica della stabilità dei fronti di scavo e del versante a monte;
- riconformazione morfologica finale atta a garantire l'allontanamento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando l'insorgenza di episodi di ruscellamento concentrato nelle aree adiacenti o lungo i versanti;
- attenta gestione dell'uso del suolo e delle coperture vegetali sui versanti al fine di evitare l'innescò di fenomeni erosivi e destabilizzanti;
- vietata la dispersione nel sottosuolo delle acque chiare e di prima pioggia che dovranno essere smaltite nella rete fognaria esistente.

### ***Sottoclasse IIIc***

Aree nelle quali andrà categoricamente escluso un aumento significativo della pressione antropica; da privilegiare interventi di ristrutturazione conservativa dell'esistente e limitati interventi di completamento previa esecuzione di studi di approfondimento tesi alla definizione della pericolosità legata alla caduta massi.

Nello specifico in via di minima fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 si ritengono necessari:

- rilevamento geologico-geomorfologico e rilievo planoaltimetrico di dettaglio;
- studi di dettaglio con definizioni delle aree di alimentazione dei fenomeni di crollo e modellazione delle traiettorie di caduta.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- eventuale predisposizione di opere di difesa passive in relazione agli esiti delle simulazioni di caduta massi.

#### **Classe IV di fattibilità geologica**

Trattasi di aree per le quali deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione.

Le eccezioni al divieto assoluto di edificazione o modifica sono limitate ai seguenti casi:

- ✓ opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti;
- ✓ edifici già esistenti, per cui sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo;
- ✓ infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili le quali dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea;
- ✓ innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

La realizzazione di opere che comportino l'alterazione delle condizioni morfologiche o di drenaggio dei terreni o l'alterazione delle condizioni di carico unitario e complessivo indotto è subordinata alla effettuazione di specifiche indagini e verifiche ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

### ***Sottoclasse IVa***

E' vietata la realizzazione di nuove costruzioni, anche a seguito di demolizione di costruzioni esistenti, così come l'ampliamento areale delle costruzioni esistenti.

Eventuali interventi di modifica del locale assetto geomorfologico consentiti unicamente ove finalizzati a manutenzione della rete di drenaggio, della viabilità e alla prevenzione del rischio idrogeologico, previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica.

Sono sempre consentiti interventi di realizzazione di opere pubbliche, ove non diversamente localizzabili, fatta salva l'esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica, geologico tecnica ed idrogeologica comprendente specifica valutazione delle condizioni di stabilità in corso d'opera e a fine intervento.

### ***Sottoclasse IVb***

Aree in cui è vietata la realizzazione di nuove costruzioni anche in funzione della salvaguardia delle sorgenti di versante; ammessi solo interventi di sistemazione idraulico-forestale tesi al consolidamento dei versanti o alla regimazione dei corsi d'acqua, preferibilmente impiegando tecniche di ingegneria naturalistica.

Si richiede attenta gestione forestale delle aree dei versanti in fregio ai corsi d'acqua: qualsiasi intervento dovrà tenere in conto la possibilità di innesco di fenomeni di erosione superficiale; si raccomanda la realizzazione degli interventi di sistemazione idrogeologica al fine di ottenere maggiore sicurezza per gli abitati esistenti; sistemi di monitoraggio ambientale per la tutela delle aree di ricarica della falda.

Per l'esistente consentiti esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume; consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica

Sono sempre consentiti interventi di realizzazione di opere pubbliche, ove non diversamente localizzabili, fatta salva l'esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica, geologico tecnica ed idrogeologica comprendente specifica valutazione delle condizioni di stabilità in corso d'opera e a fine intervento.

### ***Sottoclasse IVc***

E' vietata la realizzazione di nuove costruzioni, anche a seguito di demolizione di costruzioni esistenti; per l'esistente consentiti esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume; consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Sono ammessi unicamente interventi di sistemazione idraulico-forestale tesi al consolidamento dei versanti o alla regimazione dei corsi d'acqua; eventuali opere di interesse pubblico, non altrimenti localizzabili, subordinate all'esecuzione di studi di dettaglio che ne valutino la fattibilità idraulica e idrogeologica.

