

INDICE

1. Aggiornamento della componente sismica dello studio geologico comunale	3
2. Descrizione sintetica del territorio e dell'assetto morfologico	5
3. Zonazione sismica del territorio comunale	10
3.1 Livelli di approfondimento e fasi di applicazione	11
1° Livello	11
2° Livello	14
3.2 Amplificazione litologica (Scenari Z4)	14
3.3 Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Grone	16
3.4 Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni	18
3.5 2° Livello - Determinazione di Fa (Fattore di Amplificazione Sismica locale)	20
3.5.1 Amplificazione topografica/morfologica (Scenario Z3a)	21
3.5.2 Chiesa di Grone (scenario Z3b)	24
3.5.3 Amplificazione litologica (Scenari Z4)	26
3.6 Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di Grone	
(Bg) – Zona sismica 3 –	30
4. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po	32
5. Carta dei vincoli	36
6. Carta di sintesi	38
7. Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano	39
7.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune	39
Classe II – Fattibilità con modeste limitazioni (giallo)	39
Classe III – Fattibilità con consistenti limitazioni (arancione)	40
Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni (rosso)	44
8. Conclusioni	49
9. Allegati	50

1. Aggiornamento della componente sismica dello studio geologico comunale

Il Comune di GRONE (BG) è dotato di studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale, redatto coerentemente con le disposizioni tecniche e normative stabilite dalla ex L.r. n. 41/97 e dalle relative D.g.r. applicative ed approvato, in tal senso, dai competenti Uffici Regionali.

La Legge Regionale 11 marzo 2005, n.12 *“Legge per il governo del territorio”* ha abrogato la precedente L.r. 24 novembre 1997 n. 41, e le relative D.g.r. applicative: le D.g.r. n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n.7/6645 del 29 ottobre 2001, che hanno costituito, sino ad ora, gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni. La Regione Lombardia, in ottemperanza all’art. 57 della L.r. n. 12/2005, ha approvato, con D.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005 i *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”*, le nuove linee guida per la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l’assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale. I criteri contenuti nella D.g.r. perfezionano le precedenti direttive in materia, dettate dalle citate deliberazioni della Giunta Regionale e puntualizzano, in particolare, gli aspetti del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale secondo l’O.P.C.M. n. 3274 e secondo il D.M. 14 settembre 2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

Antecedentemente al 1998 il territorio comunale di Grone (Bg), non era classificato come comune “sismico”, le successive revisioni operate dal G.d.L., nel 1998, ha inserito il territorio comunale in sismicità III; la recente O.P.C.M. n. 3274, ha confermato le revisioni, classificando il territorio comunale di Grone in Zona Sismica 3.

Codice ISTAT	Denominazione	Categoria secondo classificazione precedente (1988)	Categoria secondo la proposta Gdl 1998	Zona simica attuale
016119	GRONE	N.C.	III	3

In base alla Classe Sismica del territorio comunale vengono attribuiti valori dell'accelerazione sismica attesa, secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

La D.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005 stabilisce che tutti i Comuni “*sono tenuti ad aggiornare i propri studi geologici ai sensi della direttiva, relativamente alla componente sismica (in linea con le disposizioni nazionali introdotte dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, da cui scaturiscono le nuove classificazioni sismiche del territorio su base comunale)*”.

Il presente documento si propone quindi quale aggiornamento dello Studio Geologico precedentemente redatto ai sensi della L.r. n. 41/97, relativamente alla componente sismica del territorio comunale di Grone, in ottemperanza alle nuove norme vigenti.

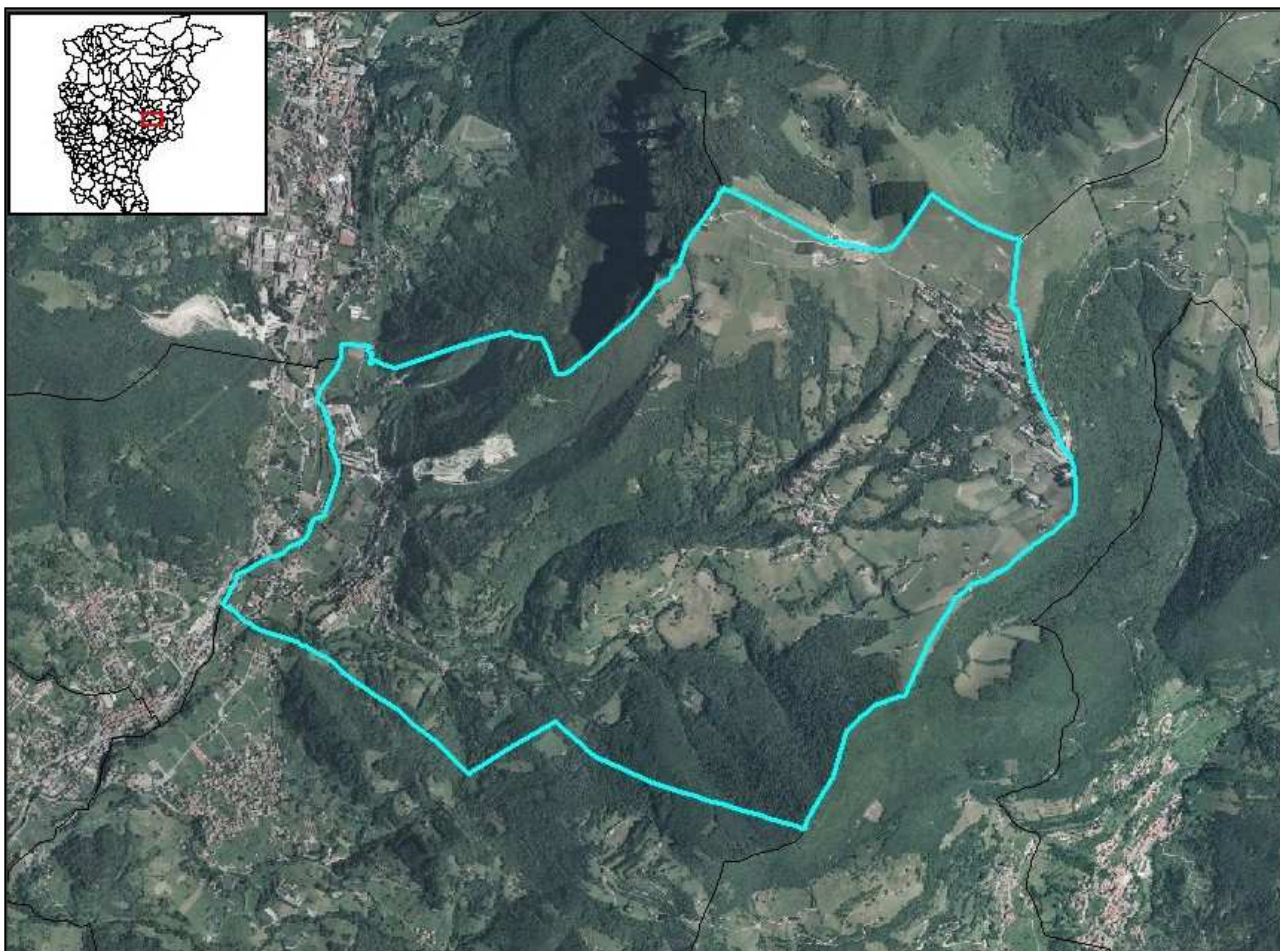
Nel dettaglio, le cartografie prodotte a corredo della presente relazione sono le seguenti:

• Tav. G01 - Carta di Pericolosità Sismica di 1° Livello	Scala 1:10.000
• Tav. G02 - Carta dei Vincoli	Scala 1:10.000
• Tav. G03 - Carta dei Sintesi	Scala 1:10.000
• Tav. G04 - Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano	Scala 1:5.000
• Tav. G05 - Carta PAI	Scala 1:10.000

Il presente documento e le cartografie allegate, che ne costituiscono parte integrante, aggiornano a tutti gli effetti della norma lo studio geologico a supporto della Variante Generale al Piano Regolatore Generale, redatto ai sensi della ex L.r. n. 41/97 e della D.g.r. n. 7/6645 e del relativo Allegato 5.

2. Descrizione sintetica del territorio e dell'assetto morfologico

Il territorio comunale di Grone è situato nella fascia media della Valle Cavallina, sulla sponda orografica sinistra del Fiume Cherio, che fa da confine comunale con il territorio di Vigano San Martino. Il Comune di Grone confina inoltre a nord-est con il Comune di Monasterolo del Castello, a nord-ovest con il Comune di Casazza, ad est con Adrara San Martino, a sud con il Comune di Berzo San Fermo ed a ovest con Vigano San Martino.



Il territorio, esteso per circa 7,83 kmq, è sviluppato principalmente nel bacino idrografico della Valle Secca, affluente sinistro del Cherio, anche se di questo bacino restano escluse dal territorio comunale di Grone le pendici meridionali appartenenti al Comune di Berzo San Fermo: il confine

con Berzo passa infatti alle quote più basse del Monte Fossana e si sviluppa in direzione est, oltrepassando il Colle Go e il Bosco Faeto, verso il Monte di Grone o Gaiana, senza però seguire lo spartiacque naturale dei colli. Dal Monte di Gaiana riprende in direzione nord lungo lo spartiacque, oltrepassa la località San Fermo e arriva al Colle Ballerino. Da questo, seguendo il bacino della Valle Acquasparsa scende in direzione sud-ovest fino agli 800 metri di quota, dove si sposta a nord per comprendere interamente il bacino idrografico della Valle Spineda.

I rilievi montuosi principali presenti sono: il Monte Ballerino a nord, 1273 metri di quota, punto di triplice confine tra Grone, Casazza e Monasterolo; il Monte Gremalto più ad est, a quota 1322 metri, confine tra Grone, Monasterolo e Adrara San Martino; più a sud il Monte di Gaiana con i suoi 1086 metri di quota. Le quote più basse sono prossime ai 311 metri s.l.m., rilevabili lungo l'alveo del Cherio, presso il confine con Berzo.

Il nucleo storico di Grone è raggiungibile dalla S.S. n. 42, del Tonale e della Mendola, tramite la S.P. n. 79 e tramite la strada comunale che si innesta sulla stessa presso la località "Caderighi": attraversato l'abitato si può risalire la Valle Secca fino alla frazione di S. Antonio e poi affrontare il passo ai Colli di S. Fermo che porta alla Valle di Adrara. Più di 1000 metri di dislivello separano il punto più basso del territorio comunale dalla vetta del Monte Gremalto, la culminazione più elevata.

