

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

Il comune di **VARENNA** è dotato della componente geologica idrogeologica e sismica facente parte del Piano del Governo a firma DEL Dott. Geol. Claudio Depoli.

Tale studio pone l'area in esame in classe di fattibilità 3 e 4.

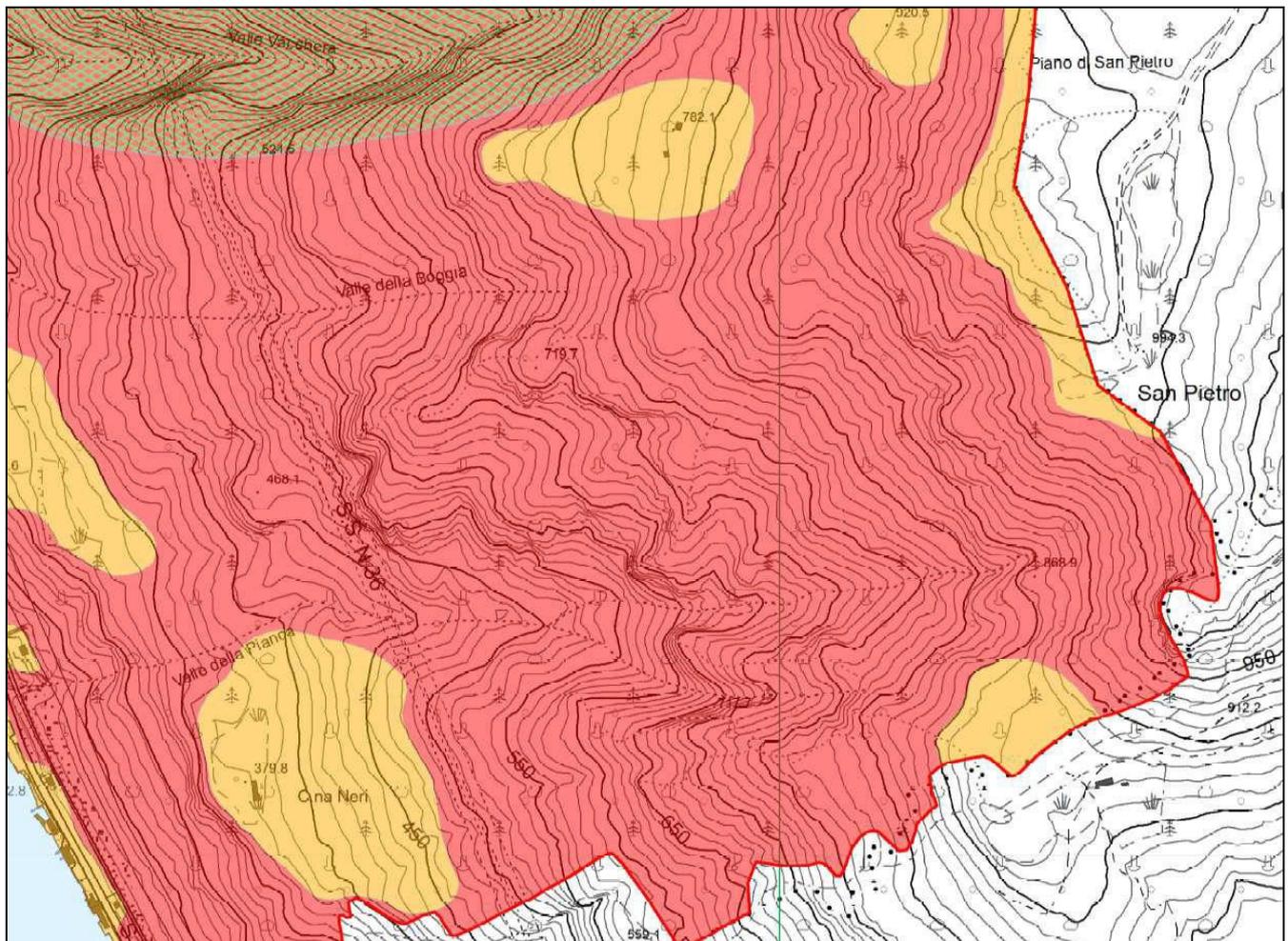


FIG. 12 Carta della fattibilità – 1:5.000- Dott. Geol. Claudio Depoli - 2012

LEGENDA

- Confine comunale
- Lago

Fattibilità geologica

- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni
- Sottoclasse 3a - Area ad elevato rischio idrogeologico Zona 2 ex legge 267/98
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni
- Sottoclasse 4a - Area ad elevato rischio idrogeologico Zona 1 ex legge 267/98