Si richiede attenta gestione forestale delle aree dei versanti in fregio ai corsi d'acqua: qualsiasi intervento dovrà tenere in conto la possibilità di innesco di fenomeni di erosione superficiale.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle manutenzione delle aste torrentizie, dei manufatti di attraversamento già esistenti sulle stesse e soprattutto delle sezione dove sono state realizzate coperture o tombamenti dell'alveo.

## **7.2 Norme derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89**

### ***Aree a pericolosità elevata per esondazione (Eb) (Art. 9 commi 5-6 N.d.A.)***

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Eb sono esclusivamente consentiti:

- a - gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- c - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;

d - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;

e - i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;

f - gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

g - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;

h - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

i - l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;

l - l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m - gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;

n - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;

o - la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;

p - il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia

degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

***Aree di conoide attivo non protetto (Ca) (Art. 9 comma 7 N.d.A.)***

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000 n. 279 convertito in L. 11 dicembre 2000 n. 365 nelle aree Ca sono esclusivamente consentiti:

- a - gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- c - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- d - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- e - i cambiamenti delle destinazioni culturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- f - gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- g - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- h - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- i - l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.

Nelle aree interessate da conoidi attive non protette è vietata anche la costruzione di recinzioni, strade private, edifici accessori e tettoie e qualsiasi altra opera soggetta ai disposti di legge in materia di Edilizia, di Urbanistica, al Regolamento Edilizio, alle Norme Tecniche di Attuazione del PRG, con l'ovvia eccezione di quanto consentito dalle lettere b), c), f), g), h), i) precedentemente elencati.

***Aree di conoide attivo parzialmente protetto (Cp) (Art. 9 comma 8 N.d.A.)***

Nelle aree Cp, oltre agli interventi di cui al precedente comma 7, sono consentiti:

- a - gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- b - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- c - la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.

***Aree di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetto (Cn) (Art. 9 comma 9 N.d.A.)***

Nelle aree Cn compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

In particolare la realizzazione di qualsiasi costruzione all'interno delle aree Cn è subordinata all'effettuazione di uno studio geologico ed idrogeologico a firma di professionista abilitato con conseguente assunzione di responsabilità, finalizzato ad evidenziare l'assenza di situazioni di criticità ed alla messa in atto dei necessari presidi per l'attenuazione delle problematiche di natura geologica ed idrogeologica.

Non sono ammesse modifiche della geomorfologia dei suoli tali da provocare alterazioni dell'idrologia superficiale, a meno dei casi in cui siano messe in atto specifiche opere di regimazione debitamente progettate in base ad adeguato studio idraulico redatto da professionista

con specifica esperienza, con conseguente assunzione di responsabilità e tali da determinare un miglioramento della situazione pregressa.

La realizzazione di nuove costruzioni è altresì assoggettata alle seguenti raccomandazioni:

- minimizzare l'occupazione di suolo;
- in caso di intervento edificatorio su area libera si raccomanda di collocare le nuove costruzioni in corrispondenza delle porzioni di suolo edificabile che presentano minori problematicità di natura geologica ed idrogeologica.

### **7.3 Norme di polizia idraulica**

Per le norme di polizia idraulica sul Reticolo Idrico Minore di competenza comunale in ottemperanza alla D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e succ. mod., si ricorda che la Comunità Montana della Valceresio di cui il Comune di Bisuschio fa parte ha già avviato l'iter per l'adeguamento alla normativa; lo studio teso alla definizione del Reticolo Idrico Minore è attualmente al vaglio dell'Autorità competente per l'espressione del relativo parere di conformità.

Fino all'espressione di tale parere da parte della Sede Territoriale Regionale competente ed al recepimento dello studio, a seguito del quale le relative norme dovranno essere integralmente adottate anche nel presente Piano, su tutte le acque pubbliche, così come definite dalla L. 5 gennaio 1994, n. 36, e relativo regolamento, si applicano i vincoli disposti dall'art. 96, lettera f), del R. D. 25 luglio 1904, n. 523 con particolare riferimento al divieto "in modo assoluto di lavori ed atti sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese [...] le piantagioni e gli smovimenti del terreno a distanza minore di metri 4 [...] le fabbriche e gli scavi a distanza minore di metri 10".