Dal punto di vista dell'assetto morfologico del comune si possono distinguere alcune zone con differenti caratteristiche:

- **la fascia della piana alluvionale** del Fiume Cherio, sulla quale scorre la S.P. n. 79 e su cui sorgono la località "Caderighi" e la zona industriale, posta più a nord: è l'area morfologicamente più bassa del territorio e subpianeggiante; è limitata a valle dal Cherio e a monte dalle prime pendici collinari, dove la pendenza dei terreni aumenta, a partire da circa 350 metri s.l.m;
- **il nucleo abitato** di Grone, che sorge a circa 370 metri, si sviluppa lungo una fascia pedecollinare, un cordone morenico di origine glaciale, che raggiunge circa i 400 metri di quota. Tale area comprende non solo il centro storico di Grone, ma anche l'area sottostante la

Cava di calce a nord, e le pendici inferiori del Monte Fossana e a sud/ovest del Colle Zuccone;

- **l'area collinare e di bassa montagna** caratterizzata da una certa acclività, ad esclusione della sommità del Colle Zuccone e l'area della frazione di S. Antonio. Questa fascia risale in quota con una pendenza pressoché costante fino a circa 1000 metri d'altezza. A tale quota si può notare un vero e proprio cambio dei valori di pendenza, per cui si assiste ad un addolcimento dei pendii ubicati alle quote più alte;
- **l'area di montagna** sopra i 1000 metri è caratterizzata da pendii più lievi e da ampi prati punteggiati di cascine.

Data la sua ampiezza, la Valle Secca assume dal punto di vista geomorfologico un'importanza notevole che necessita di una descrizione particolareggiata: la valle, nelle quote più alte, ha un'ampia estensione semicircolare ed è caratterizzata dalla frequente presenza, soprattutto sui versanti esposti a sud dei fianchi del Monte Ballerino e del Monte Gremalto, di numerose valli secondarie, che suddividono i fianchi montuosi in una serie di dossi e pendii minori. La morfologia superficiale a ventaglio della alta Valle Secca risulta così modificata dalle dinamiche delle acque superficiali. Alle quote più basse prevalgono terreni più acclivi e la valle si stringe fino all'altezza della Chiesa di Grone dove, oltrepassate le ultime pendici del Monte Fossana, può aprirsi sulla piana fluvio-glaciale del Cherio.

Le altre due valli sono la "Valle Acquasparza", e più a nord, la "Valle Spineda".

La prima è ben sviluppata nel territorio con direzione sudovest-nordest, anche se non raggiunge l'estensione della Valle Secca. Non mostra affluenti nelle quote più alte, mentre ne possiede uno in sinistra idrografica, presso la località "Molino Acquasparza": anche questa valle si stringe alle quote più basse.

La seconda, "Valle Spineda", è la meno ampia delle tre e raggiunge soltanto i 700 metri di quota; è inoltre la più stretta e presenta dei pendii molto acclivi e caratterizzati dalla presenza di affioramenti rocciosi verticali e zone di accumulo di materiale di detrito roccioso; ai piedi presenta una conoide molto ampia, in parte ancora attiva.

Il **Fiume Cherio** scorre lungo tutto il confine occidentale del Comune di Grone all'interno di una piana alluvionale abbastanza ampia, che a tratti ancora conserva il tradizionale assetto territoriale, nonostante sia stata ormai ampiamente utilizzata per la collocazione di attività artigianali spesso in prossimità dell'alveo attuale; lungo il fiume sono presenti a tratti argini rilevati in terra, mentre localmente le sponde del corso d'acqua sono state rinforzate con arginature in pietrame. Sulla sponda opposta, nel territorio comunale a confine tra Casazza e Vigano, il Cherio riceve il contributo del Torrente Drione, un importante affluente che raccoglie le acque dell'ampia conca di Gaverina.

Nel tratto compreso nel territorio comunale di Grone, il Cherio riceve il contributo dei torrenti che scendono dalle tre valli precedentemente descritte: la "Valle Secca", sul confine con Berzo, la "Valle Acquasparsa" e la "Valle Spineda" più a nord, verso Casazza.

Oltre al Fiume Cherio, l'idrografia superficiale è rappresentata nel Comune di Grone dalle predette Valle Secca, Valle Acquasparsa e Valle Spineda, nonché da una serie di torrentelli minori. Il Fiume Cherio rappresenta naturalmente il corso d'acqua principale nell'ambito del territorio comunale di Grone, pur lambendone soltanto il confine occidentale: esso assume comunque notevole importanza nei riguardi dei terreni alluvionali più bassi, che potrebbero essere interessati da eventuali esondazioni del fiume.

Sotto il mero profilo geologico, pur essendo il territorio di Grone relativamente poco esteso, esso è tuttavia caratterizzato da un assetto geologico particolare: lungo la Valle Secca è presente l'asse di una piega sinclinale che si estende, con direzione all'incirca est-ovest, sino al territorio di Adrara San Martino e di Adrara San Rocco. Questa piega coinvolge alcune formazioni rocciose dal Pliensbachiano (Giurassico inferiore) fino al Retico superiore (Triassico terminale). Sono presenti anche alcune linee tettoniche (faglie) che non complicano in modo determinante l'assetto geologico della piega sinclinale presente.

Analizzando l'assetto strutturale complessivo del territorio della media Valle Cavallina, in corrispondenza della "stretta" morfologica di Grone-Casazza, si può notare che le giaciture degli strati, generalmente a "franapoggio", determinino la presenza delle formazioni rocciose più recenti alle quote più basse e nel settore meridionale del territorio comunale, mentre le formazioni più antiche si rinvencono alle quote più alte, in particolare lungo il crinale del Monte di Grone o

Gaiana, nel settore meridionale del Comune di Grone. La serie stratigrafica triassico-cretacica può essere seguita quasi integralmente lungo l'asse principale della Valle Cavallina, nonostante sia in gran parte nascosta dalla vegetazione o dai materiali di copertura.

In corrispondenza del fondovalle e delle quote più basse dei versanti, inoltre, assumono importanza anche i depositi di età quaternaria, legati all'azione delle grandi glaciazioni, dei torrenti e del Fiume Cherio.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico del territorio, sulla base delle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose e dei depositi superficiali presenti, è possibile individuare ambiti a differente permeabilità. Una prima distinzione è possibile a seconda della presenza del substrato roccioso o di una significativa copertura superficiale (depositi detritici o morenici o eluviali). Le rocce che costituiscono il substrato roccioso sono normalmente caratterizzate da una permeabilità primaria (legata cioè alla composizione stessa della roccia) da scarsa a nulla e da una permeabilità secondaria variabile a seconda delle caratteristiche dell'affioramento roccioso, quali il grado di fratturazione, la giacitura degli strati, la composizione chimica. Al substrato roccioso presente a Grone è possibile assegnare una permeabilità "da media a ridotta", indicativa di rocce in cui la circolazione idrica avviene lungo discontinuità e fratture: essa è dunque strettamente correlata al grado di fratturazione della roccia.

A proposito dei depositi superficiali, le coltri detritiche e i coni di deiezione presentano un grado di permeabilità "da elevato a medio", tipico dei depositi a granulometria grossolana. Ai depositi morenici e alla copertura eluviale, presente con una certa continuità e discreti spessori per buona parte del territorio di Grone, è associato un grado di permeabilità "da medio a ridotto", tipico dei depositi caratterizzati da eterogeneità granulometriche e dalla presenza di un'abbondante frazione limoso-argillosa.

La principale fonte di approvvigionamento idrico è costituito dalla Sorgente "Acquasparsa", ubicata nella omonima località in Comune di Grone. La sorgente in questione è stata captata a scopo idropotabile a partire dal 1948-50.

3. Zonazione sismica del territorio comunale

Lo studio per zonazione sismica del territorio comunale, così come indicato nell'Allegato 5 della D.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente.

Le procedure da seguire ed i livelli di approfondimento da adottare sono riportati, in funzione della Zona sismica di appartenenza e della fase progettuale, nella seguente tabella.

Zona sismica	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello Fase pianificatoria	2° livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
2- 3	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
4	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici rilevanti

I primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza,) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° Livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il Livello 3 è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano 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.*

3.1 Livelli di approfondimento e fasi di applicazione

1° Livello

Il 1° Livello si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico-geomorfologico del territorio comunale. La raccolta sistematica di osservazione sui diversi effetti prodotti dai terremoti in funzione di parametri geologici, topografici e geotecnici, ha permesso di definire un numero limitato di situazioni tipo (scenari di pericolosità sismica locale) in grado di determinare gli effetti sismici locali. 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, e che sono state oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.). Il 1° Livello è obbligatorio per tutti i comuni ed è esteso a tutto il territorio comunale. Lo studio è consistito nell'analisi della mole di dati geotecnici e stratigrafici disponibili opportunamente elaborati, e dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc. dello studio geologico a supporto del PRG), che hanno consentito di redarre un'apposita cartografia (a scala 1:10.000), rappresentata dalla **Carta di Pericolosità sismica di 1° Livello**, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, in grado di determinare gli effetti di amplificazione sismica locale.

Gli scenari di pericolosità sismica locale proposti dalla normativa vigente, ed i relativi effetti, sono illustrati nella tabella sottostante:

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

Dal punto di vista degli scenari di pericolosità sismica locale, per il territorio comunale di Grone, sono stati considerati gli scenari riportati nella tabella seguente, in grado di rappresentare tutte le possibili condizioni potenzialmente in grado di determinare fenomeni di amplificazione, riconosciute sul territorio.

Sigla	Scenario pericolosità sismica locale	Effetti	Ambiti di applicazione
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	Amplificazioni topografiche	Culminazioni di cresta nella parte più elevata del territorio
Z4a	zone di fondovalle/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi		Area di fondovalle, in fregio al lago, con presenza di sedimenti alluvionali prevalentemente granulari

Comune di Grone (BG)*Componente geologica della pianificazione territoriale*

- aggiornamento alla componente sismica di cui alla L.R. 12 e D.g.r. 1566/05 e 7374/08 -

- Relazione tecnica -

Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	Amplificazioni litologiche e geometriche	Area con presenza di sedimenti alluvionali/detritici da porre in relazione a conoidi alluvionali
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)		Aree con presenza di coltri moreniche lungo i versanti

Gli aggiornamenti proposti e le relative cartografie di 2° Livello, seguono i riferimenti normativi della Regione Lombardia che prevede i successivi livelli di approfondimento secondo quanto riportato nella tabella precedentemente riportata e qui riproposta.