CLASSE 3: FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

"Comprende le zone in cui si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi esistenti nelle aree. L'utilizzo delle zone è subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine (relazione geologico – geotecnica ed idrogeologica) per acquisire una maggiore conoscenza geologico - tecnica dell'area e del suo intorno, per consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa." Tali supplementi sono attuabili sia singolarmente sia per più ambiti (es. Pl-Pa, ecc) in riferimento alle differenti proposte.

In generale tali aree rappresentano le fasce di versante di raccordo con la piccola porzione pianeggiante a lago e alcune porzioni di versante dove la morfologia può consentire interventi.

Si tratta di fenomenologie più marcate e/o dirette che possono richiedere la necessità di realizzare opere di difesa.

Nelle zone individuate in classe 3, preventivamente alla progettazione urbanistica devono intervenire supplementi di indagine di carattere geologico - tecnico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, volte in particolare a verificare la stabilità dei pendii interessati dagli interventi, al dimensionamento delle opere di fondazione, al dimensionamento delle opere di consolidamento e/o sostegno provvisorio degli scavi, al dimensionamento di strutture di protezione da caduta massi, alla definizione dei sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, secondo quanto definito dal D.M. 14 gennaio 2008. Tali dati dovranno essere valutati ai fini di precisare le idonee destinazioni d'uso dei terreni, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e di bonifica che potranno rendersi necessarie.

Per gli eventuali edifici già esistenti entro queste aree dovranno essere date indicazioni per la mitigazione degli eventuali effetti negativi indotti dalla presenza dell'edificato.

NTA GEOLOGICHE DI CLASSE 3

Per gli interventi proposti nel rispetto delle prescrizioni di NTA dovranno essere definite sia le caratteristiche meccaniche dei terreni, sia le condizioni di pericolosità dell'area in riferimento allo stato attuale e a quello di progetto.

Le indagini e gli approfondimenti di seguito descritti sono obbligatori per tutti i tipi di interventi edificatori, ad eccezione di quelli previsti dall'articolo 27 L.R. 12/05 lett. a), b), c).

L'analisi dovrà condurre anche ad una valutazione idrologica ed idrogeologica che valuti la possibile interazione della proposta.

Oltre a ricordare la necessità del rispetto della normativa vigente (NTC 14 gennaio 2008), ogni nuova proposta dovrà prevedere un'accurata valutazione geologica, idrogeologica e geotecnica.

CLASSE 4: FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Estratto da 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 che aggiorna l'art. 3.3 della Dgr.6645/01.

“L'alta pericolosità/vulnerabilità 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.“

Pertanto, nel rispetto delle vigenti normative, in questa classe sono individuati i territori ove l'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica alla destinazione d'uso del territorio.

In tale ambito è esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non interventi volti al consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente gli interventi previsti dall'art. 27, lettere a) b) c) della L.R. 12/05.

Sono raggruppati i territori direttamente o indirettamente influenzati da frane attive o quiescenti, e aree in cui si possono avere fenomeni alluvionali.

In questi territori l'estensione, e spesso la volumetria dei fenomeni è tale da rendere difficoltoso o limitato l'intervento attivo e/o passivo di difesa.

Nei territori individuati in questa classe è pertanto necessario impedire la realizzazione di nuove costruzioni che prevedano la presenza continuativa di persone; per le popolazioni residenti dovranno essere previsti idonei piani di protezione civile e potranno essere individuati sistemi di monitoraggio geologico a salvaguardia della pubblica incolumità.

Potranno essere realizzate infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico a condizione che l'intervento non modifichi in senso peggiorativo gli equilibri idrogeologici esistenti: ciò dovrà essere dimostrato con studi specifici da valutare attentamente, ovvero previa valutazione di compatibilità con lo stato di dissesto presente, solo se non altrimenti localizzabili.