### **7.4 Aree soggette ad amplificazione sismica**

Sulla base dell'analisi di pericolosità sismica (I<sup>o</sup> livello) condotta sul territorio comunale di Bisuschio (inserito nella classe di sismicità 4 rif. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei

Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003) sono stati individuati i seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

### **ZONA PSL Z1**

#### ***Scenario Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi***

Trattasi di aree di inedificabilità assoluta per le quali sono consentiti unicamente interventi tesi al consolidamento e/o messa in sicurezza delle aree in dissesto previo studio di fattibilità.

#### ***Scenario Z1c - zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana***

Fermo restando l'applicazione di quanto previsto al D.M. 14/01/2008 in fase progettuale è richiesto l'approfondimento di III° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relativi alla Classe IV di fattibilità geologica.

### **ZONA PSL Z2**

Fermo restando l'applicazione di quanto previsto al D.M. 14/01/2008 in fase progettuale è richiesto l'approfondimento di III° livello per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03.

### **ZONA PSL Z3**

#### ***Scenario Z3a - zona di ciglio con altezza $H > 10$ m***

#### ***Scenario Z3a - zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (appuntite-arrotondate)***

Fermo restando l'applicazione di quanto previsto al D.M. 14/9/2005 e succ. mod. in fase progettuale è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del

valore soglia comunale, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relativi alla Classe IV di fattibilità geologica.

#### **ZONA PSL Z4**

**- Scenario Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari**

**- Scenario Z4b - zona di piede scarpata con presenza di falde eluvio-colluviali e conoidi detritico torrentizie**

**- Scenario Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)**

Fermo restando l'applicazione di quanto previsto al D.M. 14/01/2008 in fase progettuale è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 (o anche in caso di ampliamento di dette strutture se già esistenti) e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relativi alla Classe IV di fattibilità geologica.

#### **ZONA PSL Z5**

**Scenario Z5 - Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse**

Fermo restando l'applicazione di quanto previsto al D.M. 14/01/2008 in fase progettuale è richiesto l'approfondimento di III° livello per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, qualora non sussistano già prescrizioni di inedificabilità relativi alla Classe IV di fattibilità geologica.

### **7.5 Aree di tutela delle captazioni ad uso idropotabile**

Relativamente alle aree di tutela delle captazioni ad uso idropotabile vige il rispetto di quanto fissato all'Art. 94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e

sotterranee destinate al consumo umano) commi 3-4 e 5 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale".

Comma 3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Comma 4. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;

n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Comma 5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

Si rammenta che fino al rilascio del relativo Atto Autorizzativo da parte dell'Autorità competente la zona di rispetto ai sensi del comma 1, è quella definita secondo il criterio geometrico con estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

## **8. PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI FRANA ATTIVA**

A seguito degli episodi di crollo e caduta massi verificatisi sul versante settentrionale del Monte Useria e che hanno interessato aree prossime alla porzione edificata in località Crotto, è stato condotto, ai sensi dell'Allegato 2 L.R. 12/2005, lo studio di approfondimento definendo le porzioni di parete rocciosa alimentanti il fenomeno e le relative zone di transito e di potenziale accumulo.

Tali aree vengono definite in allegato 5 alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica comunale "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI".

Le aree così definite sono soggette a quanto definito all'Art. 9 comma 2 delle N.d.A. del PAI.

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- a - gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b - gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- c - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo; - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- d - le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- e - le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- f - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con



lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

APPENDICE 1

**SCHEDA CROLLI**

## SCHEDA CROLLI

Lunghezza massima piste di discesa (m)	90
--	----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)		85		
	Altezza della parete (m)		25		
	Forma della parete	Planare			
		Convessa			
		Concava			
		Aggettante			
	Fratture a monte della parete*		si		no
	Presenza di contatti litologici		si		no
	Presenza di interstrati argillitici		si		no
	Presenza di venute d'acqua		si		no
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )		2.5-60		
	Sintomi di attività	Fratture aperte	si		no
		Blocchi ruotati	si		no
		Zone intensamente fratturate	si		no
		Superfici non alterate	si		no
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*					

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)		40		
	Natura della superficie	Roccia resistente			
		Roccia debole			
		Detrito grossolano			
		Detrito fine			
		Terreno			/
	Tipo di impatti	Impatti singoli*	si		no
		Impatti multipli*	si		no
	Rottura di blocchi per impatto		si		no
	Tipo di vegetazione	Assente			
		Erbacea			/
		Arbustiva			
		Di alto fusto			
	Altezza vegetazione abbattuta (m)				