Zona sismica	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello Fase pianificatoria	2° livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
2- 3	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
4	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici rilevanti

Pertanto, per i comuni in Zona Sismica 3, è obbligatorio il 1° Livello di approfondimento, mediante la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale, estesa a tutto il territorio comunale.

Il 2° Livello è obbligatorio, in fase di pianificazione, solo per le Zone **Z3** e **Z4** e solo per le aree interferenti con il centro abitato e/o edificabili.

Nel caso specifico di Grone il 2° Livello è stato applicato solo alle Zone Z4 che interessano rispettivamente l'urbanizzato storico lungo la fascia pedecollinare di origine morenica.

La distribuzione geografica degli scenari suscettibili di amplificazioni litologiche/geometriche è evidenziata nella Carta di Pericolosità Sismica di 1° Livello.

Essa rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento, relativi esclusivamente agli scenari Z3 e Z4, suscettibili di amplificazione sismica.

2° Livello

Il 2° Livello, implementato in presenza dello scenario Z4 e Z3 (amplificazioni litologiche e topografiche), si basa su metodi quantitativi semplificati, che prevedono il confronto tra un fattore di amplificazione sismica locale (Fa) e un valore soglia calcolato per ciascun comune. Come detto, per il comune di Grone il 2° Livello è stato applicato solo alle Zone Z4.

3.2 Amplificazione litologica (Scenari Z4)

Per le procedure semplificate di questo livello è richiesta la conoscenza di alcuni parametri geofisici (andamento delle velocità delle onde di taglio Vs con la profondità; spessore e Vs di ogni unità geofisica) necessari alla definizione del modello geofisico del sottosuolo.

La procedura semplificata 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.

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

All'interno della scheda di valutazione è stata scelta, in funzione della profondità e della velocità V_s 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 V_s 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 è stato approssimato alla prima cifra decimale ed è 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 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.

3.3 Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Grone

Sulla scorta delle precedenti indicazioni, è stata condotta l'analisi dei dati litologici, stratigrafici e geofisici, disponibili per il territorio comunale di Grone, al fine di pervenire alla classificazione sismica dei terreni e per consentire le successive elaborazioni per definire i valori del fattore di amplificazione sismica locale Fa.

Dall'analisi delle sezioni stratigrafiche disponibili per il territorio comunale, nonché dai dati forniti dalle indagini geotecniche in sito, messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale, è stato possibile stimare, attraverso metodi indiretti di conversione, la velocità delle onde S e sono stati ricavati gli andamenti principali dei depositi, sciolti granulari, che caratterizzano il sottosuolo indagato.

Per la ricostruzione della sezioni stratigrafiche del territorio comunale, come già ricordato, si è fatto riferimento ai dati di bibliografia, relativi a numerose indagini geotecniche eseguite sul territorio, di supporto alla realizzazione di opere edilizie e ad interventi più generali sul territorio.

Se dal punto di vista topografico/morfologico, la situazione risulta abbastanza semplice e pertanto non si sono individuati scenari di possibile amplificazione, diversamente per gli scenari Z4 che sono stati individuati lungo l'abitato comunale si sono applicate le schede previste per il 2° Livello di approfondimento; per necessità di sintesi si è dovuta operare una semplificazione nell'individuazione delle tipologie da inquadrare secondo gli scenari di pericolosità sismica locale.

Sono comunque state riconosciute zone di ciglio di scarpata/terrazzo e zone di creste rocciose/cocuzzolo con morfologie appuntite/arrotondate, il cui impatto con l'abitato e le strutture antropiche risulta pressoché modesto o assente.

Gli scenari litologici rappresentano invece un grado di maggiore complessità: l'ambito urbanizzato comunale poggia, infatti, in parte su un substrato variamente organizzato, che a partire dai settori di raccordo con il fianco collinare, si caratterizzano per litologie composte da sabbie, ghiaia talora cementata con ciottoli e trovanti di notevole diametro, per poi variare verso settentrione a litologie riconducibili ad ammassi rocciosi in posto, estesamente interessate dalla presenza di coltri eluviali.

In buona sostanza la quasi totalità del nucleo storico di Grone è collocata su depositi di origine fluvioglaciale e morenica, mentre oltre, in posizione fondovalliva, si rinvengono i depositi alluvionali recenti del Cherio.

Localmente tali litologie si possono trovare in condizioni scadenti o comunque, per ciò che attiene alle litologie sabbioso-ghiaiose, scarsamente addensate.

Dalle sezioni stratigrafiche/geotecniche ricavate e dalle relative correlazioni empiriche per la stima dei parametri geofisici, è stato ricavato il parametro $V_s 30$ (velocità media nei primi 30 m di sottosuolo), variabile da 360 a circa 800 m/s e colloca i terreni in categoria tra B e D dei suoli di fondazione secondo la distinzione indicata dal O.P.C.M. n. 3274/03. In ragione di tali evidenze si può ritenere che i terreni di sottofondo del territorio comunale di Grone sia classificabili, dal punto di vista sismico, come terreni:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_s 30$ superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s 30$, compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{sp} > 50$ o coesione non drenata > 250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_s 30$ compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{sp} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_s 30 < 180$ m/s ($N_{sp} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di $V_s 30$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_s 30 > 800$ m/s.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Sulla base delle informazioni raccolte, il territorio comunale è classificabile cautelativamente secondo tre classi di terreno, rispettivamente come **Classe B e C per alcuni settori del fondovalle e per la fascia di raccordo pedemontana; come Classe A per la rimanente porzione del territorio, coincidente con le porzioni di quota maggiore con substrato roccioso compatto affiorante o subaffiorante.**

3.4 Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni

I dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° Livello sono stati desunti principalmente dalle numerose stratigrafie di trincee esplorative/scavi eseguite sia sul territorio comunale di Grone, sia in comuni limitrofi, nonché sulla base di numerose indagini geotecniche in sito che hanno interessato gli orizzonti superficiali del suolo (indicativamente inferiori ai 10 m da p.c.).

I dati geofisici sono invece stati ottenuti attraverso relazioni empiriche di correlazione con i dati stratigrafici e geotecnici.

Il grado di attendibilità per ciascuna tipologia di dato utilizzato è rappresentato nella seguente tabella:

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi/stratigrafie pozzi)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

L'analisi dei dati geotecnici e geofisici disponibili ha permesso di suddividere i depositi superficiali che ricadono nel territorio comunale in unità definite e di distinguere, al loro interno, litofacies omogenee dal punto di vista litologico.

È stato dunque possibile associare, sia pure in modo qualitativo, alcuni parametri geotecnici indicativi alle diverse litofacies operando una distinzione in 3 ambiti di seguito descritti.

Depositi alluvionali/fluvioglaciali/glaciali/detritici/di conoide - I depositi superficiali, riferibili alle alluvioni, ai depositi fluvioglaciali e glaciali presenti sul territorio comunale, rappresentano sostanzialmente le coltri terrigene quaternarie complessivamente individuabili sul territorio comunale; sono pertanto stati associati, anche per analogia nelle caratteristiche granulometriche e geotecniche, ai depositi detritici e di conoide, quest'ultimi costituiti da ghiaie anche ben selezionate, con matrice sabbiosa e grossolanamente stratificate (conoide della Valle Spineda e conoide della Valle Secca).

Sono terreni con componente clastica variabile, spesso prevalente e una matrice a tessitura limosa e sabbiosa e, solo subordinatamente, argillosa. Si tratta di sedimenti dotati di buone proprietà meccaniche, dove in alcuni tratti la componente ghiaiosa è dominante. Sulla base delle indagini geotecniche disponibili è stato possibile procedere ad una correlazione con i dati geofisici attribuendo valori elevati sia per le Vs superficiali (mediamente attorno a 400 m/s), che per le Vs30 (comprese tra 530 e 740 m/s), tali da comportare l'attribuzione di tali terreni alla classe B dei suoli di fondazione, quella più elevata nell'ambito dei terreni non rocciosi.

Depositi di versante – depositi eluvio/colluviali - Si tratta di depositi costituiti da limi, argille e limi sabbiosi con matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa, a comportamento coesivo.

Sono diffusamente distribuiti, e con diversi spessori, a copertura del substrato roccioso, che spesso affiora solo molto limitatamente in corrispondenza di versanti ripidi, incisioni vallive o sbancamenti stradali o artificiali. In generale possono essere ritenuti terreni di discreta qualità geotecnica, con valori di modulo elastico intermedi, anche se localmente possono presentare caratteristiche

mediocri. Anche per tali sedimenti sono possibili correlazioni con i dati stratigrafici/geofisici, sulla base di trincee esplorative, scassi stradali, scavi per fondazioni e indagini geotecniche in sito.

Sul territorio di Grone sono anche presenti depositi di versante, più o meno colonizzati dalla vegetazione, che derivano da processi di degradazione delle pareti rocciose o dei versanti; sono costituiti da frammenti spigolosi e spesso di piccole dimensioni delle rocce che costituiscono il versante soprastante e talvolta si presentano cementati. Le aree di accumulo di detrito tuttora attive sono ubicate grossomodo alla base di pareti rocciose ancora sottoposte alla degradazione atmosferica.

Aree con ammassi rocciosi affioranti o subaffioranti - Interessano le porzioni del territorio poste alle quote più elevate e lungo i fianchi delle dorsali montuose della piega sinclinale che si estende nel territorio comunale con direzione est-ovest, laddove il substrato non risulti completamente sepolto dalle coltri eluvio/colluviali.

In questo ambito è possibile distinguere gli affioramenti costituiti da unità triassiche e giurassiche della cosiddetta “copertura mesozoica delle Alpi Meridionali” diffusa fino alle quote più elevate. La serie stratigrafica triassico-cretacica può essere seguita quasi integralmente lungo l’asse principale della Valle Cavallina, nonostante sia in gran parte nascosta dalla vegetazione o dai materiali di copertura.

In generale comunque è possibile attribuire a tali terreni una categoria di suolo A.