L'efficienza, la funzionalità e la congruità delle opere di difesa idrogeologica presenti potranno contribuire alla definizione delle classi di fattibilità; in linea teorica la presenza di opere di difesa correttamente progettate, ben realizzate ed in ottimo stato di manutenzione può e potrà contribuire alla riduzione del rischio concernente un determinato fenomeno.

Al contrario la presenza di opere mal progettate, non idoneamente ubicate ed in cattivo stato di manutenzione può addirittura aumentare il livello del rischio stesso.

Le aree ricadenti nella quarta classe comprendono buona parte del territorio comunale di Varenna, e presentano differenti problematiche, sostanzialmente riconducibili a fasce di dinamica attiva dei versanti.

Sono in genere aree caratterizzate da dinamiche di dissesto idrogeologico in atto e/o potenzialmente riattivabili, considerate come aree pericolose per l'instabilità dei versanti in quanto soggette a crolli di massi o a franosità superficiale diffusa e come aree vulnerabili dal punto di vista idraulico quali le aree interessate da fenomeni di erosione.

Ogni istanza di intervento su tali terreni dovrà essere accompagnata, in fase di progetto di fattibilità, da un idoneo studio geologico e geotecnico volto a definire dettagliatamente il contesto idrogeologico con particolare riferimento al fattore di rischio che ne ha determinato l'attribuzione in

classe 4, e in fase di progetto definitivo – esecutivo, da supplementi di indagine di carattere geologico – tecnico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, volte in particolare ad attestare la compatibilità degli interventi in progetto con le condizioni di dissesto.

La zonazione territoriale può includere in classe 4 edifici esistenti non adeguatamente cartografati e/o non rilevati nel corso dell'analisi del presente (es. edifici singoli nelle zone poco accessibili, o non rilevate ecc) ed inseriti in tale classe d'ambito anche se effettivamente la valutazione singola può escludere tale vincolo di inutilizzo.

Per tali edifici, al fine di agevolare soprattutto un razionale utilizzo del territorio, l'eventuale riutilizzo, trasformazione e/o il cambio d'uso potrà essere autorizzato previo studio geologico redatto ai sensi della direttiva 7374/08, relativo all'ambito di trasformazione e/o intervento.

Lo studio, esteso per un significativo intorno consentirà la verifica geologica e la compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto, permettendo la modifica cartografica di classe di fattibilità geologica, da attuarsi con apposita variante urbanistica in conformità alla normativa vigente.

RELAZIONE GEOLOGICA

3. CRITERI IN ZONE SISMICHE

Analisi del rischio sismico

Secondo le recenti normative ed in particolare il D. M. 14/01/2008 l'intero territorio nazionale è classificato a rischio sismico. Per quanto riguarda la sismicità dell'area attualmente si devono distinguere le fasi di pianificazione rispetto a quelle di progettazione. In fase di pianificazione si fa riferimento a quanto specificato nella **D.G.R. della Regione Lombardia n.8/7374 del 28 maggio 2008 e della D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N.9/2616**, mentre in fase di progettazione come nel nostro caso si fa riferimento al D. M. 14/1/2008. Per quanto concerne la classificazione sismica dei luoghi è definita nel capitolo 3.2.2 del D. M. 14/1/2008. In seguito all'ordinanza n. 3274 del Presidente del consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, sono stati definiti i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

In particolare sono stati approvati i Criteri per l'individuazione delle zone sismiche-individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone (allegato 1 all'ordinanza), nonché le connesse Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, Norme tecniche per progetto sismico dei ponti, Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni (allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza). Ogni singola regione deve provvedere all'individuazione, formazione e aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche. In prima applicazione le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale". Le norme tecniche indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare e pertanto il numero delle zone è fissato a 4. Sono state individuate quattro classi che identificano 4 zone a sismicità decrescente partendo da 1 a 4.

Il territorio comunale di LIERNA rientra in zona 4.

Di seguito si riporta una tabella che individua le 4 zone sismiche

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% i 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme Tecniche) (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

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale, considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima $a_g \times S$ del terreno che caratterizza il sito, dove S è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione. I parametri T_B , T_C , T_D di seguito riportati sono periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

CATEGORIA SUOLO	S	T_B	T_C	T_D
A	1.0	0.15	0.40	2.0
B,C, E	1.25	0.154	0.50	2.0
D	1.35	0.20	0.80	2.0

Sono previste 5 classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m e definite dai parametri indicati nell'EC8 e precisamente: velocità delle onde S; numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata. Le caratteristiche salienti delle 5 classi sono:

- A.** Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B.** Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di 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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NS_{pt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C.** Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille di media rigidezza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < NS_{pt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D.** Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da $V_{s30} < 180$ m/s ($NS_{pt} < 15$, $C_u < 70$ kPa).
- E.** Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido, con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due (S1 e S2), per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1.** Depositi costituiti da uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- S2.** Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei precedenti tipi.

