STUDIO NATURALIS

DOTT. GEOLOGO MARIO ALESSANDRO BENIGNA
Via G. Mazzini 132 Lumezzane S.S. (BS)
Telefono 030-820051 cell. 333.6492981
Mail. mariobenigna@hotmail.it

RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO ESISTENTE IN VIA MONTE SABOTINO N. 25 DI PROPRIETA' DEL SIG. PIERLUIGI GHIDINI

COMUNE DI LUMEZZANE (BS)

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA, E SULLE INDAGINI CON CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

INDICE

1. PREMESSA 3

1.1. Normative di riferimento 4

2 ESAME DELLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA ALLEGATA AL P.G.T. VIGENTE 5

2.1 Carta di fattibilità geologica 5

2.2 Carta idrologica e idrogeologica 5

2.3 Carta della pericolosità sismica 6

2.4 Carta dei vincoli 6

2.5 Carta di sintesi 7

2.6 Esame della carta del progetto IFFI (inventario dei fenomeni franosi in Italia) 7

3 DESCRIZIONE DEL SITO, GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA. 8

4 CONSIDERAZIONI SULL'INTERVENTO E INDAGINI ESEGUITE 9

5 RELAZIONE SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO. 10

5.1 Ubicazione delle indagini eseguite nelle immediate vicinanze 10

5.2 Scavo esplorativo eseguito precedentemente nelle immediate vicinanze 10

6 RELAZIONE SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA 11

6.1 Determinazione del periodo proprio del terreno 11

6.2 Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito 12

6.3 Analisi 1° livello 12

6.4 Analisi 2° livello 13

6.5 Definizione della categoria di terreno e dello spettro di risposta elastico (Testo Unico: Norme tecniche per le costruzioni) 14

7. MODELLO GEOTECNICO 16

8. CONCLUSIONI 17

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna
Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Lumezzane 29 ottobre 2015

1. Premessa

Su incarico dello Studio Tecnico del Geometra Mauro Sigurtà, e per conto del Sig. Pierluigi Ghidini, si è eseguito lo studio geologico e sismico dell'area in via M.te Sabotino n. 25 nella frazione di Piatucco, in Comune di Lumezzane (Bs) interessata dalla presenza di un abitazione che dovrà essere ristrutturata, con realizzazione di nuova autorimessa semiinterrata. La relazione è stata redatta considerando i contenuti della L.R. 41/97 e della legge della LR 12[1] ed in particolare quanto disposto nell'allegato 5[2] e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374**.
L'area è compresa nella sezione n° D5c3 Lumezzane (C.T.R. alla scala 1:10000).

A tal proposito si sono eseguiti:

- Contatti con il progettista, e sopralluogo in data 23/10/2015,
- rilevamento geologico e geomorfologico in data 23/10/2015,
- esecuzione di una prova sismica a stazione singola per la determinazione della frequenza di vibrazione del suolo (Legge regionale 12/2005),
- esame della documentazione esistente allegata al PGT,
- raccolta dati da lavori eseguiti nelle immediate vicinanze.

Si riportano pertanto di seguito gli estratti mappa dell'area interessata provenienti dall'esame delle carte del nuovo Piano di Governo del Territorio del Comune di Lumezzane, aggiornato nel 2014, e riguardanti:

- Carta di fattibilità geologica,
- Carta idrologica e idrogeologica,

---

[1] 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, n. 12.

[2] analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio

- Carta della pericolosità sismica,
- Carta dei vincoli,
- Carta di sintesi,
- Esame della carta del progetto IFFI (inventario dei fenomeni franosi in Italia),

Da indagini svolte presso l'ufficio tecnico del Comune di Lumezzane, e dalla documentazione Geologica (carta di Fattibilità Geologica, e Norme Tecniche di attuazione) dell'aprile 2003, al sito in esame risulta essere stata attribuita la classe di fattibilità **3C-D**[3]. Tale classe si riferisce a:

Fattibilità con consistenti limitazioni: **aree di conoide non recentemente attivatosi, e aree in cui i depositi superficiali oppure il substrato roccioso sono rispettivamente caratterizzati da abbondante presenza di matrice limosa argillosa o di argilliti.**

1.1. Normative di riferimento

Ci si è riferiti alle principali normative vigenti:
Decreto Ministeriale 14.01.2008
Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
Eurocodice 8 (1998)
Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
Eurocodice 7.1 (1997)
Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI
Eurocodice 7.2 (2002)
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
Eurocodice 7.3 (2002)
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
Leggi regionali
- 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. n. 12 del marzo 2005.e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374**
- Delibera della Giunta Regionale della Regione Lombardia del 22.03.96 n.6/10350: "Regolamento per i termini e le modalità di controllo da effettuarsi sulle costruzioni in zone sismiche regionali".

Tali normative, insieme ad altre ad esse collegate ed alle numerose circolari che ne illustrano i principi applicativi, cercano di regolare il tipo di indagine, i calcoli richiesti, le verifiche necessarie ed i professionisti abilitati, per la stesura delle relazioni geologiche e geotecniche riguardanti, tra le altre cose, le opere di fondazione, con particolari prescrizioni per quelle realizzate in zona sismica.