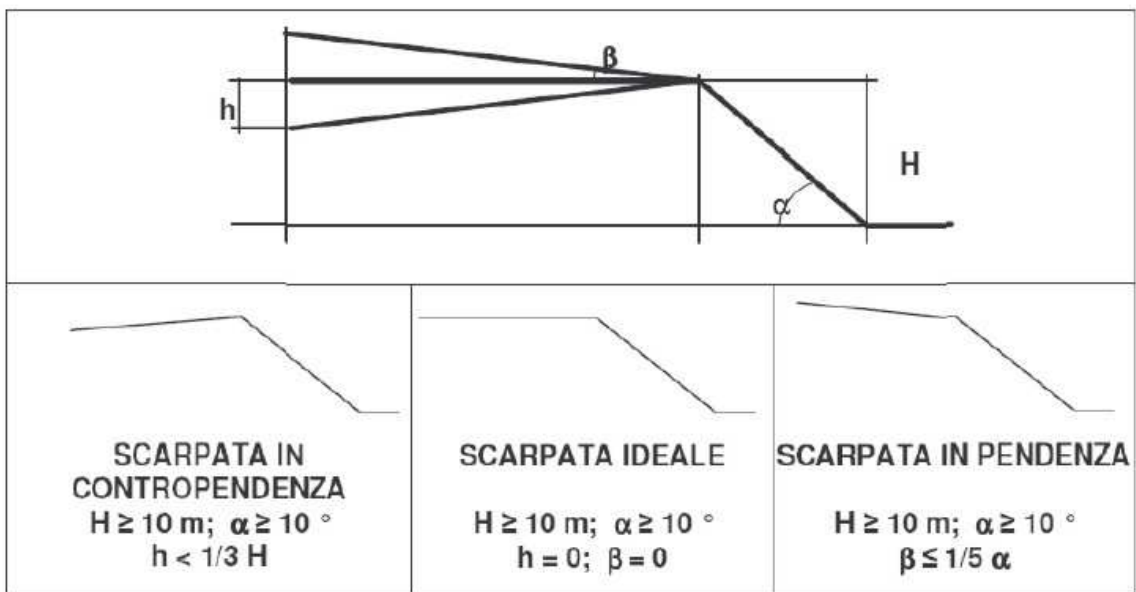
3.5 2° Livello - Determinazione di Fa (Fattore di Amplificazione Sismica locale)

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e per quanto attiene alla pianificazione, si applica, per comuni inseriti in Zona Sismica 3, ai soli ambiti interferenti con l’edificato e/o edificabile. Come detto, per Grone sono stati considerati gli scenari Z3b e Z4.

3.5.1 Amplificazione topografica/morfologica (Scenario Z3a)

In relazione all'amplificazione topografica, nell'ambito comunale è stato individuato lo scenario PSL Z3a, che riguarda le zone di ciglio (scarpata con parete subverticale, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica). La procedura per questo scenario è illustrata nell'integrazione all'Allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005", scaricabile dal portale web della Regione Lombardia. Secondo l'allegato, sono da considerarsi scarpate le morfologie che soddisfano i seguenti criteri: criteri geometrici:

- H (distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale) > 10 m;
- inclinazione del fronte principale) 10° ;
- l'estensione del fronte superiore (distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica) deve essere paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m e, se inclinato, deve rispondere ai seguenti requisiti: scarpate in pendenza (pendenza concordante con quella del fronte principale);
- l'inclinazione (β) del fronte superiore deve essere $\leq 1/5 \alpha$;
- scarpate in contropendenza (pendenza opposta a quello del fronte principale): il dislivello altimetrico minimo (h) deve essere $\leq 1/3 H$.



Criteri litologici: attualmente il campo di validità della procedura è limitato a terreni di classe A (bedrock), identificati, secondo la definizione dell'O.P.C.M. n. 3274/03, sulla base dell'impronta sismica (V_s 800 m/s). Un'ulteriore limitazione della procedura deriva dal fatto che il suo campo di validità è limitato al periodo (T) 0,1 - 0,5 s, perché i risultati per l'intervallo 0,5 – 1,5 s appaiono eccessivamente influenzati dalla variabilità del moto di input e quindi non sufficientemente adatti a rappresentare in modo univoco la risposta sismica al sito. Nel territorio comunale gli elementi rispondenti, in prima approssimazione, ai criteri geometrici sono rappresentati oltre alle creste dei rilievi non direttamente interessate da pressione antropica, particolare attenzione è stata dedicata a due scenari. Il primo riguardante i margini dei terrazzi su cui è disposto il nucleo urbano dell'abitato di Grone passibile di amplificazione morfologica, il secondo, è rappresentato dalla chiesa di Grone, edificio a carattere storico soggetto a fenomeni morfologici di cresta. Dal punto di vista litologico, le scarpate sono strutturate su litotipi ghiaioso sabbiosi e su conglomerati fluviali, quest'ultimi solo nei settori più profondi possono essere assimilati litologicamente al substrato roccioso, in ogni caso il livello intermedio del substrato è rappresentato da depositi con V_s superiori agli 800 m/s.

La procedura comporta il confronto tra i valori di H e ottenuti per le varie tipologie di scarpata con una tabella che riporta, per classi altimetriche e di inclinazione, il valore di F_a di sito e l'estensione della relativa area di influenza (A_i), che indica l'ampiezza del settore in prossimità del ciglio di scarpata in cui si risente maggiormente dei fenomeni di amplificazione sismica, secondo la tabella sotto indicata.

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	

Stima del fattore di amplificazione in corrispondenza del centro storico di Grone (scenario Z3a)

L' area oggetto di studio è collocata immediatamente a monte della scarpata che raccorda i terrazzi morenici del Comune di Grone e il fondovalle del Cherio. Si tratta pertanto di uno scenario di Pericolosità Sismica Locale, che può essere soggetto ad effetti di amplificazione di tipo topografico e compilata una scheda litologica ad hoc per definire lo scenario litologico più adatto. Per applicare la procedura relativa alle scarpate, sono state prodotte una serie di sezioni topografiche, necessarie per definire con precisione le caratteristiche geometriche del pendio.

Per analizzare la scarpata che collega il fondo alveo del Cherio e il margine superiore del terrazzo su cui sorge l'abitato è stata considerata una sezione topografica:

alla sezione si desume che:

- Si tratta di una scarpata considerata “ideale”, per il fronte superiore orizzontale;
- l'altezza della scarpata è $H= 61$ m;
- l'inclinazione del fronte principale è $\alpha=21^\circ$

Queste caratteristiche hanno permesso di verificare l'applicabilità dello scenario relativo alle scarpate, secondo la scheda riportata in Fig. 3. Sulla base delle caratteristiche geometriche della scarpata analizzata, è stato poi possibile calcolare il valore del Fattore di amplificazione (F_a) lungo il fronte superiore, identificando anche la rispettiva area di influenza (A_i) del fenomeno di amplificazione sismica, secondo la tabella di Fig. 4. Si sono così ottenuti i seguenti valori:

$F_a= 1,2$

$A_i= 40$ m

Il valore di F_a calcolato è assegnato al ciglio del fronte, mentre all'interno della relativa area di influenza il valore è scalato in modo lineare sino al raggiungimento del valore unitario, come rappresentato nella sezione topografica.

3.5.2 Chiesa di Grone (scenario Z3b)

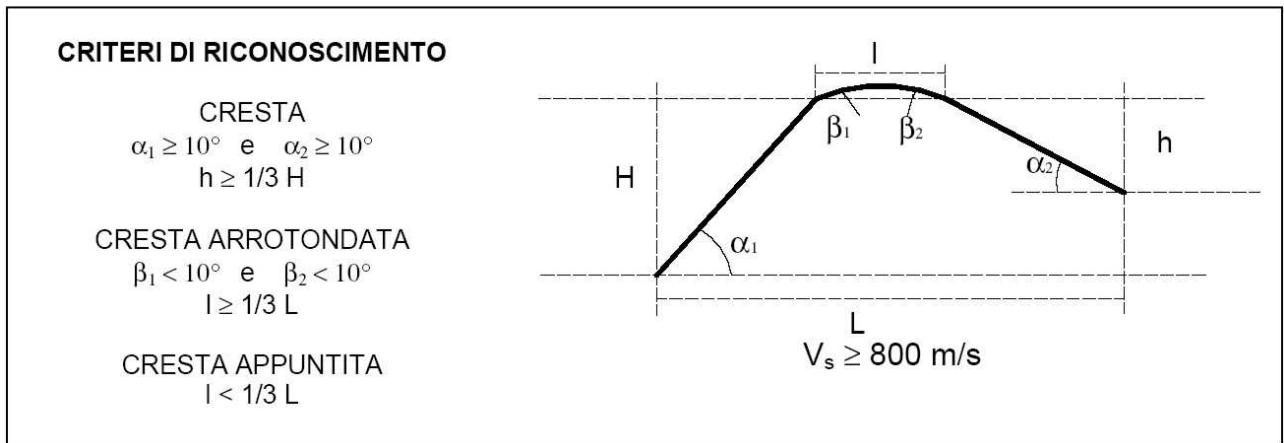
La procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta roccioso e/o cocuzzolo (Z3b), caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10° .