Nelle definizioni V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

A livello europeo è stato predisposto e già votato favorevolmente da tutti i paesi membri, un sistema integrato di norme per la progettazione antisismica di edifici, ponti, serbatoi, torri, fondazioni ed opere geotecniche e per la valutazione della sicurezza e l'adeguamento di strutture esistenti (Eurocodice 8). I principi e i metodi adottati dall'EC8 sono in completa armonia con quelli contenuti nelle norme nei paesi a più alta sismicità, quali USA, America del Sud, Cina, Giappone ed Asia del Sud-est. In allegato 4 all'ordinanza vengono riportate le norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni di fondazione in presenza di tali azioni. Il sito deve essere esente da pericoli di instabilità dei pendii, liquefazione, eccessivo addensamento in caso di terremoto, nonché di rottura di faglia in superficie. Di norma deve essere adottato un tipo unico di fondazioni per una data struttura. Le indicazioni riportate nelle norme

tecniche devono essere applicate per le zone 1, 2 e 3; mentre per la zona 4 è a discrezione della Regione introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

In seguito all'indagine geognostica effettuata (MASW) i terreni in esame appartengono alla classe A. Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento è: DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 22 DICEMBRE 2005- N.8/1566, della D.G.R. 28 MAGGIO 2008 N.8/7374 e della D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N.9/2616. Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n12.

Di seguito si sintetizzano i contenuti relativi a tale delibera.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in base al 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 grandi gruppi di effetti locali: ***quelli di sito o di amplificazione sismica e quelli dovuti ad instabilità.***

Gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- Gli effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale. tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto.
- Effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono

generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno., fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrazione del terreno e della sovrastruttura.

Gli effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talori movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioramenti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia i cui risultati sono contenuti in uno studio pilota redatto dal Politecnico di Milano.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1° LIVELLO: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti. Questo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale- PSL).

2° LIVELLO: caratterizzazione semi quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrale nella carta di pericolosità locale che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'amplificazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa CALCOlato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di

3° livello o in alternativa utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle PSL individuate attraverso il primo livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4) ed interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i comuni ricadenti in zone sismiche 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3° LIVELLO: 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.

Nella carta di pericolosità sismica locale devono essere riportate con appositi retini trasparenti le aree a pericolosità sismica locale distinguendo quelle con F_a maggiore al valore soglia comunale da quelle con F_a minore.

Il comune di **LIERNA** rientra in **ZONA 4 con $Ag_{Max}= 0,045071$**

Il comune di **ESINO LARIO** rientra in **ZONA 4 con $Ag_{Max}= 0,047096$**

Il comune di **VARENNA** rientra in **ZONA 4 con $Ag_{Max}= 0,043524$**

PROCEDURE 1° LIVELLO

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 e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore 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.). Perciò salvo per quei casi in cui non siano disponibili informazioni geotecniche di alcun tipo, nell'ambito degli studi di primo livello non sono necessarie nuove indagini geotecniche. Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologia, ecc.) e nella redazione di un'apposita cartografia (a scala 1: 10.000- 1: 2.000) rappresentata dalla **CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
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

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2– livello di approfondimento 3°

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento. La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari.

L'area di studio ricade in parte nella classe di pericolosità Z1c: ZONA POTENZIALMENTE FRANOSA O ESPOSTA A RISCHIO DI FRANA.

Infatti l'indagine geognostica effettuata e unitamente al rilievo geologico-morfologico eseguito in corrispondenza dell'area in esame, ha evidenziato la presenza di depositi fluvio-glaciali, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie con subordinati ciottoli immersi in abbondante matrice limoso argillosa. Si tratta di terreni granulari con grado di addensamento gradatamente crescente con la profondità. Si esclude pertanto in questa fase la presenza di zone a rischio caratterizzate da sabbie molto sciolti soggette a possibili fenomeni di liquefazione.