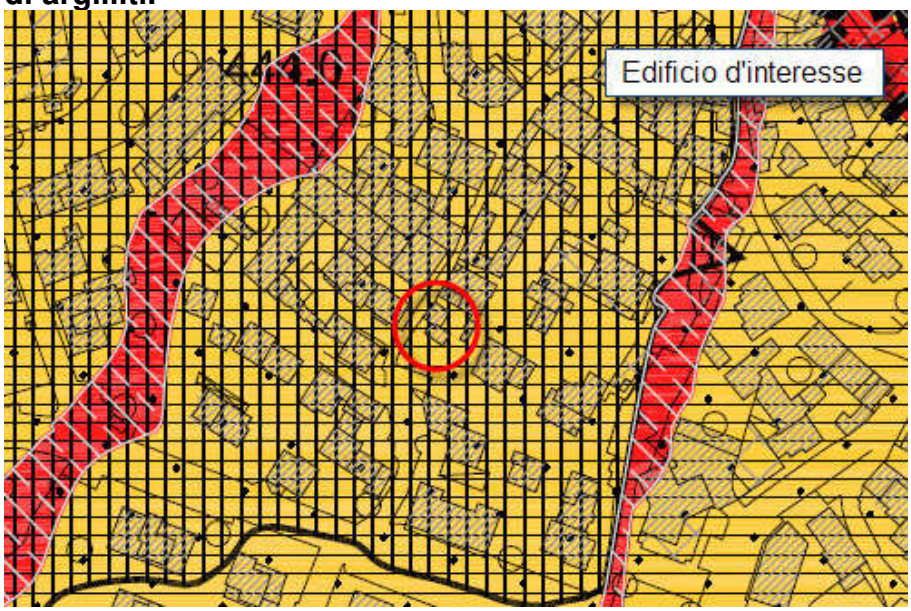
---

[3] Norme Tecniche di attuazione, e nuovo PGT, approvato in via definitiva il 21 Novembre 2007, con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (BURL n. 47) e aggiornata nell'Aprile. Le immagini sono pertanto tratte dalla documentazione allegata alla componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT in attuazione alla L.R. 11 Marzo 2005 n.12. redatta da Ecogeo di Marsetti Dott. Diego, e aggiornata del Dott. Geol. Maurizio Facchin e coll nel 2014.

2 Esame della cartografia geologica allegata al P.G.T. vigente

2.1 Carta di fattibilità geologica

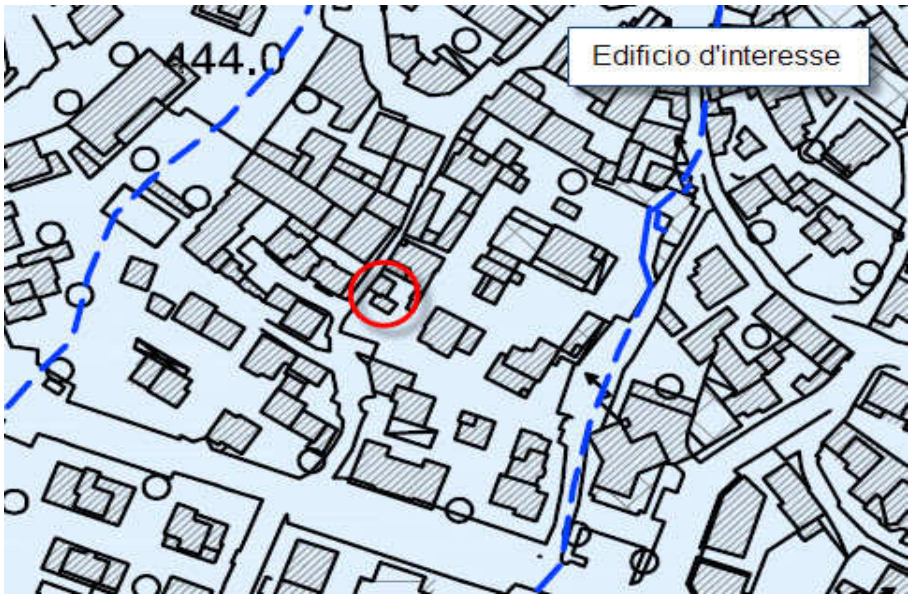
Con la nuova revisione, il sito è stato classificato in zona **3C-D: aree di conoide non recentemente attivatosi, e aree in cui i depositi superficiali oppure il substrato roccioso sono rispettivamente caratterizzati da abbondante presenza di matrice limosa argillosa o di argilliti.**



Fattibilità con consistenti limitazioni. Rientrano in tale classe quelle aree con presenza di coperture detritiche superficiali oppure con substrato roccioso rispettivamente caratterizzato da abbondante presenza di matrice limosa argillosa o di argillite. L'area inoltre rientra in zona di conoide, anche se non recentemente riattivato.

2.2 Carta idrologica e idrogeologica

Nella carta idrologica e idrogeologica viene evidenziato il reticolo idrico minore e principale nonché la presenza di eventuali pozzi e sorgenti. Questo permette di attribuire al substrato valori perlomeno indicativi di permeabilità e trasmissività. Dall'esame di tale carta non risultano presenti rii minori nelle immediate vicinanze che possono interferire con la struttura. I depositi presenti vengono classificati come a permeabilità da media a ridotta.



Tale carta non evidenzia vie preferenziali di acqua al contorno. Non si esclude la presenza di venute di acqua da monte in prossimità di cambi di litologie. Sarà pertanto opportuno isolare l'opera dove possibile.