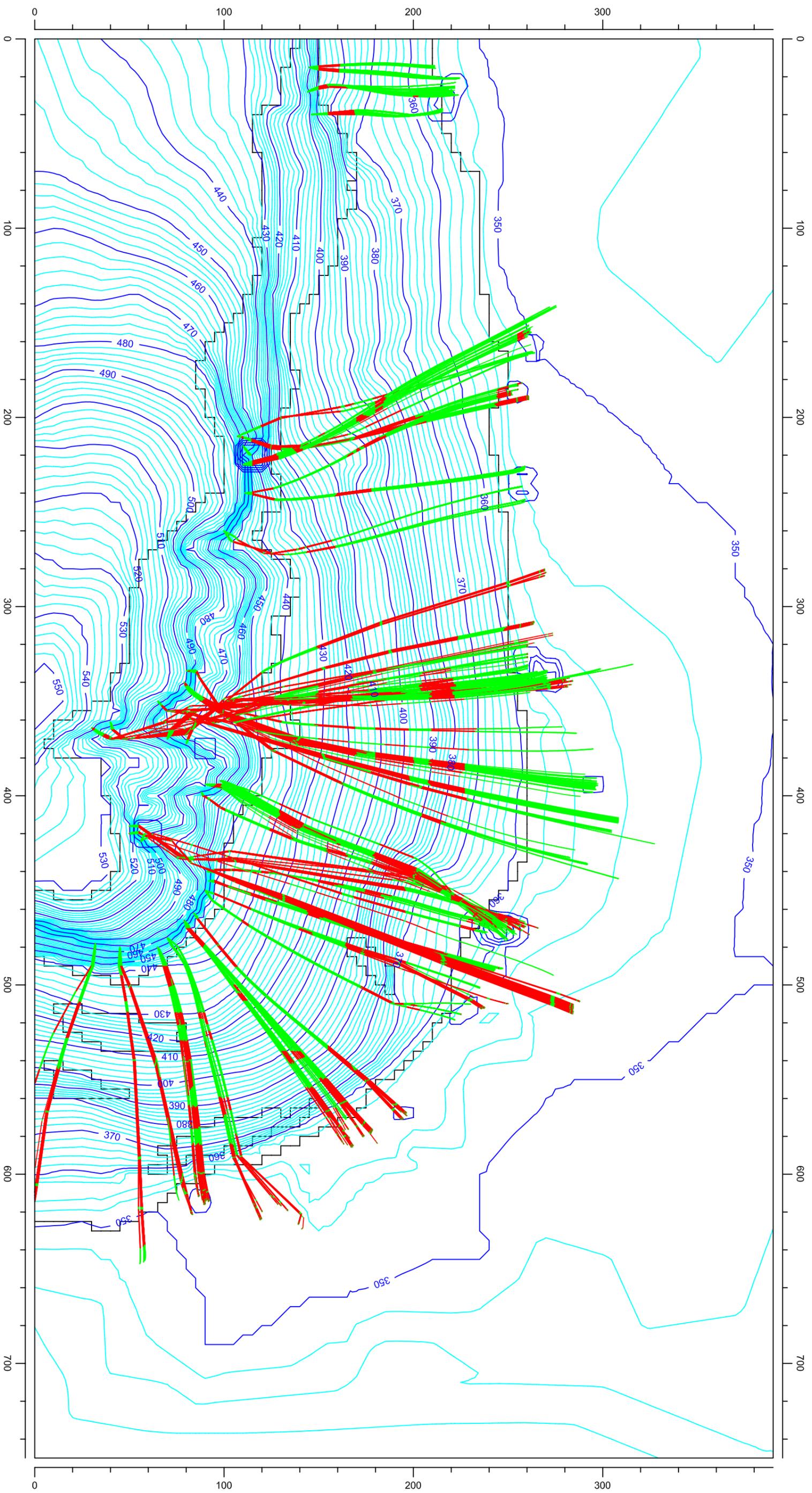
<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		<6
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno		
Materiale franato	Litologia		dolomia
	Selezione		elevata
	Forma		prismatica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0.1
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0.25
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )*		0.75
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		25
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)*		75
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		
	Di alto fusto		

\*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

APPENDICE 2

**SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI**  
*Codice di calcolo Rotomap*

# Simulazione caduta blocchi versante settentrionale Monte Useria



# Simulazione caduta blocchi versante settentrionale Monte Useria zona Croto