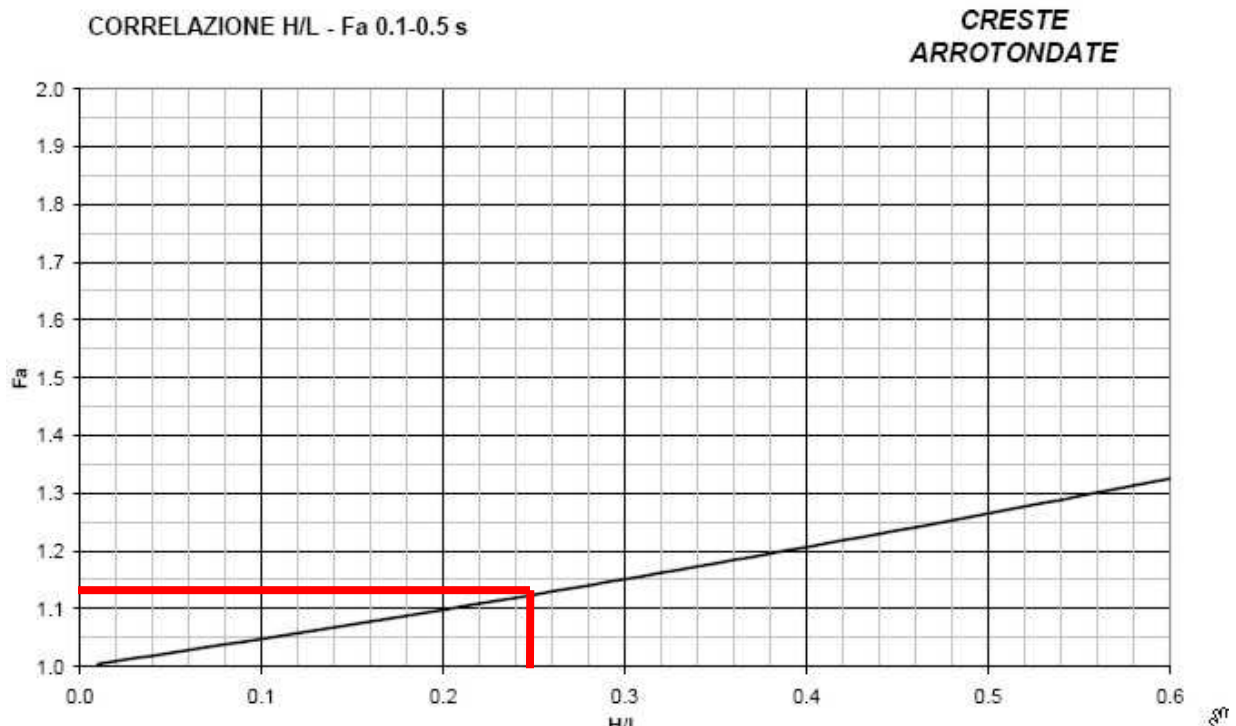
Considerando i criteri di riconoscimento delle creste e confrontandoli con le geometrie evidenziate nella sezione topografica, si desume la chiesa del Comune di Grone su una cresta arrotondata in quanto:

- la larghezza in cresta del rilievo è $l > 1/3L$ della larghezza alla base L ;
- La zona di cresta è pianeggiante con inclinazione $< 10^\circ$;
- Il dislivello minimo è $h > 1/3$ del dislivello massimo H ;
- I fianchi del rilievo hanno pendenza $> 10^\circ$

Sulla base delle caratteristiche geometriche della cresta analizzata, è possibile calcolare il valore del Fattore di amplificazione (F_a), secondo il grafico di fig. relativo alle creste arrotondate.

EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b





Pertanto

Fa=1,1 (fattore di amplificazione)

Il valore di Fa calcolato è assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare sino al raggiungimento del valore unitario alla base di ciascun versante, come rappresentato nella sezione topografia allegata.

Il fattore di amplificazione calcolato permette di valutare il grado di protezione raggiunto dal sito dall'applicazione della normativa vigente. Confrontando il valore di Fa determinato con la procedura descritta con il corrispondente valore di soglia calcolato dalla Regione Lombardia, per il Comune di Grone, per la categoria di suolo A e per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, si osserva che il valore di Fa è inferiore al Valore di soglia (1,4). Si ha quindi che la normativa vigente è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione sismica topografica.

3.5.3 Amplificazione litologica (Scenari Z4)

Il fondovalle del Cherio presenta una morfologia pianeggiante e risulta essere caratterizzato da terreni argillosi.

Al fine di valutare possibili scenari di amplificazione litologica è stata presa come riferimento la stratigrafia di un pozzo ubicato in corrispondenza del fondovalle.

Si tratta del pozzo della Società Quattro V s.r.l. la cui stratigrafia presa dagli archivi della Provincia di Bergamo risulta essere la seguente:

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		100	Terreno vegetale
2	100	200	Argilla
3	300	200	Argilla con ciottoli
4	500	250	Ghiaia
5	750	100	Argilla
6	850	350	Ghiaia
7	1200	1100	Ciottoli con argilla
8	2300	100	Argilla
9	2400	400	Ghiaia
10	2800	200	Argilla

Sulla base di questi dati la stratigrafia dell'area in oggetto è verosimilmente data dalle seguenti tre unità litotecniche:

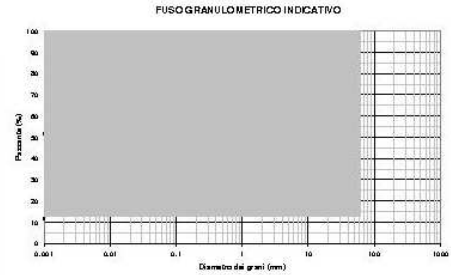
- *Strato 1*: Argille con livelli ghiaiosi per uno spessore di circa 8,5 metri.
- *Strato 2*: Ghiaie pulite e livelli con ciottoli in matrice argillosa aventi uno spessore di circa 14,5 metri;
- *Strato 3*: Argille con livelli ghiaiosi per uno spessore di 7 metri.

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2

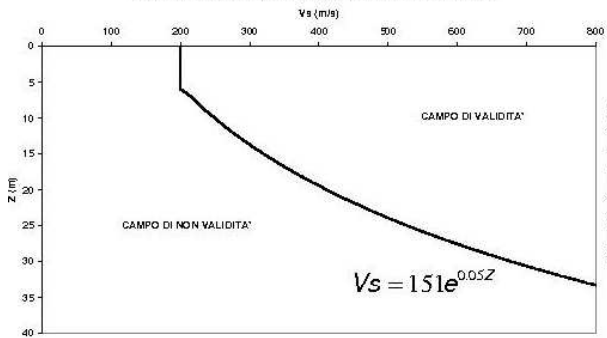
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

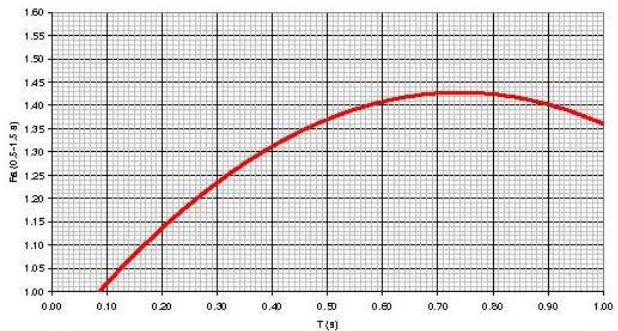
PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³]	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³]	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w _L [%]	30-50
Limite di plasticità	w _P [%]	15-20
Indice di plasticità	I _P [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.5-0.6
Indice di compressione	C _c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _a	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	15-30



ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'

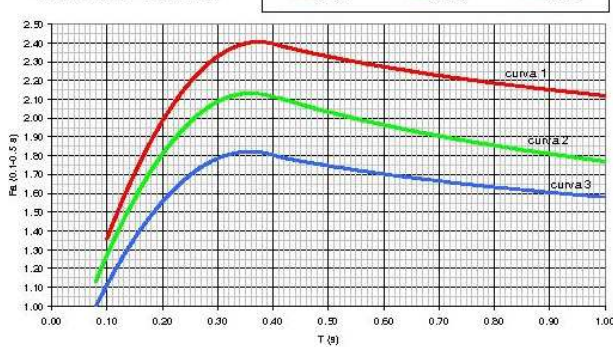


Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -T^2 + 1.48T + 0.88$$

Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	0.10 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	0.08 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	0.05 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

Dr. Geol. Andrea Gritti

Via Torino, 5/b – 24021 Albino (BG)

Tel. 035.4425112 – E-mail: andrgrit@tin.it

Le Vs ottenute da lavori eseguiti in aree simili hanno dato i seguenti risultati:

	Spessore (m)	Vs (m/s)
Strato 1	8,5	100 - 200
Strato 2	14,5	200 - 300
Strato 3	7	300 - 500

Sulla base della stratigrafia del territorio e dei valori di Vs ottenuti, la località è classificabile nella categoria del suolo relativa al Profilo C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT, 30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu, 30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”.

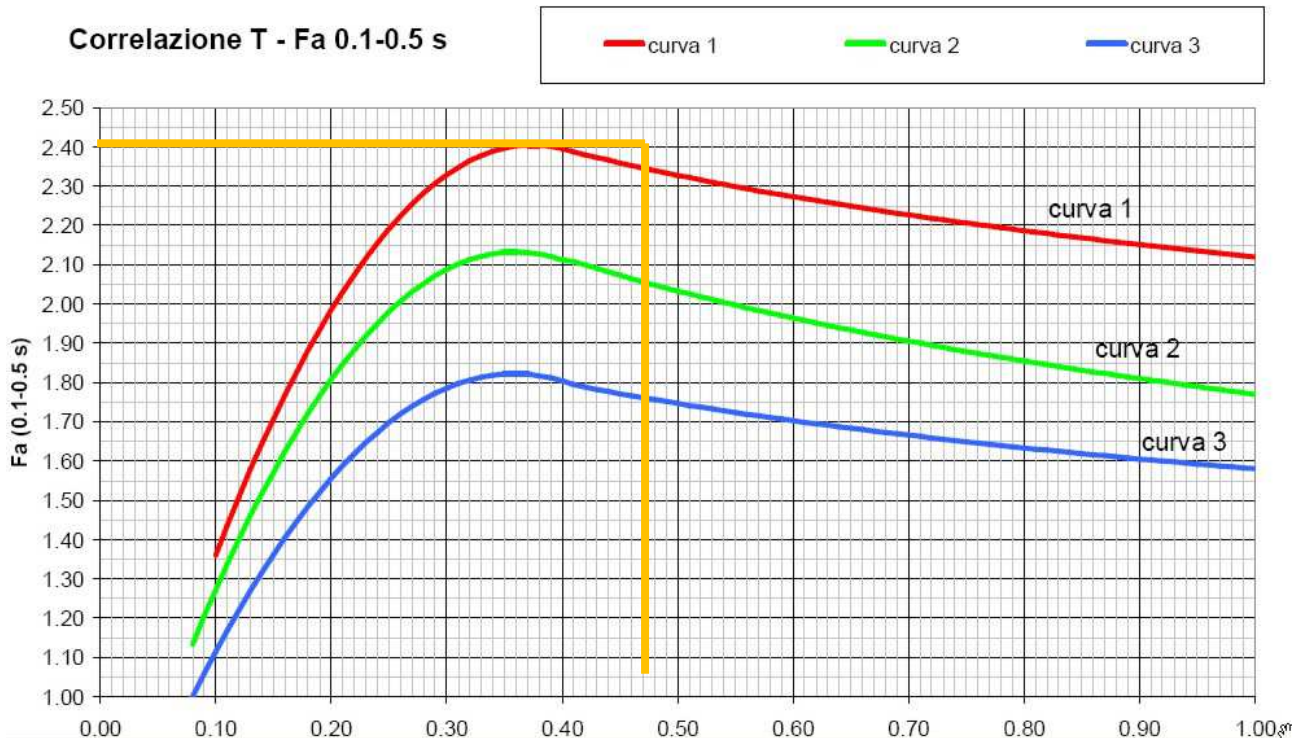
Per effettuare il calcolo del Fattore di amplificazione delle aree, individuate come scenario di Pericolosità Sismica per la presenza di terreni argillosi con ghiaie, è stato necessario scegliere la scheda di riferimento, fra quelle riportate nell'Allegato 5 dalla DGR relative agli effetti litologici è stata scelta quella “limoso-argillosa tipo 2”.