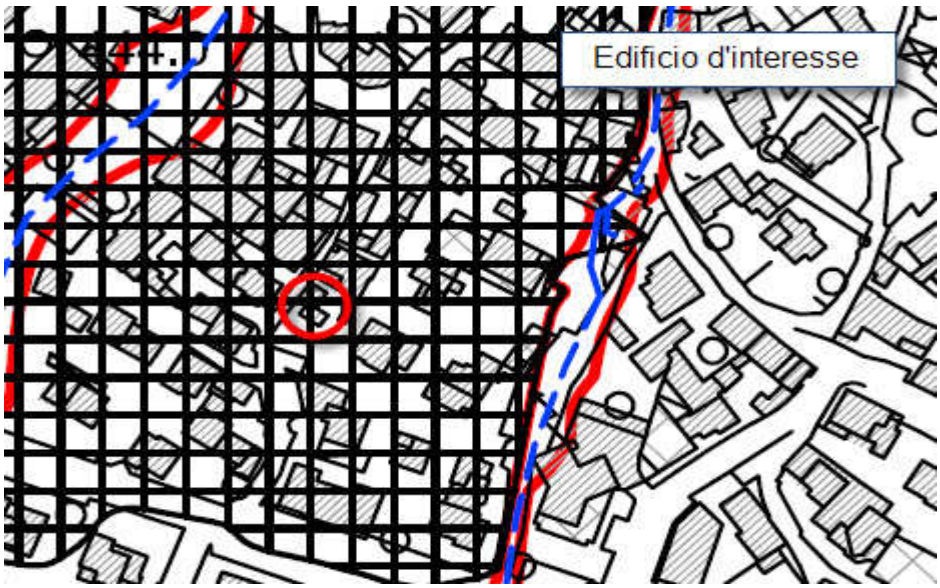
2.3 Carta della pericolosità sismica

La carta della pericolosità sismica locale individua attraverso la perimetrazione, le aree in grado di determinare gli effetti sismici locali, quali amplificazioni. L'abitazione sorge su un area interessata dalla presenza di detrito in forma di coni o falde e ricadente in zona Z4b.

Si rammenta inoltre che l' ordinanza del 20 marzo 2003 n. 3274, e la L.R. n. 12 dell' 11 Marzo 2005 classificava il Comune di Lumezzane come comune sismico di terza categoria, (zona 3).
Nelle Norme NTC 2008 e nella circolare 2009 viene classificato in fascia 7.

2.4 Carta dei vincoli

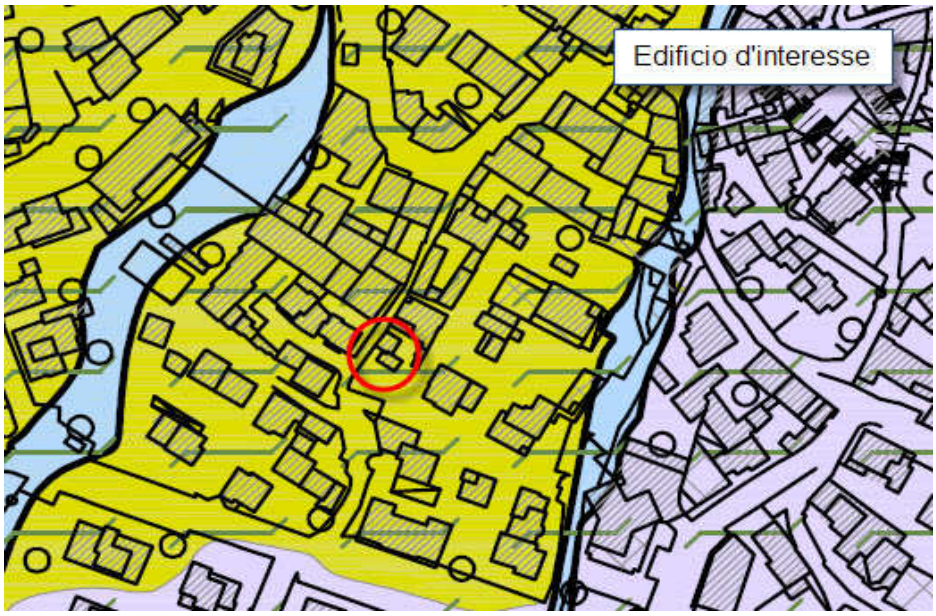
La carta dei vincoli individua le limitazioni d'uso del suolo, derivanti da normative in vigore di contenuto geologico, in particolare vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino, (PAI), vincoli di polizia idraulica, aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.



Tale carta non evidenzia la possibilità di particolari vincoli al contorno dovuti alla presenza di sorgenti o pianificazioni di bacino (PAI).
E' presente un vincolo idrogeologico dovuto alla presenza di un conoide, anche se non recentemente riattivatosi.