Di seguito si riporta la carta della pericolosità sismica tratta dagli studi geologici idrogeologici e sismici comunali:

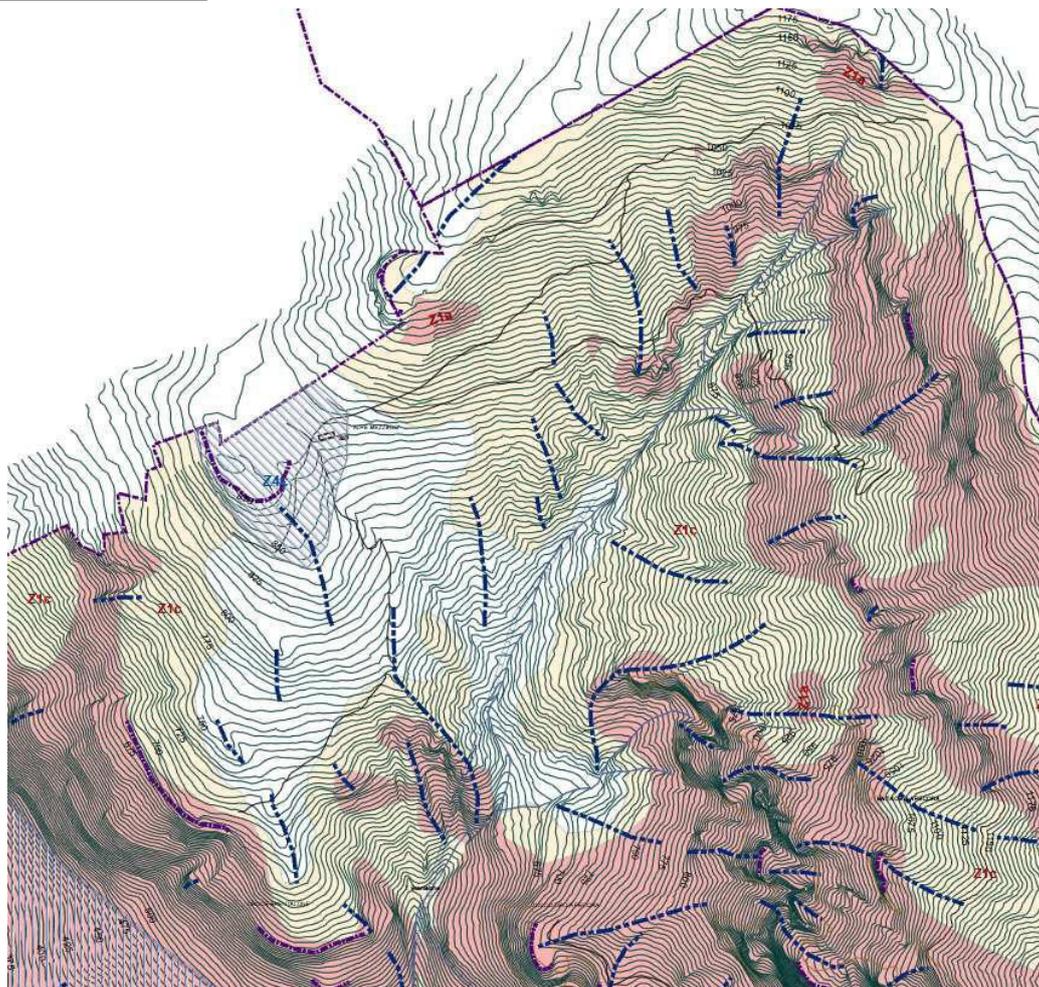
COMUNE DI LIERNA

FIG. 13 Carta della pericolosità sismica locale – 1:5.000- -Dott. Geol. Massimo Riva - 2012