Dopo averne verificato la validità in base all'andamento delle Vs con la profondità, è stato calcolato il valore del periodo proprio del sito T, utilizzando l'equazione proposta dalla normativa e considerando lo spessore di terreno oltre il quale la velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s:

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

il valore calcolato è **T= 0,47 s**

E' stata poi scelta, all'interno della scheda di valutazione, la curva più appropriata, in funzione della profondità e della velocità delle Vs: nel caso in esame è stata scelta la curva 1 (rossa).



Considerando il periodo proprio del sito nell'intervallo 0,1-0,5 s (relativo a strutture basse, regolari e piuttosto rigide) dal grafico si ricava il **Fattore di amplificazione sismica Fa=2,35**.

Confrontando il valore di Fa ottenuto con il corrispondente valore di soglia calcolato dalla Regione Lombardia per il Comune di Grone, per la categoria di suolo E e per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, si osserva che il valore di Fa calcolato è inferiore al Valore di soglia (pari a 1,9). Si ha quindi che la normativa vigente non è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione sismica litologica. Quanto valutato con la procedura descritta per l'area in esame, è riportato nella tavola corrispondente.

3.6 Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di Grone (Bg) – Zona sismica 3 –

Per il territorio comunale di Grone, relativamente all'urbanizzato di fondovalle, il confronto tra i valori di F_a ottenuti dalla valutazione di 2° Livello ed i valori di soglia, per gli scenari Z4, adottando quanto previsto dall'Allegato 5 dei “*Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.r. n. 12/2005*” e delle relative integrazioni per gli effetti morfologici, ha consentito di verificare che: *i valori di F_a di sito sono inferiori a F_a soglia definito per il territorio in esame e per il tipo di suolo considerato, pertanto 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 e la classe sismica di appartenenza.*

Si evidenzia che sulla base dei risultati emersi per la valutazione degli effetti di sito di amplificazione sismica per tutte le condizioni geologiche e geomorfologiche considerate ed estrapolabili all'urbanizzato di GRONE (applicazione del 2° Livello) non sono emerse condizioni geologiche, strutturali e morfologiche che comportino un incremento del rischio sismico.

Si ritiene che il grado di attendibilità delle valutazioni eseguite, sulla base di dati geotecnici disponibili, sia MEDIO, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa. Su tutto il territorio comunale, come previsto dalla suindicata normativa antisismica 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*”, si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 3.

Ne consegue che non sono necessarie ulteriori prescrizioni oltre quelle di legge; la normativa è da considerarsi sufficiente per determinati ambiti a tenere in considerazione anche possibili effetti di amplificazione litologica e morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla legislazione regionale e nazionale.

Costituiscono parte integrante del presente aggiornamento la Carta di Pericolosità Sismica di 1° Livello e la Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, con la sovrapposizione, con retino trasparente, della Pericolosità Sismica Locale.

Si fa presente che tale sovrapposizione non comporta un cambio di classe di fattibilità (che rimane la stessa) ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 settembre 2005.

Per il Comune di GRONE, compreso in classe 3, tali approfondimenti si rendono necessari solo nel caso in cui le aree di Pericolosità locale Z3 e Z4 siano interferenti con l'urbanizzato e l'urbanizzabile, escluse le aree inedificabili.

4. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell’Autorità di Bacino del Fiume Po

Anche il Comune di Grone risulta inserito nel Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po, secondo il quale nell’ambito del territorio comunale vengono indicate alcune aree in dissesto, rappresentate nella documentazione inviata al Comune, “*Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – delimitazione delle aree in dissesto*”, scala 1:25.000.

La Regione Lombardia, nell’ambito di quanto disposto all’art. 5, comma 2 delle citate NdA, ha il compito di emanare delle disposizioni concernenti l’attuazione del Piano (PAI) nell’intero territorio comunale, in riferimento alle condizioni di dissesto delimitate nella cartografia dell’elaborato 2 “*Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto*”; ciò è stato fatto con l’approvazione della Delibera di Giunta Regionale 11 dicembre 2001, n. 7/7365 “*Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989 n. 183*”.

Il Comune, dovendo adottare tali disposizioni negli strumenti urbanistici ed adeguarli in base all’art.18, comma 1, al fine di migliorare l’efficacia dell’azione di prevenzione, può adottare, in base all’art.18, commi 2 e 3, delle NdA del PAI, delle varianti urbanistiche che contengono delle proposte di aggiornamento all’elaborato 2 “*Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto*”.

Tali proposte devono essere il risultato di una verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto rilevate nella citata cartografia del Piano, attuata con analisi di dettaglio.

Le proposte di adeguamento adottate dal Comune devono essere redatte in base alle risultanze di uno studio geologico redatto ai sensi della ex L.r. n. 41/97 (ora L.r. n. 12/2005), secondo gli standard metodologici contenuti nelle “*Direttive regionali in attuazione dell’art.3 per lo studio geologico a supporto dei P.R.G.*” approvati con D.g.r. n. VII/6645 del 29/10/2001 ed ora secondo quanto indicato nelle D.g.r. n. 1566/2005 e 7374/2008. In base all’art. 6 della deliberazione di adozione del PAI (n. 18/2001) la Regione trasmetterà all’Autorità di Bacino le proposte di aggiornamento dell’elaborato sopraccitato risultanti dalle varianti adottate secondo quanto sopra indicato.

Il presente studio, che ha per oggetto l'intero territorio comunale così come imposto già dalla ex L.r. n. 41/97, contiene dunque in sé anche la proposta di una nuova perimetrazione delle aree a rischio indicate nell'elaborato del PAI; per quelle aree, cioè, che interferiscono più o meno direttamente sia con aree urbanizzate e più in generale che insistono sull'intero ambito del territorio comunale.

La *Carta dei dissesti uniformata alla legenda PAI*, (Carta PAI) redatta sulla base del presente studio, costituisce parte integrante dello studio geologico del territorio comunale, così come previsto dalla ex L.r. n. 41/97, dalla vigente L.r. n. 12/2005 e dai criteri di attuazione, nonché dalla "Direttiva PAI" citata.

Per quanto riguarda in particolare il Quadro del dissesto regionale, le analisi di terreno e la verifica della documentazione cartografica esistente (consistente sostanzialmente nelle tavole di PTCP, nella Cartografia Geoambientale e nell'Inventario dei dissesti regionale), hanno portato ad una sostanziale conferma delle situazioni segnalate in precedenza, alle quali si vanno ad aggiungere

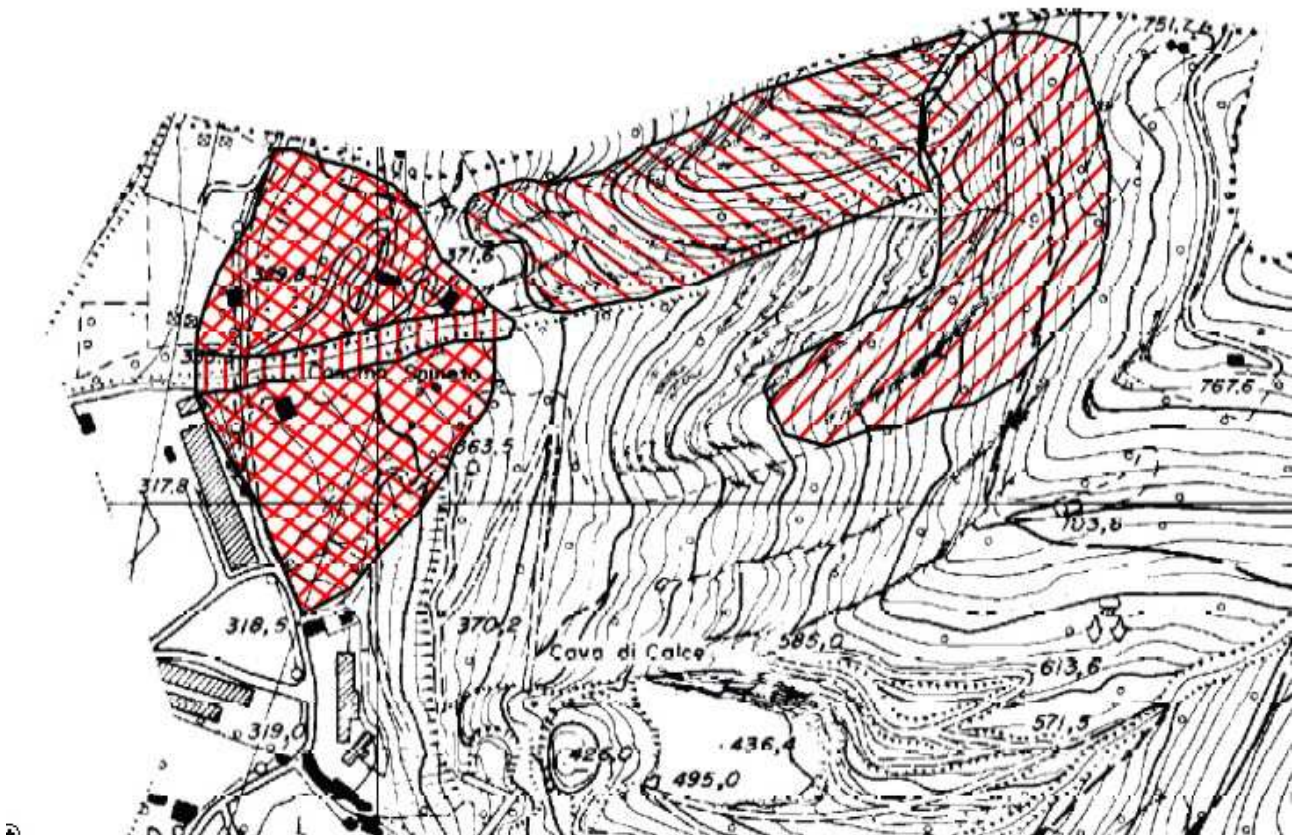


Figura 1: Loc. Valle Spineda

alcune situazioni di recente evoluzione.

In dettaglio partendo dai settori settentrionali del territorio comunale viene confermata la frana attiva (**Fa**) a monte della Valle Spineda, recentemente riattivatasi con crolli parziali che hanno interessato la copertura detritica. In tale ambito è stata inclusa in classe **Fq**, causa crolli di singoli blocchi in roccia, tutta la porzione sommitale lungo la destra orografica della valle. La valutazione di includere tale area deriva dalle risultanze dei rilievi di terreno ma anche sulla scorta delle indagini geologiche effettuate dallo scrivente per il progetto della nuova centrale a biomasse collocata nei settori immediatamente a valle del pendio in roccia.

Allo sbocco della valle Spineda si conferma l'azzonamento del conoide omonimo, dove è stata prevista una consistente fascia di conoide parzialmente protetto (**Cp**), mentre lungo il canale di alimentazione si conferma una fascia (**Ca**)

Per quanto riguarda il settore prossimo all'urbanizzato è presente la frana storica dei Ronchi, oggetto in passato di interventi di sistemazione e messa in sicurezza, dove nel recente periodo si sono registrati crolli superficiali lungo il sentiero prossimo alla frana.

In tale ambito, al momento del rilievo di terreno e dell'estensione del presente studio, si ritiene sussistano condizioni di quiescenza, tuttavia per la collocazione in prossimità con l'abitato è auspicabile la predisposizione di un sistema di monitoraggio geotecnico in continuo che possa definire eventuali dinamiche evolutive e/o cinematismi in corso.

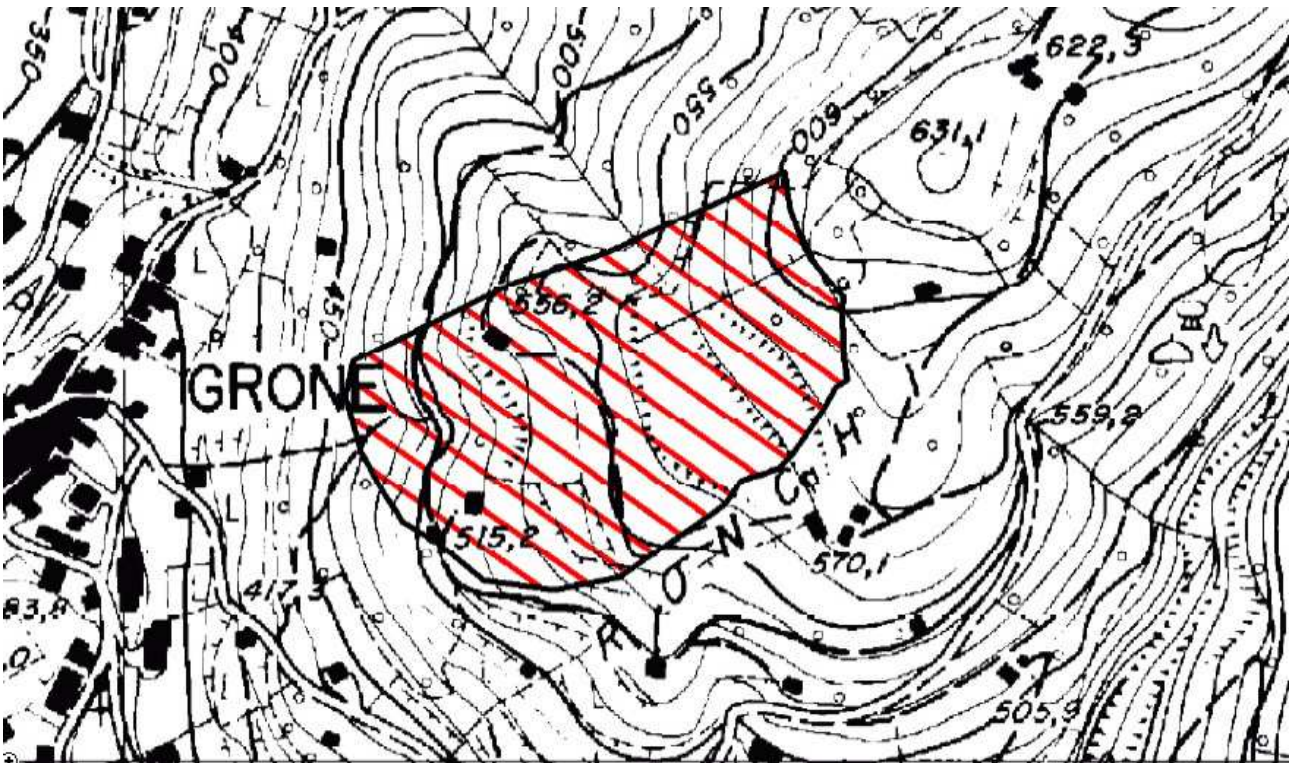


Figura 2: Loc. Ronchi a monte dell'abitato di Grone

Qualora l'amministrazione intendesse sviluppare ambiti di espansione, anche prossimi alla frana si ritiene indispensabile effettuare approfondimenti geotecnici e predisporre il monitoraggio in continuo del dissesto.

Lungo il fondovalle, tra le località Salino e Tuf presso la frazione di S. Antonio sono state individuate una serie di situazioni, per lo più di modesta entità. Si tratta di scivolamenti roto-traslazionali caratterizzati da condizioni di quiescenza, legate all'acclività del versante e con modeste interferenze con l'abitato.

Nel settore meridionale sul versante di località Bosco Faeto sono stati individuati 2 modesti movimenti roto-traslativi sempre a carattere quiescente. Nella medesima località lungo il versante in oggetto a partire dal confine comunale con Berzo S. Fermo e lungo tutto il versante fino alla frazione S. Antonio, in seguito ai rilievi di terreno effettuati non sono emerse particolari criticità o evidenze tali da proporre un azzonamento PAI. Su tali ambiti viene comunque confermata per larga parte una Classe 4 generica di fattibilità, legata all'acclività e alla possibilità di innesco di piccoli scivolamenti di coltre superficiale terrigena.

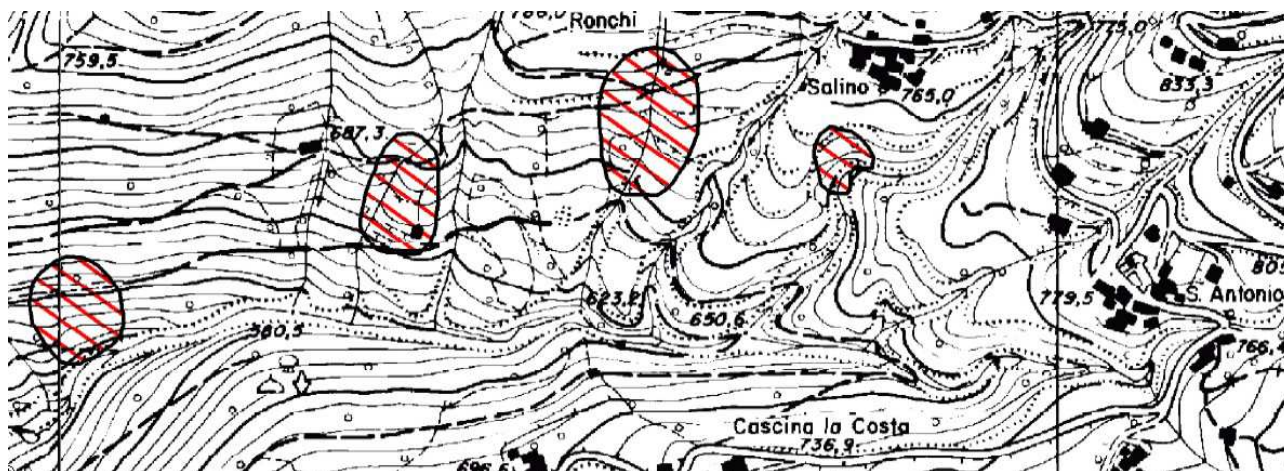


Figura 3: Scivolamenti roto-traslativi in Loc. S. Antonio

Il quadro del dissesto PAI ha naturalmente una importante ricaduta, combinando le tipologie dei dissesti con le classi di fattibilità all'interno degli schemi proposti nelle D.g.r. n. 1566/2005 e n. 7374/2008, sulla Carta di fattibilità finale.

5. Carta dei vincoli

La carta dei Vincoli (Scala 1:10.000), in accordo con la D.g.r. n. 8/1566, evidenzia le aree soggette a vincoli normativi di contenuto prettamente geologico presenti su tutto il territorio comunale.

Vincoli derivanti dalla pianificazione di Bacino ai sensi della L.183/89 in particolare:

ATLANTE DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI PAI. Sono riportati settori di Frana attiva (Fa) e di Frana quiescente (Fq).

Aree di pericolosità molto elevata per la presenza di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (Ca) e Aree di pericolosità elevata per la presenza di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (Cp).

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA- D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868. Sulla base della suddetta normativa sono state individuate le fasce di rispetto per tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale di Grone appartenenti sia al Reticolo Minore, sia su quello principale (fasce

definite in accordo con quanto previsto dal R.D. n. 523/1904). Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua hanno generalmente una larghezza di 10 metri per ogni sponda, compresi i tratti urbani incanalati.

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE. Sono state riportate le aree di tutela assoluta e aree di rispetto. Per le aree in questione si è individuata una fascia di rispetto con criterio geometrico. L'efficacia di aree individuate con criterio idrogeologico-temporale diventerà efficace a seguito di rilascio autorizzativo dell'ente competente, l'assenza di tale atto impone altresì l'applicazione del criterio geometrico.

Le norme di tutela relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta fanno riferimento alle disposizioni previste dalla D.g.r. 10 aprile 2003, n. 7/12693 "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21 ,comma 6 e successive modificazioni.

6. Carta di sintesi

La carta di Sintesi redatta a Scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale.