2.5 Carta di sintesi

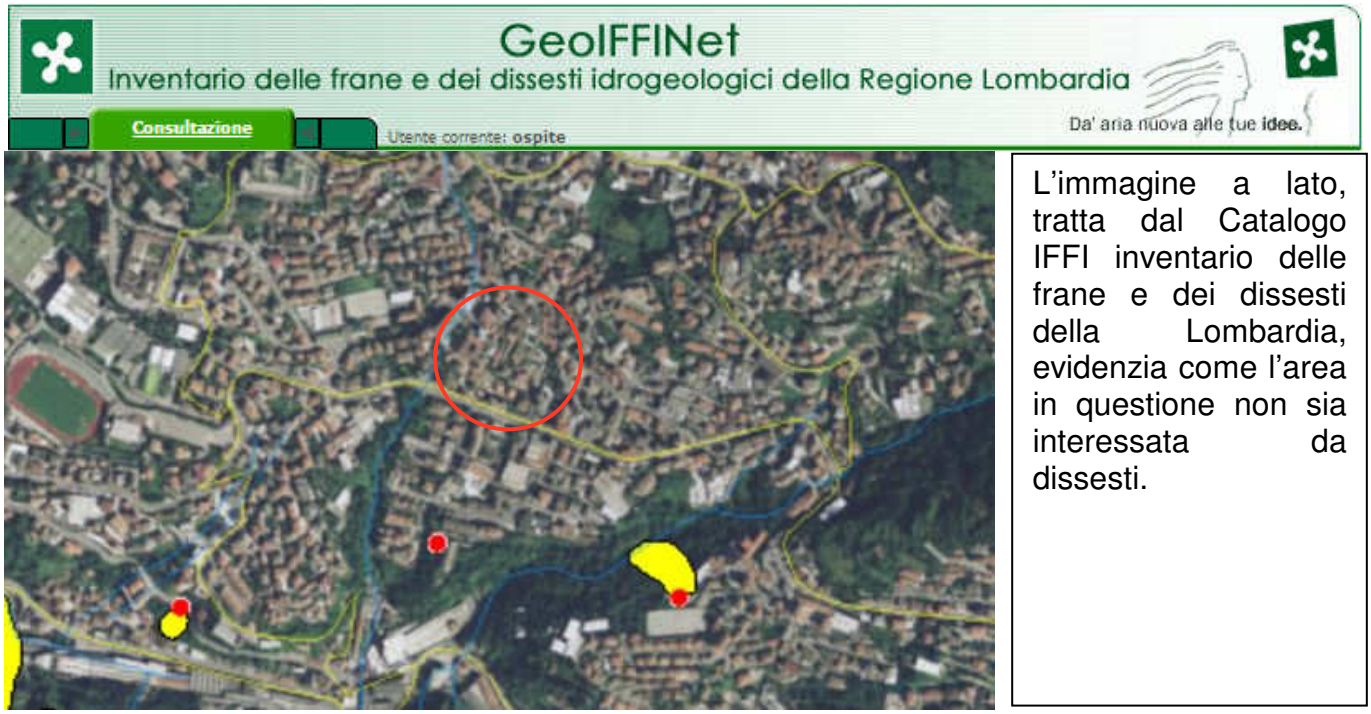
La carta di sintesi riassume in se tutti i dati raccolti nella fase di stesura dell' elaborato tecnico, ed evidenzia gli elementi geologici caratterizzanti e/o maggiormente significativi dell'area, consentendo una lettura sintetica ma esauriente dello stato del territorio da un punto di vista geologico e ambientale.



Tale carta evidenzia la presenza di un conoide non recentemente riattivatosi. Attualmente, il conoide della Valle dei Fiori, non risulta particolarmente attivo. Nella precedente valutazione l'area presentava pericolosità media H3, con moderata probabilità di essere interessata da fenomeni alluvionali.

2.6 Esame della carta del progetto IFFI (inventario dei fenomeni franosi in Italia)

L'esame della carta dell'inventario dei fenomeni franosi della Lombardia, non evidenzia particolari problematiche al contorno.



L'immagine a lato, tratta dal Catalogo IFFI inventario delle frane e dei dissesti della Lombardia, evidenzia come l'area in questione non sia interessata da dissesti.

3 Descrizione del sito, geomorfologia e geologia.

L'area indagata è ubicata nella frazione di Piatucco del Comune di Lumezzane (BS), a una quota di 435 m circa s.l.m, su un area moderatamente acclive in via M. te Sabotino n.25.

Al contorno il sito è delimitato dall' abitato della frazione stessa che a nord sale dolcemente fino alle pendici del M.te Sonclino (1350 m. s.l.m.) mentre a Est e a Ovest digrada rispettivamente verso la loc. Carone, e la frazione del Villaggio Gnutti e a ovest in loc. Valle. A sud l'area mantiene sostanzialmente la stessa pendenza declinando, a quota 412 m s.l.m, in loc. Dosso, verso il Torrente Gobbia con un brusco gradino di probabile origine tettonica.

Da un punto di vista geologico l'area al contorno è caratterizzata dall'affioramento di rocce sedimentarie appartenenti alla successione Triassica del bacino lombardo (ex Membro della Dolomia Principale, Formazione della Dolomia Principale, Argilliti di Riva di Solto,) soggiacenti localmente ad una coltre eluvio colluviale di spessore variabile, ma nell'ordine metrico, e con caratteristiche geotecniche variabili. In particolare nell' area in studio il substrato non è visibile essendo la zona intensamente urbanizzata.

Morfologicamente l'edificio insiste su di un terreno originariamente caratterizzato da balze successive che da quota 550 m circa s.l.m.(base dei rilievi sopraindicati) digradavano dolcemente verso il fondovalle fino a quota 412 m s.l.m.