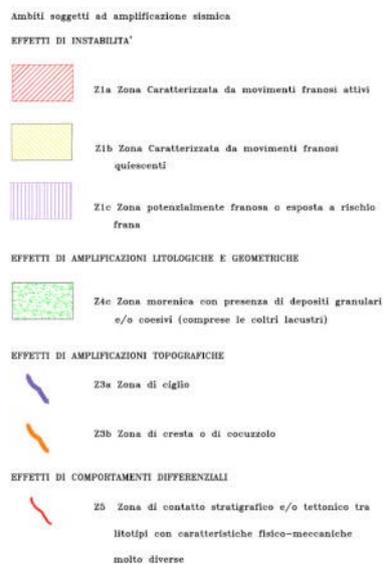
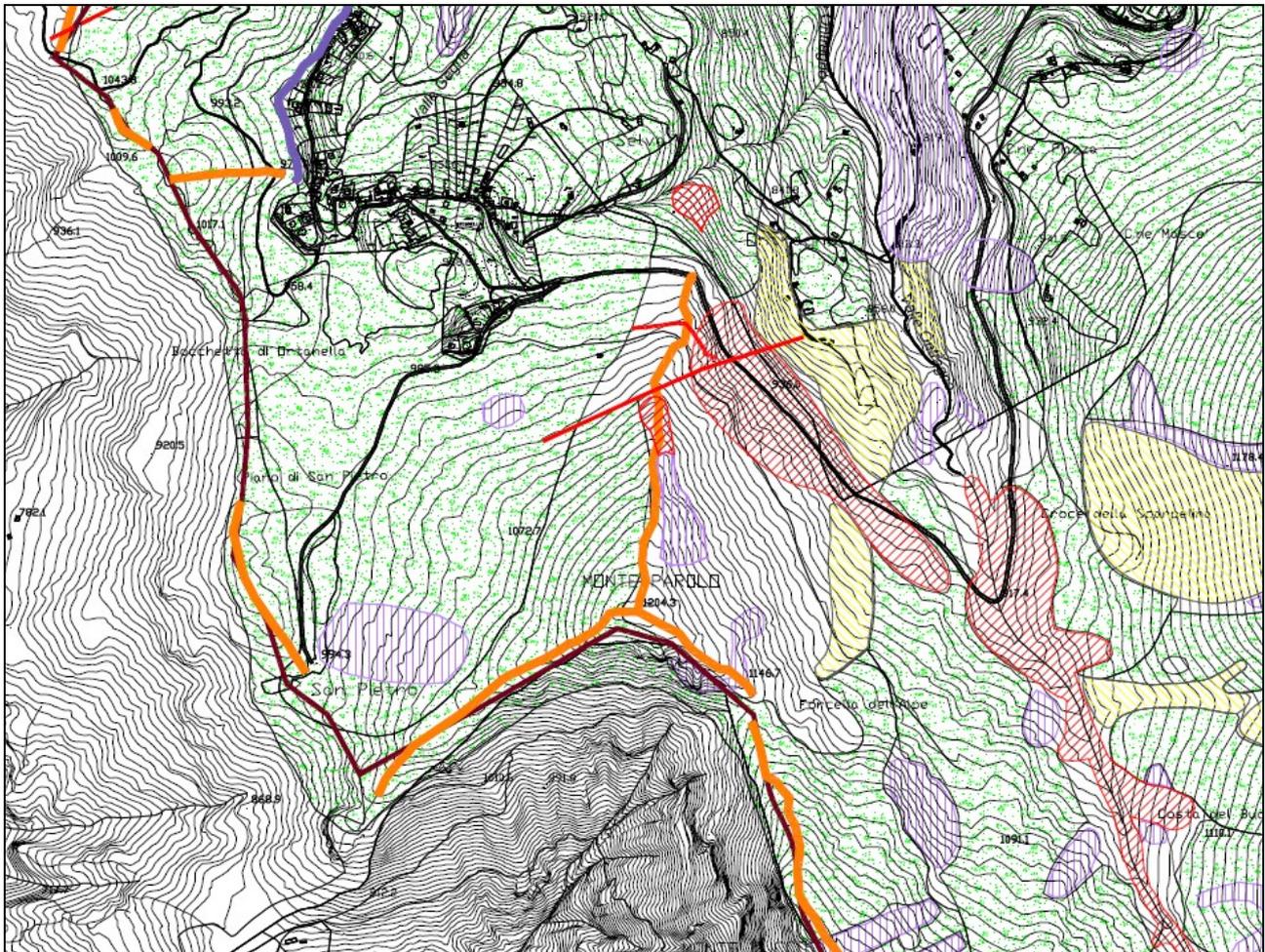
COMUNE DI ESINO LARIO

FIG. 14 Carta della pericolosità sismica locale – 1:5.000- -GEOSAT S.R.L. - 2012

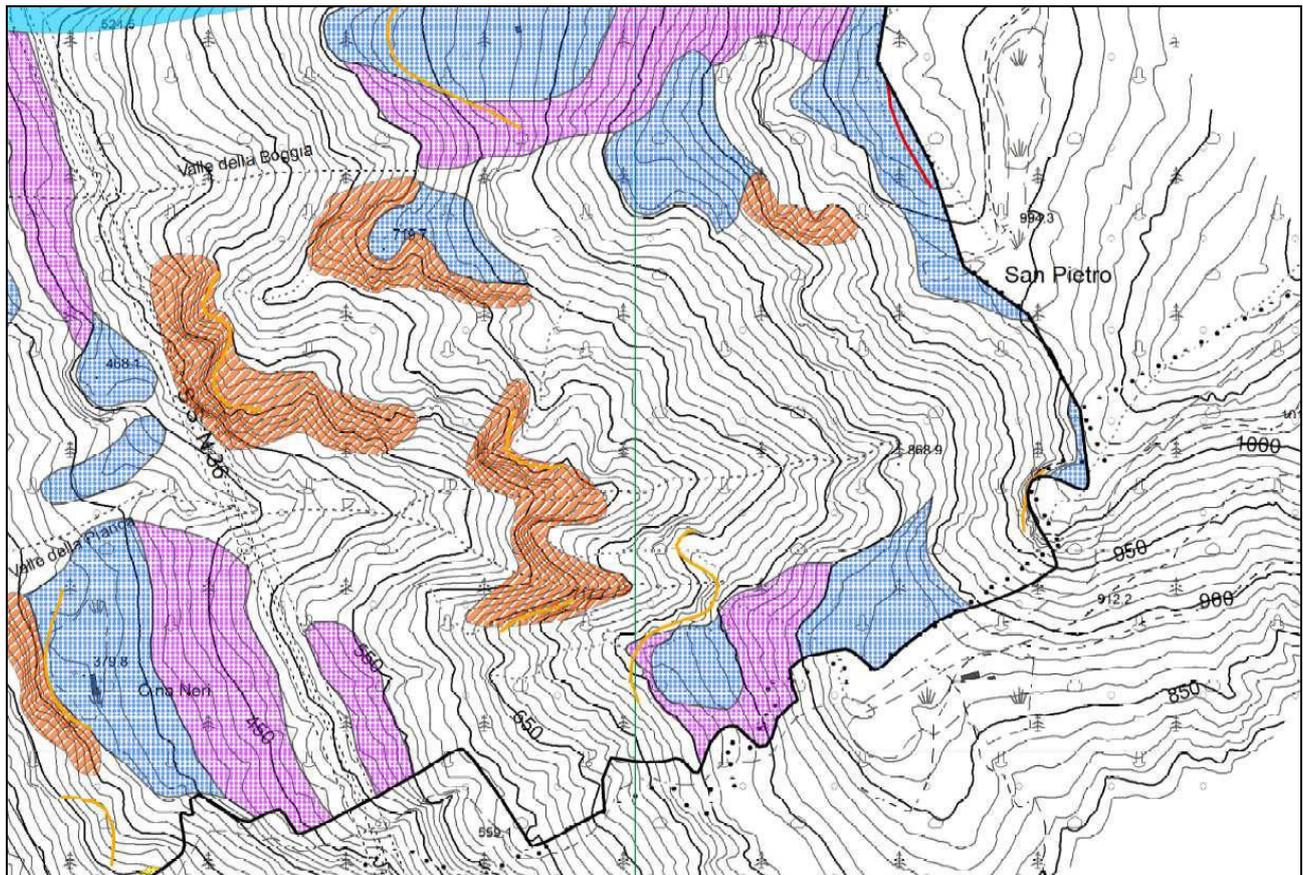
COMUNE DI VARENNA

FIG. 15 Carta della pericolosità sismica locale – 1:5.000- -Dott. Geol. C. Depoli - 2012

Scenario pericolosità sismica locale

EFFETTI INSTABILITA'

-  Z1a: Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
-  Z1b: Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
-  Z1c: Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana

EFFETTI CEDIMENTI

-  Z2a: Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)

EFFETTI AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE

-  Z3a: Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)
-  Z3b: Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo: appuntite-arrotondate

EFFETTI AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

-  Z4a: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
-  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