Per la delimitazione delle aree omogenee di pericolosità-vulnerabilità sono stati seguiti i criteri indicati nella direttiva, adattandoli alla realtà comunale ed integrandoli ove necessario con situazioni non specificate.

7. Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano

La carta di Fattibilità è redatta alla scala 1:5.000 per l'ambito urbanizzato e per tutto il territorio comunale.

7.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune

La legge Regionale n. 12/2005 e la successiva delibera di attuazione (D.g.r. n. 871566 del 22/12/2005) impongono la suddivisione dell'area interessata da azioni di piano in quattro classi di fattibilità geologica, in seguito vengono descritte le tre classi utilizzate:

- Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

Classe II – Fattibilità con modeste limitazioni (giallo)

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare comunque approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica.

Si ritiene che per tutte le aree di Classe II sulle quali è prevista una consistente modificazione della destinazione d'uso o la costruzione di nuovi insediamenti, debbano essere richieste da parte dell'Amministrazione Comunale indagini geologiche-geotecniche con diversi livelli di approfondimento a seconda della situazione locale; l'indagine geologico-geotecnica sarà comunque obbligatoria nel caso di P.I.I., P.I.P., piani urbanistici particolareggiati o attuativi in genere, strade, insediamenti industriali, opere pubbliche. Tali indagini dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia, con la geomorfologia e l'idrogeologia del sito oltre al buon governo delle acque di scorrimento superficiale.

Si dovranno valutare pertanto le interferenze prodotte da eventuali scavi e/o riporti nei confronti della stabilità locale e generale del pendio ed in relazione al grado di permeabilità dei terreni, dovranno essere opportunamente valutati e dimensionati i sistemi di drenaggio, di raccolta e di

smaltimento delle acque superficiali, facendo attenzione ad evitare lo scarico nel sottosuolo di agenti inquinanti.

Le suddette indagini, sulla base dell'entità dell'intervento e a discrezione del professionista incaricato, potranno essere costituite o da una semplice relazione geologica o richiedere specifici approfondimenti geotecnici attraverso l'effettuazione di prove penetrometriche in sito, sondaggi diretti, indagini geofisiche, analisi geostrutturali degli ammassi rocciosi potenzialmente instabili, ecc.; l'area di studio si dovrà estendere per un intorno significativo rispetto all'intervento edificatorio proposto.

In ogni caso, anche per interventi di piccola entità, l'Amministrazione Comunale è tenuta a chiedere la relazione geologica se riterrà che l'intervento possa interferire significativamente con edifici vicini o con le condizioni geologiche locali.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di cigli di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es. realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Grone, nella Classe II ricadono tutte quelle aree poco acclivi presenti ai piedi dei versanti, i terrazzi morenici dove non si è evidenziata l'esistenza di particolari fenomeni di dissesto in atto.

Classe III – Fattibilità con consistenti limitazioni (arancione)

La Classe III comprende zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno; in essa sono comprese aree acclivi potenzialmente soggette all'influenza di

fenomeni di dissesto idrogeologico e fenomeni alluvionali con trasporto in massa, terreni con scarsa qualità geotecnica o potenziale instabilità, forme di degrado antropico.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto necessariamente subordinato alla realizzazione di indagini dettagliate finalizzate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi specifici di varia natura (geologici, geofisici, idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le necessarie opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione d'indagini mirate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica, idrogeologica o idraulica dell'area e di un suo immediato intorno. Tale approfondimento tecnico dovrà essere attuato attraverso l'effettuazione di approfonditi studi geologici-geotecnici, idrogeologici e l'esecuzione di campagne geognostiche, prove di laboratorio, verifiche di stabilità, ecc.

Nel caso di problematiche di tipo idraulico, gli studi saranno necessari non solo in corrispondenza dei principali corsi d'acqua, ma anche dei corsi d'acqua minori che nel passato hanno manifestato significative forme di dissesto.

Il risultato delle indagini condotte dovrà valutare la compatibilità dell'intervento edificatorio e la portata massima che esso può avere in relazione alle caratteristiche del sito.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

Pur tenendo conto del fatto che *sarebbe opportuno limitare nuovi consistenti insediamenti nelle aree appartenenti alla Classe III*, si ribadisce naturalmente che in questo caso le relazioni geologiche e geologico-tecniche andranno eseguite sui nuovi fabbricati singoli e su tutti quegli interventi che presentano un significativo impatto sul territorio (es. viabilità, reti tecnologiche, ecc.).

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di un ciglio di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es. realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Grone, la Classe III coincide con:

- gli ambiti interessati da possibilità di innesco di colate di detrito e terreno, valutati in base all'acclività ed alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni (buona parte del versante alle quote più elevate;
- le aree con presenza di coltri di detrito debolmente cementate e potenzialmente instabili, diffusa nelle fascia mediana del pendio quasi a ridosso del centro abitato e sulle piane alluvionali del Cherio;
- i depositi glaciali in condizioni di potenziale instabilità nei pressi del centro abitato;
- le aree interessate da carsismo profondo con doline e inghiottitoi (aree sommitali dei Colli di S. Fermo).

La Classe III, inoltre, comprende anche una sottoclasse che differenzia al meglio le peculiarità di rischio legate al territorio come combinazione tra classe di fattibilità e classe di rischio PAI. In particolare questa sottoclasse identifica l'area di conoide della Valle Spineda, in cui i depositi di conoide alluvionale sono andati a ricoprire l'originario orlo di terrazzo morfologico che separava la piana fluvio-glaciale dalla pianura alluvionale recente del Fiume Cherio, ancora ben visibile nel tratto a monte e a valle rispetto all'incisione della valle. In letteratura scientifica si definisce "conoide" un accumulo a forma di ventaglio più o meno ampio di materiale alluvionale, depositato generalmente allo sbocco degli affluenti nel corso d'acqua più importante; è dovuto al brusco cambiamento di pendenza del fondovalle della valle secondaria rispetto a quello principale.

La conoide della Valle Spineda è una forma in parte ancora attiva; tale attività, tuttavia, pare esplicarsi attualmente solo lungo l'asta torrentizia, ed è per questo che, come si dirà in seguito, tale area è stata inserita in una sottoclasse afferente alla Classe IV.

Sottoclasse IIIa: aree PAI classificate come conoide attiva o potenzialmente attiva parzialmente protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte (Cp).

In tali ambiti, oltre alle indicazioni specificate per la classe III, valgono i disposti di cui all'Art. 9, comma 8, dell'NTA 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 Cp sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- 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;
- 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;
- 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 e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. n. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- 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;

- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;

Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni (rosso)

In questa classe ricadono tutte quelle aree per le quali la situazione di alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica della destinazione d'uso delle particelle.

In queste aree dovrà pertanto essere di norma esclusa qualsiasi nuova edificazione: potranno essere previste: la manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici esistenti, il restauro-risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia; per i quali saranno consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall'art. 27.1 della L.r. n. 12/05, nonché piccoli ampliamenti funzionali all'edificio e puntualmente verificati.

Eventuali opere pubbliche e di interesse collettivo quali acquedotti, strade, fognature, ecc., oltre alle operazioni di manutenzione di piccole strutture non residenziali di supporto all'attività agricola che non prevedano la presenza continuativa di persone, dovranno essere valutate puntualmente.

A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità pubblica, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. In questi casi, sulla base dei risultati emersi dall'indagine dovrà essere elaborato un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, di trattamento e/o miglioramento dei terreni. Il progetto dovrà tenere conto altresì di un programma di monitoraggio ambientale destinato a verificare gli effetti degli interventi eseguiti in relazione all'entità dell'opera.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

Anche in Classe IV, sono state distinte n. 3 sottoclassi in funzione della presenza di delimitazioni relative all'atlante dei dissesti PAI, dove sono previste le applicazioni dell'art. 9 delle N.T.A.

Sottoclasse IVa: aree PAI classificate come Frana attiva (Fa).

In tali ambiti (che in Grone coincide con la porzione sommitale del bacino della Valle Spineda), oltre alle indicazioni specificate per la classe IV si applicano le norme di cui all'Art. 9, comma 2, dell'NTA 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:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- 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;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- 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.

Sottoclasse IVb: aree PAI classificate come Frana quiescente (Fq).

In tali ambiti oltre alle indicazioni specificate per la classe IV si applicano le norme di cui all'Art. 9, comma 3, dell'NTA del PAI.

Oltre agli interventi indicati nelle norme generali sono consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- 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;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- 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;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienicofunzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dall'ex D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. È consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso ex D. Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dell'ex 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.

Sottoclasse IVc: aree PAI classificate come conoide attiva o potenzialmente attiva non protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte (Ca).

In tali ambiti (che in Grone coincide con l'asta torrentizia attiva della conoide della Valle Spineda), oltre alle indicazioni specificate per la classe IV valgono i disposti di cui all'Art. 9, comma 7, dell'NTA 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 Ca sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- 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;
- 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 e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. n. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- 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

Comune di Grone (BG)

Componente geologica della pianificazione territoriale

- aggiornamento alla componente sismica di cui alla L.R. 12 e D.g.r. 1566/05 e 7374/08 -

- Relazione tecnica -

garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

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

8. Conclusioni

Come anticipato in premessa, il presente documento si propone quale aggiornamento dello Studio Geologico precedentemente redatto ai sensi della ex L.r. n. 41/97, relativamente alla componente sismica del territorio comunale, in ottemperanza alle nuove norme vigenti.

Le analisi svolte sul territorio hanno permesso di avere un quadro conforme e completo dei caratteri geologici e geomorfologici del Comune di Grone, aspetti da tenere in assoluta considerazione nella pianificazione urbanistica del territorio.

Albino, Ottobre 2012

Dott. Geol. Andrea Gritti

Iscrizione ordine dei Geologi della Lombardia N°1461

9. Allegati

- Cartografia:
 - Tav. G01 - Carta di Pericolosità Sismica di 1° Livello Scala 1:10.000
 - Tav. G02 - Carta dei Vincoli Scala 1:10.000
 - Tav. G03 - Carta dei Sintesi Scala 1:10.000
 - Tav. G04 - Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano Scala 1:5.000
 - Tav. G05 - Carta PAI Scala 1:10.000

- Schede dissesti:
 - Scheda conoide Valle Spineda (*Ca* PAI)
 - Scheda frana Valle Spineda (*Fa* PAI)