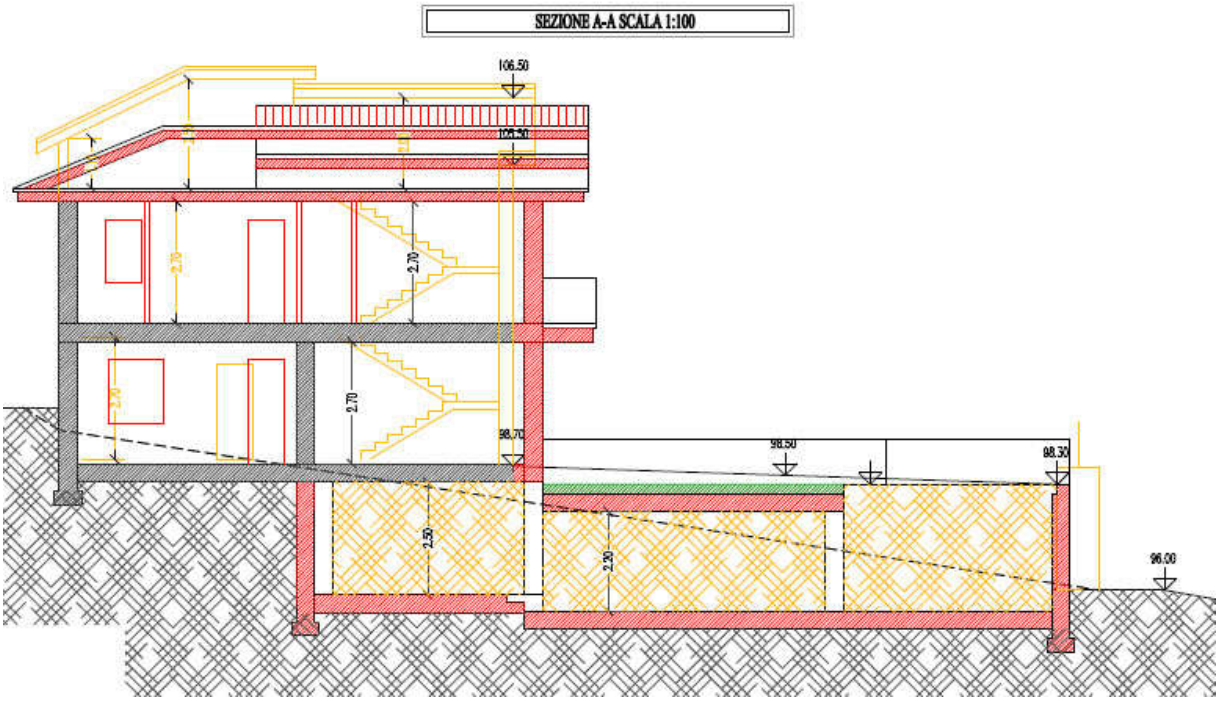
Non si sono potute eseguire prove in sito per la presenza di sottoservizi non facilmente identificabili, ma indagini eseguite nelle immediate vicinanze indicano la presenza di detrito in forme di coni o falde caratterizzato da ghiaie e ghiaie limoso sabbiose in matrice argillosa, con la presenza di trovanti dolomitici anche di dimensione metrica. Non si esclude la presenza di notevoli spessori di materiale di riporto proprio in considerazione dell'elevata antropizzazione al contorno.

Il rilevamento geomorfologico eseguito nei dintorni dell'area mette in evidenza la debole pendenza del sito interessato dall' intervento che presenta solo una inclinazione verso sud.

Questi non ha evidenziato particolari problematiche legate a erosioni superficiali, decorticamenti o emergenze di acqua, anche perché l'elevata antropizzazione dell'area ne maschera l'eventuale presenza.

4 Considerazioni sull'intervento e indagini eseguite

L'edificio in questione, realizzato con tutta probabilità negli anni 60, è caratterizzato da due piani fuori terra, e un sottotetto abitabile da ristrutturare, con la realizzazione di un' autorimessa interrata. Tale edificio risulta isolato da altre unità presenti al contorno, e ad esso si accedere



direttamente da via M. te Sabotino.

Pur non essendo state effettuate indagini geognostiche, come scavi in adiacenza all'edificio o prove penetrometriche, interventi esclusi a priori per la presenza di sottoservizi di non facile individuazione, dai disegni e dalle sezioni relative al progetto si deduce che la base delle fondazioni sarà situata a circa tre metri dal piano dell'attuale strada.

Per quanto riguarda il substrato di appoggio delle fondazioni non si hanno elementi per stabilire con esattezza la natura dello stesso. Indagini al contorno effettuate nel passato fanno ritenere plausibile, in prossimità dell'edificio, la presenza di riporti, su detrito di conoide caratterizzato quest'ultimo da ghiaie limoso sabbiose con clasti di natura dolomitica, anche di grossa pezzatura, immersi in una matrice limoso argillosa di ocra, con medio/buone capacità portanti.

Riguardo allo scavo per l'esecuzione del vano interrato occorrerà prestare attenzione alle parti confinanti e alla strada, al fine di evitare smottamenti che potrebbero interessare tali proprietà. E' consigliabile eseguire scavi a campioni di lunghezza non superiore ai 3.00 - 3.50 m.

Compatibilmente con l'isolamento dei muri si può considerare l'eventualità del getto contro terra.

Particolare attenzione si dovrà considerare, in fase di scavo, alla presenza di emergenze di acqua provenienti da monte. E' pertanto opportuno isolare completamente l'opera

5 Relazione sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno.

5.1 Ubicazione delle indagini eseguite nelle immediate vicinanze

Si hanno a disposizione fotografie di un lavoro eseguito in adiacenza all'attuale edificio, che conferma quanto supposto, ossia la presenza di riporti superiormente per uno spessore di circa 0.50 m seguiti da detrito di conoide ghiaioso limoso sabbioso, con presenza di trovanti anche di dimensione decimetrica.

5.2 Scavo esplorativo eseguito precedentemente nelle immediate vicinanze

- Da 0 a 0.50 m: Riporto ghiaioso limoso, color ocra, umido, poco addensato,
- Da 0.50 a 2.00 m: Ghiaia limoso sabbiosa color ocra, umida.

Scavo
Lo scavo, effettuato in adiacenza all'intervento attuale e spinto fino a 2.00 m circa dal p.c., evidenzia la presenza di riporti per circa 0.50 m dal p.c., seguiti da ghiaie limoso sabbiose, umide a clasti monogenici spigolosi di natura dolomitica. Lo scavo, si auto sostiene con piccoli crolli in prossimità dei depositi ghiaiosi. Non era stata rilevata la presenza della falda, o di infiltrazioni di acqua.

Il substrato presenta pertanto buone caratteristiche geotecniche, Dall'immagine si nota la presenza di blocchi rocciosi di grosse dimensioni che, all'atto della realizzazione delle fondazioni, andranno rimossi.

6 Relazione[4] sulla pericolosità sismica[5]

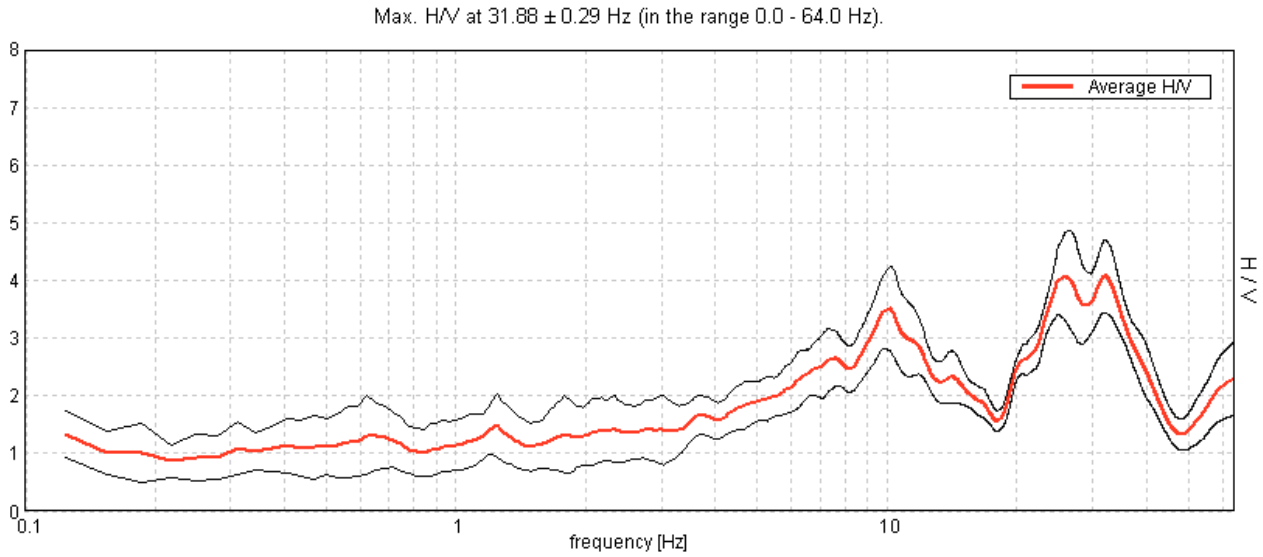
6.1 Determinazione del periodo proprio del terreno

La tecnica di indagine adottata a supporto di questo studio è basata sulla misura a stazione singola del tremore sismico. Questa misura, attraverso i rapporti spettrali porta alla determinazione immediata della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo. Le misure di microtremore a stazione singola, opportunamente invertite, permettono di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia superficiale, che il Vs30.

La validità pratica del metodo è quella di fornire le **frequenze proprie del modo di vibrare di un sito**. Si può quindi verificare se queste frequenze ricadano all'interno di quelle tipiche di terremoti di piccola magnitudo per valutare la possibile instaurazione di effetti di amplificazione locale.

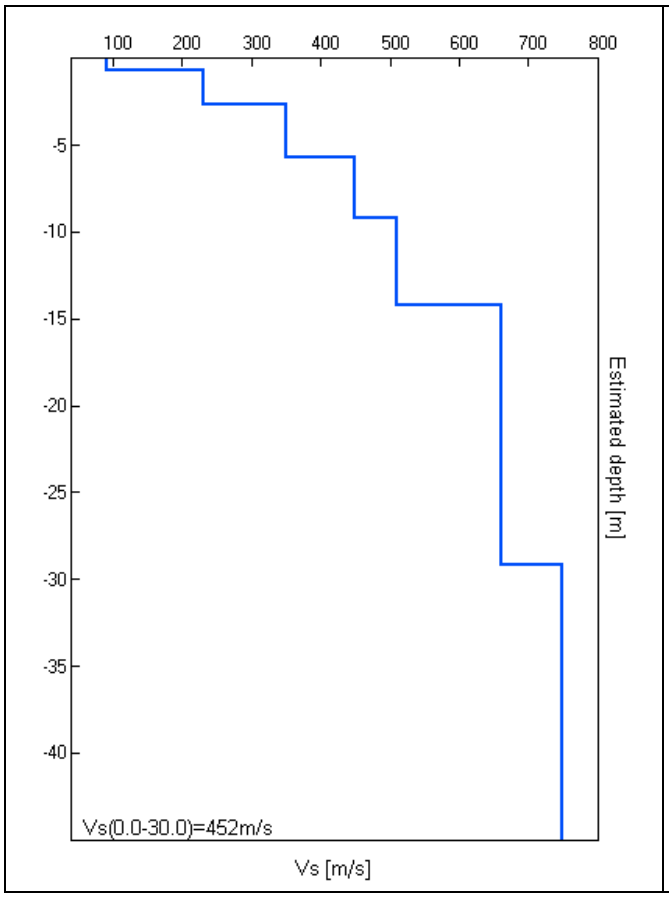
Misura 1

Il test eseguito mostra una curva dei rapporti spettrali contrassegnata da due picchi evidente superficiali a 31.88 Hz e 25 Hz, e uno più profondo posizionato a 10 Hz. Non si conoscono con esattezza gli spessori dei vari livelli, in quanto non si sono eseguite prove penetrometriche, ma si ritiene plausibile, considerando sondaggi eseguiti poco più a valle, la seguente interpretazione, che fa ricadere il sito in **classe B** con Vs30= 452 m/s. Considerando i picchi più evidenti a 31.88 Hz e 25 Hz, e a 10.0 Hz i periodi T significativi sono di 0.03 s 0.04 s e 0.1 s. Pertanto il manufatto e l'abitazione in ristrutturazione non dovrà avere gli stessi periodi di vibrazione del terreno.



[4] stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC per la classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC

[5] ai sensi del § 3.2 NTC e § C3.2 della Circolare, caratterizzazione della VS_{30}, utilizzando un rilevatore digitale di microtremori per la definizione della VS_{30} e dell'amplificazione sismica del sito mediante il rapporto HVSR



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	90
2.70	2.00	230
5.70	3.00	350
9.20	3.50	450
14.20	5.00	510
29.20	15.00	660
Inf.	Inf.	>660

6.2 Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito[6]

Si applica la procedura secondo quanto disposto dalla L.R. 12 per il PGT all. 5 per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici locali.
La finalità dell'analisi sismica proposta dalla Legge Regionale 12 è individuare se nel sito in esame possono instaurarsi amplificazioni locali maggiori rispetto a quelle descritte dallo spettro di risposta dalla normativa nazionale.

6.3 Analisi 1° livello

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento.
La zona è caratterizzata da depositi di conoide e ascrivibile alla classe di pericolosità Z4b con amplificazioni litologiche e morfologiche.
Dal punto di vista dell'amplificazione topografica non si evidenzia nessun tipo di forma che potrebbe dare luogo a questo tipo di fenomeno in quanto il sito è leggermente inclinato a sud, mentre dovranno essere prese in considerazione eventuali amplificazioni litologiche.

[6] finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio

Tab. 1

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre	Amplificazioni litologiche e Geometriche

Tab. 2

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Classe di PERICOLOSITA' SISMICA
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre	H2 – livello di approfondimento 2°

6.4 Analisi 2° livello

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (nel nostro caso litologiche Z4b) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s.
La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

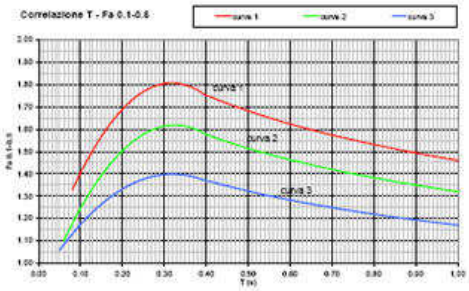
- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi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

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di Fa con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, **considerando una variabilità di ± 0.1** che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità, secondo la seguente Tabella 3:

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 a carotaggio continuo)
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)**

D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374	intervallo	B	C	D	E
Lumezzane	**0.1 - 0.5**	**1,4**	**1,8**	**2,2**	**2,0**



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$

Con riferimento alla scheda litologica ghiaiosa, ma anche considerano le schede limoso argillose, in riferimento ai periodi pari a 0.03 s 0.04 s e 0.1 s, l' Fa è inferiore a quello di soglia per un terreno di tipo B,

Fa = 1.00 < 1.4 per terreno di classe B
Fa = 1.00 < 1.4 per terreno di classe B
Fa = 1.25 < 1.4 per terreno di classe B

La normativa nazionale è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito se da classe B viene declassato a classe C e quindi si dovrà applicare lo spettro previsto dalla normativa.

6.5 Definizione della categoria di terreno e dello spettro di risposta elastico (Testo Unico: Norme tecniche per le costruzioni)

Il territorio del Comune di Lumezzane (BS) è inserito nelle zone sismiche di terza categoria con S=6, ora in fascia 7 (Nelle Norme NTC 2008 e nella circolare 2009[7], si è suddiviso il territorio regionale in fasce[8] caratterizzate da severità sismica omogenea. In particolare sono state individuate **8 fasce** nelle quali i comuni presentavano valori di accelerazione massima attesa al suolo (Gruppo di Lavoro, 2004) e valori dell'ordinata spettrale massima (NTC, 2008) compresi in un range del ± 10% dal valore medio, nel nostro caso 0.125 - 0.150. Il 20 marzo del 2004 era stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri **"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"**, pubblicata sul **supplemento ordinario 72** alla **GU n° 105** dell' **8 maggio 2003**, con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche" e la 3316[9] poi 3452; era stata poi

[7] Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 – *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008* . Gazzetta Ufficiale, n. 47 del 26 febbraio 2009, Supplemento Ordinario n. 27, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

[8] definizione di procedure per la valutazione degli effetti sismici di sito nel territorio lombardo (rapporto integrativo dell'aprile 2009, individuazione degli accelerogrammi registrati)

[9] 3316 (Modifiche ed integrazioni agli allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003

approvata la nuova legge "Norme Tecniche per le Costruzioni"2005. **Con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008** sono state approvate le nuove **Norme Tecniche per le Costruzioni**. La parte relativa alla **determinazione delle azioni sismiche** rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo che abbandona il concetto di "Zone Sismiche", il documento introduce un nuovo metodo di calcolo che considera la *maglia elementare di riferimento* come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

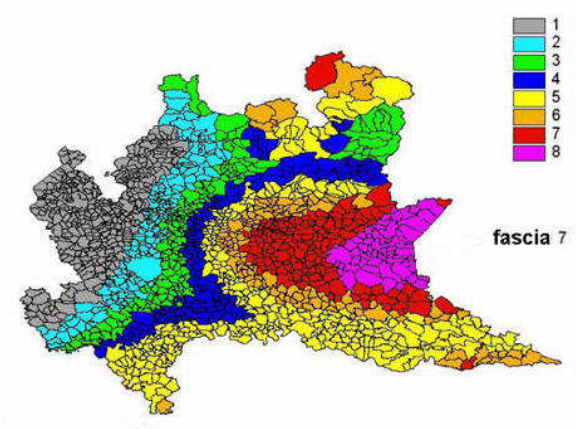


Fig. 1 – Mappa del raggruppamento dei comuni nelle 8 fasce

Secondo queste norme i nuovi edifici saranno calcolati secondo la norma in parte riferibile all'Eurocodice 8 e l'azione sulle fondazioni non più con le tensioni ammissibili ma con gli stati limite. Viene introdotto in sostituzione dei coefficienti di fondazione ε l'effetto del sito e sono previste cinque classi di terreni (A, B, C, D, E + S1 e S2), identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m, e definite da parametri indicati nell'EC8, e precisamente: velocità delle onde S, numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata; vengono inserite specifiche norme per il progetto delle fondazioni e delle opere di sostegno.

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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica N_{spt} >50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa).

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \qquad = >452 \text{ m/s}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio g < 10-6) Dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di *Vs_{30}*, se disponibile, altrimenti sulla base del valore di *NSPT*. Ad ogni profilo stratigrafico tipo sono associati i rispettivi parametri per la definizione dello spettro di risposta elastico di progetto. Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima (ag x S) del terreno che caratterizza il sito, dove **S** è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione. Nei riguardi della liquefazione il suolo non è liquefacibile.

I terreni appartengono alla classe sismica B e categoria topografica T2.

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,500	1,200	0,011	0,006	0,556	0,200
SLD	1,200	1,470	1,200	0,015	0,008	0,745	0,200
SLV	1,200	1,420	1,200	0,050	0,025	2,030	0,240
SLC	1,200	1,410	1,200	0,064	0,032	2,605	0,240

Coordinate geografiche del sito in esame, in ED50.

latitudine: 45,656391 [°]
longitudine: 10,246407 [°]

7. Modello geotecnico

L'Eurocodice 7 ("*Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules*"), introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura). Lo stesso concetto fa parte della più ampia trattazione agli stati limite (SL), volta ad armonizzare la progettazione strutturale con quella geotecnica.

Il DM 14/01/2008 ha adottato il concetto dei valori caratteristici, senza peraltro chiarirne la definizione e determinazione. Nel nostro caso GEO (stato limite di resistenza del terreno); *si utilizza per il dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione e di sostegno e per tutte le strutture che interagiscono col terreno, ma anche per le verifiche di stabilità globale terreno-struttura.*
Dalla correlazione dei risultati delle prove in sito, e in laboratorio si è elaborato un modello geotecnico che prevede delle superfici piano parallele al versante dei depositi (approssimando l'interpretazione) nell'intorno in esame.
Per **volume significativo** si intende il volume entro il quale l'incremento della tensione verticale efficace $\Delta\sigma_v'(z)$ eccede di oltre il 10 % la tensione verticale efficace preesistente $\sigma'_{vo}(z)$ in assenza di sovraccarichi:

$$\Delta\sigma_v' \geq 1/10\ \sigma'_{vo}(z)$$

Il **volume significativo da indagare** è costituito dalla massa di terreno entro la quale si risentono gli effetti dell'intervento. Nel nostro caso modifiche dello stato tensionale per aumenti di pressione (es. fondazioni) o scarichi tensionali (scavi) e variazioni nel regime delle acque sotterranee per drenaggi o impermeabilizzazioni indotti dalle opere

Modello geotecnico ai parametri caratteristici

Prof. da p.c. m	Litologia	γnat KN/mc	Dr %	ϕ' (°)	Cu KPa	M0 (MPa)	E' MPa
0.00-0.50	Riporti misti ad argilla limosa umida	17/18	-	-	30-40	2.90	-
>0.50	Depositi misti coesivo granulari	20/21	40	31/32	-	-	25.0

Dr = densità relativa in %, ϕ'= angolo di attrito efficace (°),Cu= coesione non drenata (KPa) M_0= modulo di deformazione drenato (MPa),

Dalle indagini eseguite nelle vicinanze, il substrato presenta pertanto buone capacità portanti e caratteristiche geotecniche. Si ipotizza perciò una litologia uniforme per una decina di metri. Il modello soprastante fa pertanto riferimento a dati in possesso dello studio geologico.

8. Conclusioni

Su incarico dello Studio Tecnico del Geometra Mauro Sigurtà, e per conto del Sig. Pierluigi Ghidini, si è eseguito lo studio geologico e sismico dell'area in via M.te Sabotino n. 25 nella frazione di Piatucco, in Comune di Lumezzane (Bs) interessata dalla presenza di un abitazione che dovrà essere ristrutturata, con realizzazione di nuova autorimessa semiinterrata. La relazione è stata redatta considerando i contenuti della L.R. 41/97 e della legge della LR 12[10] ed in particolare quanto disposto nell'allegato 5[11] e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374**. L'area è compresa nella sezione n° D5c3 Lumezzane (C.T.R. alla scala 1:10000).

Il rilevamento geologico e geomorfologico eseguito nei dintorni dell'area mette in evidenza la debole pendenza naturale del sito interessato dall' intervento che presenta un inclinazione verso sud. Non sono state individuate emergenze localizzate di acqua ne fenomeni di instabilità tali da inibire l'intervento. Non si esclude la presenza di piccole venute di acqua al contatto tra i riporti e i depositi sottostanti.

Riguardo allo scavo per l'esecuzione del vano interrato occorrerà prestare attenzione alle parti confinanti, al fine di evitare smottamenti che potrebbero interessare tali proprietà. E' consigliabile eseguire scavi a campioni di lunghezza non superiore ai 3.00 - 3.50 m.
Particolare attenzione si dovrà considerare, in fase di scavo, alla presenza di emergenze di acqua provenienti da monte. E' pertanto opportuno isolare completamente l'opera

I terreni appartengono alla classe sismica B e categoria topografica T2.

Rimango a disposizione per ogni chiarimento si rendesse necessario, per contatti e assistenze al progettista e per sopralluoghi durante i lavori.

Dott. Geologo Mario A. Benigna

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
MARIO BENIGNA
geologo specialista
Albo n. 1334 AP

[10] 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, n. 12.

[11] analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio