

ERRE – S COSTRUZIONI SRL
VIA DANDOLO, 5 – VARESE



**PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA
AD USO PRODUTTIVO E COMMERCIALE IN
STRADA STATALE 233 – CUGLIATE FABIASCO (VA)**

Rapporto geologico preliminare



Data: **Aprile 2013**

Dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65 – 21030 Castello Cabiaglio (VA)

Tel.: 0332/435345 • Fax 0332 820952 • Gsm 347 0525229

E- mail: dedominicis_geo@libero.it - Pec: dedominicis@epap.sicurezza postale.it

Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia N. 1053

SOMMARIO

1. Premessa

2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

2.1 *Caratteristiche geolitologiche*

2.2 *Caratteristiche geomorfologiche*

2.3 *Caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche*

3. Caratteristiche geotecniche

4. Azione sismica

4.1 *Risposta sismica locale*

4.2 *Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*

5. Capacità portante e cedimenti

5.1 *Verifica della capacità portante*

5.2 *Analisi dei cedimenti*

5.3 *Modulo di reazione*

5.4 *Cedimenti differenziali*

6. Conclusioni

ALLEGATI

AII. 1	Corografia dell'area	1 : 10.000
AII. 2	Inquadramento geolitologico	1 : 10.000
AII. 3	Inquadramento idrogeologico	1 : 10.000
AII. 4	Pericolosità sismica locale	1 : 10.000
AII. 5	Estratto Carta di fattibilità geologica	1 : 5.000

APPENDICE

App. 1 Tabelle di calcolo

1. PREMESSA

Il presente rapporto geologico è stato eseguito su incarico della società Erre – S Costruzioni Srl di Varese, a supporto del *Piano Attuativo di Iniziativa Privata* riguardante un'area a destinazione produttivo - commerciale sita in Comune di Cugliate Fabiasco (VA) in adiacenza alla Strada Statale n. 233 Varese – Ponte Tresa (Fig. 1).

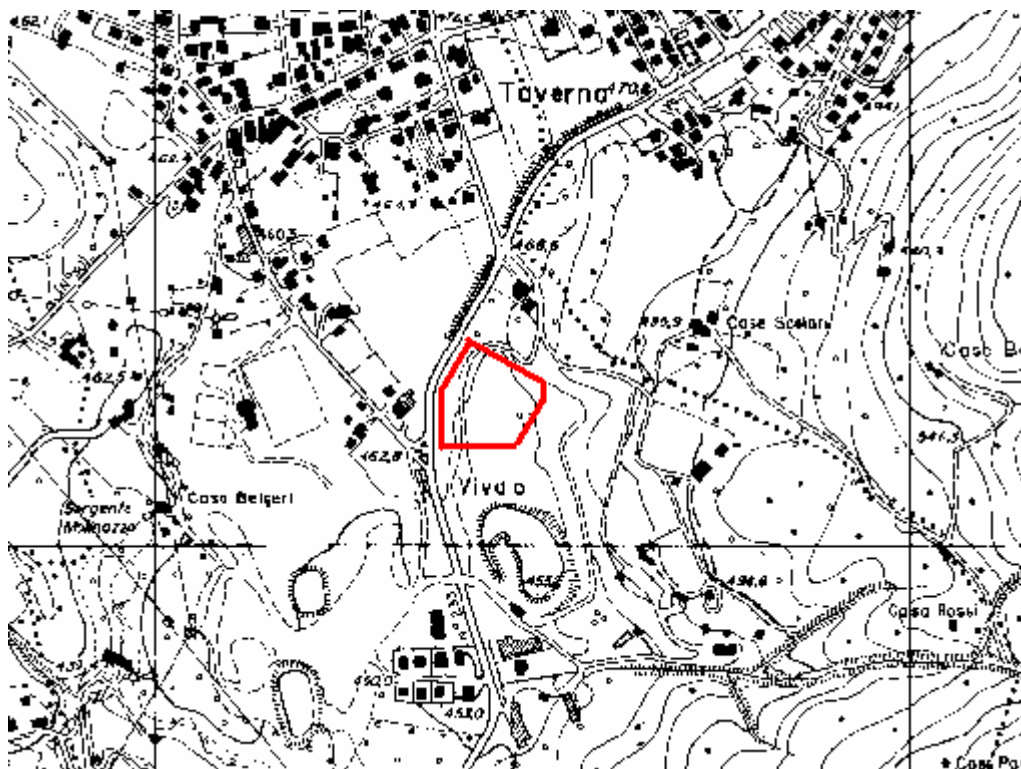


Fig. 1 - Corografia

L'indagine è stata finalizzata, in questa prima fase di studio, all'individuazione delle possibili problematiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e geotecniche presenti nel lotto in oggetto, con valutazioni generali sull'azione sismica di progetto.

Per ciò che concerne gli aspetti più propriamente geotecnici, quali: l'individuazione delle specifiche caratteristiche geotecniche e sismiche del terreno, della capacità portante e cedimenti del terreno di fondazione, del tipo e della geometria di fondazione da realizzarsi, si rimanda alla successiva relazione geologico - tecnica, da basarsi su specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche) e sismiche (M.A.S.W. 30) che potranno essere eseguite solo a seguito della completa disponibilità ed accessibilità dell'area, attualmente ancora boscata.

La presente relazione viene redatta in ottemperanza alla seguenti normative e disposizioni:

- Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003 della Presidenza della Repubblica, la quale definisce i criteri guida e le norme tecniche riguardanti la progettazione sismica delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

- D.M. 14 gennaio 2008 e D.M. 14 settembre 2005, che disciplina le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, ai sensi della ex L.r. 12/05, con obbligo di esecuzione di studio geologico - tecnico, finalizzato all'individuazione delle possibili problematiche geologiche a scala locale. Il terreno in esame nell'ambito dello studio geologico suddetto, ricade nella *Classe 1 di Fattibilità* e, come tale, non presenta condizioni limitative alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, (All. 5 e all. 6).

Lo studio, in ragione della natura ed entità dell'intervento edilizio in oggetto, si è articolato nella maniera seguente:

- indagine di campo finalizzata alla definizione delle caratteristiche litologiche e geotecniche di massima del terreno di fondazione;
- ricerca bibliografica.

Sulla scorta dei risultati di indagine e della ricerca bibliografica, vengono riportati:

- il modello geologico ed idrogeologico dell'area;
- il modello geologico-tecnico;
- il modello sismico.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'intervento edificatorio previsto ricade nel territorio del Comune di Cugliate Fabiasco e, più precisamente in prossimità della Strada Statale n. 233 "Varesina", arteria che collega la città di Varese al Comune di Ponte Tresa e, da qui, alla Confederazione Elvetica.

Si tratta di una area attualmente boscata, posta a ridosso della strada suddetta, e confinante con altre aree boscate, aree commerciali sviluppatesi di recente e residui di vecchie attività estrattive (Fig. 1 ed All. 1).

L'area si colloca nel fondovalle, in un settore sub pianeggiante posto alla quota media pari a circa 455 m. slm.

2.1 Caratteristiche geo - litologiche

Per la definizione delle unità geologiche presenti nell'area (All. 2), oltre che della visione diretta dei luoghi, ci si è avvalsi della cartografia geologica ufficiale, rappresentata dalle:

- Carta Geologica d'Italia – Foglio di Varese. Scala 1:100.000.
- Carta Litologica ed Idrogeologica – Piano Cave della Provincia di Varese, Giugno 2003. Scala 1:10.000; Fogli A4d2.
- Carta geolitologica e geomorfologica –Studio Geologico Comunale.

Il comune di Cugliate Fabiasco si colloca nel settore occidentale delle Prealpi lombarde, nel quale il motivo dominante è dato dalla presenza del substrato roccioso e dalla sovrastante copertura di sedimenti quaternari morenici ed alluvionali di origine fluvioglaciale.

A partire dal basso stratigrafico, sono presenti rocce appartenenti al basamento metamorfico ercinico, rappresentato da micascisti ascrivibili alla Formazione degli "Scisti dei Laghi", al di sopra del quale si sviluppano rocce vulcaniche acide (Granofiro di Cuasso e Serie del Piambello) del Permiano e, quindi, una successione sedimentaria di età compresa tra il Triassico ed il Giurassico, costituita da depositi prevalentemente carbonatici (Dolomia del San Salvatore, Calcarea di Cunardo).

Le giaciture degli strati (per le rocce carbonatiche) e della scistosità (per le metamorfiti) presentano immersione prevalente verso Sud - Est ed inclinazioni comprese tra 15° e 70°.

I rapporti strutturali tra le unità rocciose sono prevalentemente di tipo tettonico, con presenza di faglie aventi direzione generalmente Nord-Est e Sud-Ovest.

L'area esaminata si colloca nell'ambito dei depositi di fondovalle dove sono riconoscibili le seguenti unità geologiche:

DEPOSITI QUATERNARI

Depositi alluvionali fluvioglaciali

Depositi distribuiti nella fascia di fondovalle, derivanti dall'azione di erosione, trasporto e deposito dei corsi d'acqua e dal rimaneggiamento operato dall'azione glaciale nella fasi di avanzata e ritiro. Prevalgono depositi sabbioso ghiaiosi ed, in misura minore, depositi fini, limoso - argillosi e torbosi.

Tali depositi costituiscono l'area di infiltrazione delle acque superficiali e la sede dell'acquifero freatico (circa 10 m. dal p.c.) che alimenta le sorgenti del fondovalle. L'area di indagine è collocata all'interno di questa unità.

Depositi morenici.

Si tratta di depositi molto potenti, ascrivibili alle glaciazioni del Riss e del Wurm composti da elementi di origine alpina e prealpina. I depositi morenici (glaciale) in senso stretto, litologicamente, sono rappresentati da limi sabbiosi, con ciottoli e massi cristallini e carbonatici sani e/o debolmente alterati. La matrice limoso - sabbiosa presenta granulometria variabile e colore grigio bruno e/o bruno rossastro; i clasti sono di varia natura. Prevalgono a monte degli abitati di *Cugliate* e di *Fabiasco* ed in tutto il territorio circostante all'area in esame.

2.2 Caratteristiche geomorfologiche

L'area nel suo insieme, si colloca nella fascia di fondovalle costituente il settore pedemontano.

Gli elementi geodinamici principali nel settore di interesse sono rappresentati da:

- azione svolta dai corsi d'acqua;
- azione svolta dai ghiacciai quaternari;
- azione antropica.

1. Le forme ed i processi svolti dai corsi d'acqua sono: erosione lineare e laterale, nel settore di monte, sovralluvionamento degli alvei torrentizi, esondazioni, formazione di depositi di conoide torrentizia, nel settore di valle. Nell'area in esame l'elemento di maggiore rilievo è rappresentato dalla presenza del Torrente Valmartina e del torrente Valle Prada; si tratta di corsi d'acqua che nel corso del tempo hanno provocato fenomeni esondativi di una certa rilevanza. In particolare, si segnalano:
 - l'evento alluvionale del 1953, a seguito del quale il Torrente Valmartina straripò in località Taverna;
 - l'evento alluvionale del 1995, nel corso del quale il torrente Valmartina, a monte della S.S. 233 esondò, allagando la località Taverna verso Sud e l'area della ex Cava Nidoli; l'esondazione del Torrente Prada in località Ghirla.
2. Le forme glaciali, unitamente all'azione svolta dai corsi d'acqua hanno determinato il paesaggio attuale della fascia di fondo valle, con formazione di cordoni, terrazze ed aree pianeggianti. Litologicamente sono costituite da depositi da grossolani a fini, distribuiti in lenti, spesso coalescenti tra di loro.
3. Le forme antropiche; si tratta principalmente delle vecchie aree di cava di sabbie e ghiaie ubicate nel fondovalle della Val Marchirolo, in parte oggetto di ripristino ambientale più o meno completo (zona del campo sportivo di Cugliate, zona del laghetto ex cava Coppa), in parte non sistemate (zona ex cava Nidoli). Le modificazioni alla morfologia originaria, unitamente allo stato di abbandono determinano, in queste aree, uno stato di degrado a causa dei fenomeni di erosione dovuti al ruscellamento diffuso e concentrato da parte delle acque di dilavamento, a fenomeni di ristagno delle stesse e/o di emersione della falda freatica.

L'area di intervento, in particolare, si posiziona al confine delle aree di ex cava, ed è attualmente quasi completamente boscata. La morfologia è sub pianeggiante, con leggera pendenza da NE verso SW, mentre è delimitata verso Est dalle pendici della fascia di versante del settore montano orientale.

In figura 2 è riportato uno stralcio della *Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato dell'Autorità di bacino del Fiume Po (PAI)*, nella quale si evidenziano le due aree a rischio esondazione poste a monte della Strada Statale 233

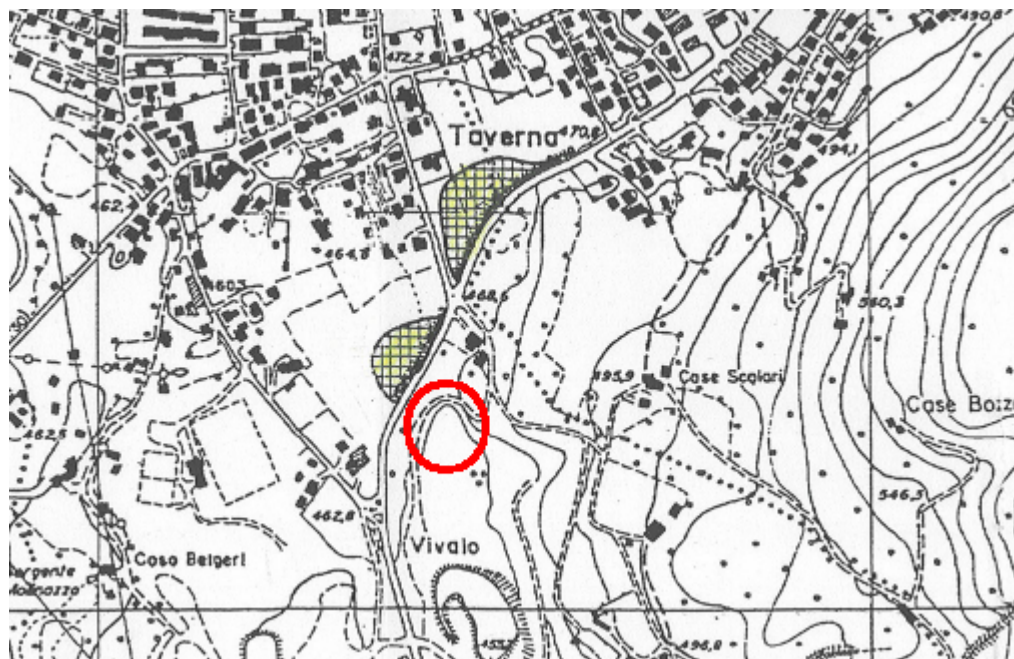


Fig. 2 – Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (PAI)

2.3 Caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche

E' presente una rete idrica ben sviluppata, i cui elementi principali, nell'area di indagine, sono rappresentati dal *Torrente Valmartina*, appartenente al reticolo idrografico principale (n.° VA010 dell' Allegato A della DGR n. 7/7868 del 25 gennaio 2002) e dal *Torrente Valle Prada* (n.° VA011 dell'Allegato A) con i rispettivi tributari minori.

Il torrente Valmartina scorre sul versante meridionale del Monte La Nave. Il bacino imbrifero ha superficie di circa 2.8 km². Allo sbocco della valle montana si trova la conoide di deiezione, sulla quale sorge l'abitato di Cugliate. Il torrente, dopo il tratto incanalato sulla conoide, un tempo spagliava nella parte centrale del fondovalle della Val Marchirolo. Negli anni '70 - '80 è stato costruito un canale, a tratti tombinato, per il convogliamento in una vasca volano realizzata nel laghetto della ex cava Coppa e scarico nel torrente Prada.

Il tratto è intubato mediante un condotto circolare ϕ 120 cm. ($A = m^2$ 1,13 - $Q_r = 3,00$ m³/sec.) nel tratto iniziale, per poi divenire un ϕ 160 cm. ($A = m^2$ 2,00 - $Q_r =$

6,00 m³/sec.) dove il torrente riceve le acque provenienti dall'opposto versante della valle (Piambello); segue un tratto a cielo aperto, a sezione trapezoidale (basi m. 1.35 e 3.00; h = m. 1.25 - A = 2,720 m², Qr = 7,5 mc/sec). Qui il torrente viene ancora tombinato, con un ϕ 160 cm. per passare al di sotto della S.S. n° 233 e, dopo aver attraversato l'area in esame con andamento all'incirca Nord - Sud, termina il proprio corso nella cava ex Coppa, dove è stato realizzato un lago che svolge una funzione di volano, con scarico nel torrente Prada.

Il volume di accumulo è di circa 40.000 mc. La funzione di volano è ottenuta dalla presenza, in uscita dal lago, di un condotto circolare costituito da un ϕ 70 cm., ulteriormente regolabile mediante l'utilizzo di una paratoia di strozzatura.

Il torrente Valle Prada, nasce sul versante occidentale del Monte Marzio. Il bacino imbrifero ha una superficie pari a circa 1,4 km². Il corso del torrente ha andamento EW nel tratto montano, per poi piegare verso SW, nel tratto di fondovalle, dove scorre parallelamente alla Strada Statale 233. Allo sbocco dalla valle, riceve le acque provenienti dal laghetto, con funzione di volano, della ex cava Coppa.

Sono segnalati possibili eventi esondativi lungo la Strada Statale in prossimità della Frazione Ghirla (Comune di Valganna)

Nello studio idrologico ed idraulico eseguito a supporto della verifica idraulica dei manufatti presenti (Ing. E. Magni,) sono riportati i valori delle portate di piena dei corsi d'acqua di cui sopra, per i previsti tempi di ritorno (Tr= 10 anni; Tr= 30 anni; Tr= 100 anni), di cui alla tabella 1 posta alla pagina seguente.

Torrente	Sezione	Area bacino (Km ²)	T ₁₀ (m ³ /s)	T ₃₀ (m ³ /s)	T ₁₀₀ (m ³ /s)
Valmartina	Inizio tombinatura	0.76	1.5	3.7	4.9
Valmartina	Sbocco in vasca volano	2.8	6	13	18.2
Valle Prada	Dopo scarico da vasca volano	1.42	3	6.9	9.2

TAB. 1 – Portate di piena dei corsi d'acqua Valmartina e Valle Prada

L'assetto idrogeologico dell'area è dato dalla presenza del substrato roccioso e della copertura rappresentata dai terreni alluvionali e glaciali di spessore discontinuo.

Vengono individuate, in funzione del grado di permeabilità e delle caratteristiche litologiche e granulometriche, le seguenti unità idrogeologiche principali (Cfr. All. 3:

Depositi indistinti, massivi, con matrice limoso - argillosa, ascrivibili al "Complesso Quaternario" e/o "Quaternario glaciale", caratterizzati da permeabilità da bassa a variabile. Gli acquiferi costituiti dai depositi morenici e fluvio - glaciali sono, litologicamente, caotici, non presentando alcuna selezione granulometrica. Sono presenti piccoli acquiferi, con circolazione preferenziale nei depositi di maggiore spessore a granulometria grossolana e possibile emergenza al contatto con i livelli impermeabili limoso - argillosi. Sono, inoltre, caratterizzati da variabilità estrema sia negli spessori, da pochi metri a 10-20 mt., che nella continuità laterale.

-
- Depositi alluvionali e di conoide fluviale, caratterizzati da accumuli grossolani in matrice sabbiosa e ghiaiosa, caratterizzati da permeabilità elevata, con presenza del livello freatico non protetto a pochi metri dal piano campagna (circa 10 m.), alimentante le sorgenti denominate *Molinazzo e Bolle*.
 - Complesso del substrato lapideo, del quale fanno parte diversi termini, quali: *L'unità carbonatica*, comprendente *la Dolomia di S. Salvatore*. Rappresenta un acquifero nel quale la circolazione idrica verticale può avvenire in corrispondenza delle unità calcaree per carsismo (deflusso profondo) e/o per fatturazione (circolazione superficiale); è caratterizzato da permeabilità da media ad elevata. *L'unità metamorfica (Scisti dei laghi)* e *vulcanica* (tufi, porfiriti, granofiro), nella quale la circolazione idrica è controllata dall'assetto strutturale; infatti, le acque di infiltrazione tendono, generalmente, a seguire la geometria della stratificazione e/o scistosità e della rete di fratturazione.

In All. 3 sono riportate anche le aree esondabili e potenzialmente esondabili poste in località Taverna ed in prossimità della strada statale.

3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche litologiche e geotecniche del sito vengono definite, in via del tutto preliminare, sulle base delle conoscenze bibliografiche e delle osservazioni dirette effettuate sulle pareti di scavo presenti nelle depressioni risultanti dalla vecchia attività estrattiva.

Una volta disboscata e resa accessibile l'area, potranno essere effettuate indagini geognostiche puntuali e ben precise, finalizzate alla ricostruzione delle reali caratteristiche litotecniche del sottosuolo ed alla individuazione del livello freatico presente.

I terreni nell'ambito dei quali ricade l'area esaminata, sono costituiti da suolo vegetale nei primi 0.5 -1.0 m circa, seguiti da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi.

Sinteticamente, viene proposta la seguente descrizione litologica

STRATO N.	PROFONDITA' (m.dal p.c.)	LITOLOGIA
1	Da - 0.00 a - 0.50/1.00m	Limo sabbioso - argilloso di colore bruno scuro, con resti vegetali ed elementi lapidei sparsi (terreno vegetale)
2	Da - 0.50/1.00 a > 3.00m	Sabbie, da medie a grossolane, talora debolmente limose, da mediamente addensate ad addensate, di colore bruno nocciola, con livelli preminenti di ghaie, da sub allungate a subarrotondate, di natura prevalentemente calcarea e ciottoli.

I depositi alluvionali sono prevalentemente grossolani, presentano un comportamento incoerente, nella frazione sabbioso-ghiaiosa, mentre in quella limosa è presente una componente coesiva maggiore. Il grado di consistenza è medio e la cementazione è variabile.

Viene proposta la seguente parametrizzazione geotecnica di massima :

Strato	1	2
Litologia	Limo sabbioso - argilloso Sabbia limosa	Sabbia, sabbia con ghiaia Ghiaia e ciottoli
N (colpi/piede)	1 ÷ 3	8 ÷ 15/50
Nspt (colpi/piede)	1.5 ÷ 4.5	12 ÷ 23/75
Comportamento	Da incoerente a coesivo	Incoerente
Stato	Poco consistente	Mediamente consistente
Dr (%)	30 ÷ 40	40 ÷ 60
γ (KN/mc)	17.0 ÷ 17.5	18.0 ÷ 18.5
γ' (KN/mc)	19.0 ÷ 19.5	20.0 ÷ 20.5
ϕ (°)	24 ÷ 26	32 ÷ 35
C (Kg/cmq)	0.1 ÷ 0.2	0.01 ÷ 0.03
E (Kg/cmq)	50 ÷ 80	200 ÷ 400

I parametri geotecnici sono stati calcolati utilizzando i seguenti criteri :

- Il valore della densità relativa (D_r) è stato ricavato dalle relazioni di Peck e Bazaraa.
- I valori del peso di volume del terreno (γ e γ') sono stati scelti nell'ambito degli usuali intervalli di variazione, compatibili con la natura granulometrica ed il grado di addensamento del terreno stesso.
- L'angolo di attrito interno (ϕ) è stato ricavato dalle correlazioni proposte da Meyerhof.
- Il valore della coesione (c) è stato scelto variabile, a seconda delle percentuali di terreni a granulometria fine limoso - argillosa (coesivo).
- Il valore del modulo elastico (E) è stato calcolato utilizzando la formula proposta da D'Apollonia et al., in funzione del litotipo dominante.

Per l'analisi di dettaglio finalizzata alla classificazione del terreno, sono state seguite le indicazioni degli "**Standard ASTM D 2488 - 93**", tramite il riconoscimento visivo e manuale del comportamento meccanico. I risultati dei test eseguiti in loco sono riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI	STRATO 1	STRATO 2
Profondità da - a	Da - 0.00m a - 0.50m/1.00m	Da -0.50m/1.00m a - 4m
Definizione	Limo sabbioso argilloso	Sabbie, sabbie ghiaiose, ghiaie
Limite superiore	/	Netto
Limite inferiore	Individuato	Non individuato
Supporto	Di matrice	Di matrice
Granulometria	Ciottoli e blocchi: 0%; ghiaia: 5%; sabbia: 30%; limo: 45%; argilla: 20%.	Ciottoli e blocchi: 10%; ghiaia: 20%; sabbia: 60%; limo: 10%; argilla: 0%.
Grado di cementazione	Assente	Variabile
Arrotondamento clasti	Subangolati	Subarrotondati
Forma dei clasti	Equidimensionali	Equidimensionali
Dimensione dei clasti	Massime: 2 cm; medie: 0.5 cm.	Massime: 10 cm; medie: 5 cm.
Petrografia dei clasti	Clasti poligenici: metamorfici, vulcanici e selce	Clasti poligenici: metamorfici, vulcanici e selce
Grado di alterazione	Medio basso	Basso
Plasticità	Medio alta	Bassa
Resistenza	Medio bassa	Medio - alta
Dilatanza	Lenta	Media
Tenacità	Bassa	Media
Colore	Bruno scuro	Bruno nocciola
Umidità	Umido	Umido
Consistenza	Poco consistente	Da mediamente consistente e con.
Addensamento	Assente	Presente
Struttura	Omogenea	Omogenea
Interpretazione geologica	Terreno vegetale	Depositi alluvionali

4. AZIONE SISMICA

4.1 Risposta sismica locale

Il Comune di Cugliate Fabiasco è compreso, come tutta la Provincia di Varese, in zona sismica 4 (Fig. 3).

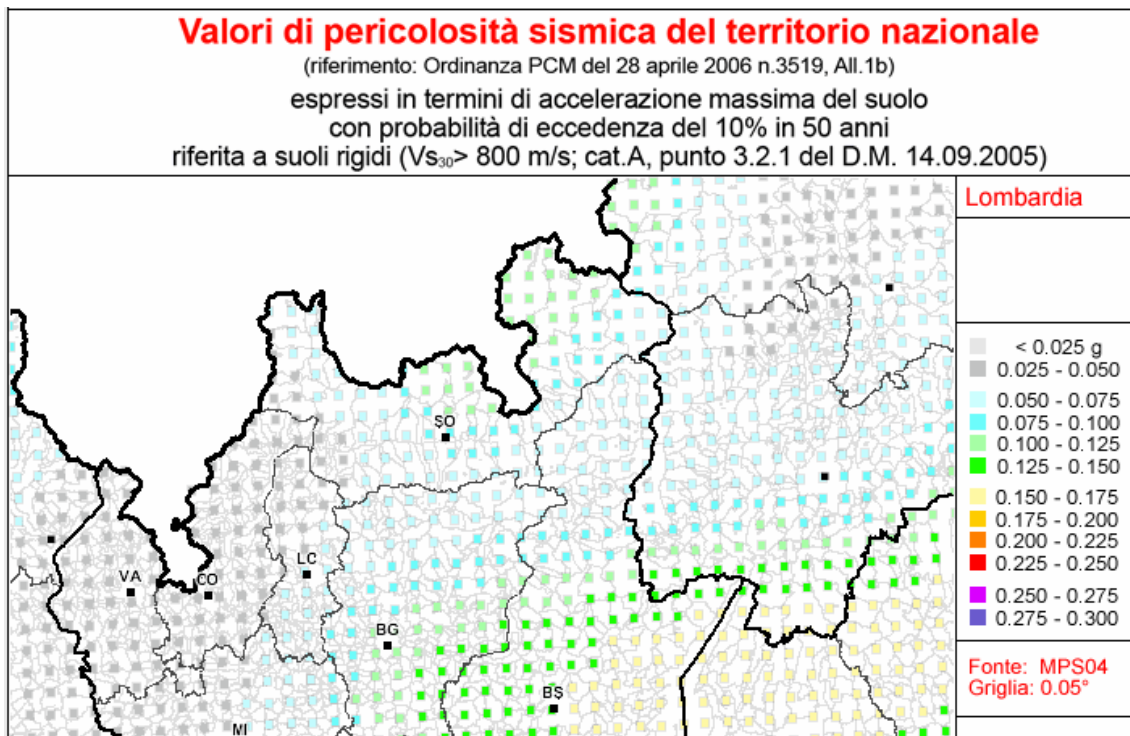


FIG. 3 – Valori di pericolosità sismica nella Provincia di Varese

Nell'ambito dello Studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale, sulla scorta delle specifiche dei Criteri regionali (DGRL (n. 8/7374), sono state eseguite le analisi di 1° (su tutto il territorio comunale) e di 2° livello (per gli edifici strategici e rilevanti).

Il risultato dell' analisi di 1° livello è la redazione della Carta di pericolosità sismica locale, di cui è riportato uno stralcio in All. 4, nella quale viene evidenziata la zonazione, dal punto di vista sismico, degli elementi geologici, geomorfologici e litologici.

La classificazione, ripresa dai Criteri regionali, individua per l'area di appartenenza lo scenario di sismicità locale *Z4a*, corrispondente alle "Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi" i cui effetti attesi sono "Amplificazioni litologiche e geometriche".

L'analisi di 2° livello, condotta, come da Criteri regionali, con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche, fornisce la stima della risposta sismica locale dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione sismica (F_a), in riferimento a due intervalli di periodo ben precisi:

- 0.1 ÷ 0.5 s, periodo proprio di strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide;

- 0.5 - 1.5 s: intervallo riferito a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello calcola, per gli effetti litologici, valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s.

Dalla distribuzione calcolata delle Vs e dalle altre informazioni litologiche si ricavano i sottosuoli di fondazione sulla base delle "Norme tecniche delle costruzioni" (vedi paragrafo 4.2). I valori di Fa calcolati sono poi confrontati con i valori di riferimento indicati nel file *Soglie_Lomb.xls* (indicato nell'allegato 5 del Criteri regionali), per il suolo di fondazione nel comune in oggetto (riportati nella Tab. 2 seguente):

Valori di soglia periodo compreso tra 0.1 ÷ 0.5 sec		
Suolo di tipo A	Suolo di tipo B - C - E	Suolo di tipo D
1.3	1.7	1.8

Valori di soglia periodo compreso tra 0.5 ÷ 1.5 sec		
Suolo di tipo A	Suolo di tipo B - C - E	Suolo di tipo D
1.7	2.7	4.4

TAB. 2 – Valori di soglia di riferimento

Dove le amplificazioni calcolate risultano non superiori ai valori di riferimento si considera terminata l'analisi e in fase di progettazione si utilizzeranno i parametri della zona sismica 4 previsti dalla normativa nazionale.

Se invece il valore di Fa calcolato è superiore per più di 0.1 del valore soglia, in fase di progettazione sarà necessario effettuare analisi più approfondite (di 3° livello), per definire uno spettro di risposta appropriato. In alternativa, la legge prevede la possibilità di utilizzare lo spettro di risposta relativo ad un suolo di fondazione dalle caratteristiche meccaniche più scadenti, per il quale sia previsto un valore di Fa non inferiore a quello calcolato.

Nel caso del Comune di Cugliate Fabiasco l'analisi di 2° livello, eseguita per la presenza di edifici strategici e rilevanti (scuole, chiese, centri sportivi, ecc.), è stata effettuata mediante valutazione delle velocità delle onde sismiche S (di taglio), ottenute tramite indagini geosismiche.

Le indagini geofisiche hanno permesso di ricavare i seguenti valori delle onde di taglio nei primi 30 metri (Vs30) nei tre siti indagati:

1. **280 m/s**. In base a tale valore, i terreni indagati sono riconducibili alla *Scheda litologia sabbie, curva 2*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento è il **C**. In questo caso il valore di Fa di riferimento (1.8 e 4.4) è sempre superiore ai valori calcolati per entrambi le classi di edifici (1.6).
2. **302 m/s**. In base a tale valore, i terreni indagati sono riconducibili alla *Scheda litologia sabbie, curva 2*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento sarebbe il **C**; tuttavia, poiché la profondità del substrato è inferiore a 20 metri, la norma prevede la scelta di un suolo di categoria E. Il valore di Fa di riferimento (1.7 e 2.7) è sempre superiore ai valori calcolati per entrambi le

classi di edifici (1.7 ed 1.4). Pertanto nella zona indagata si possono ritenere validi i valori di Fa di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **E**.

3. **226 m/s**. In base a tale valore, i terreni indagati sono riconducibili alla *Scheda litologia sabbie, curva 2*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento sarebbe il **C**; tuttavia, poiché la profondità del substrato è inferiore a 20 metri, la norma prevede la scelta di un suolo di categoria E. Il valore di Fa di riferimento (1.7 e 2.7) è sempre superiore ai valori calcolati per entrambi le classi di edifici (1.7 ed 1.4). Pertanto nella zona indagata si possono ritenere validi i valori di Fa di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **E**.

Le analisi di 2° livello dei siti sulla pianura di fondovalle hanno mostrato fattori di amplificazione inferiori a quelli di riferimento per il suolo sismico di tipo E. Tale risultato è estendibile a tutte le zone PSL Z4a, compresa l'area in esame.

4.2 Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni

Vengono presi in esame i criteri guida e le norme tecniche riguardanti la progettazione sismica delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni, così come definiti dall'Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003 della Presidenza della Repubblica e dalle disposizioni contenute nelle "Nuove Norme tecniche di Costruzione" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, con specifico richiamo alla definizione dell'azione sismica di progetto.

In particolare viene individuata la zona sismica di riferimento sulla base dei criteri generali.

Le norme tecniche indicano, infatti, 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; il numero delle zone viene fissato in 4.

Ciascuna zona viene individuata secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 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

Sulla scorta dei dati di base relativi alle sorgenti sismogenetiche ed ai cataloghi storici dei terremoti, l'area in esame viene inserita nella seguente zona sismica :

CODICE ISTAT 2001	DENOMINAZIONE COMUNE	ZONA SISMICA
03012059	Cugliate Fabiasco	4

Scopo principale dell'analisi è quello di operare una classificazione del terreno in categorie, valutate secondo i livelli di protezione antisismica cui assoggettare le costruzioni quali, ad esempio, l'importanza della costruzione ed il suo uso.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione :

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE			
Categoria	Unità litologica	Valori di V_{S30} (m/s)	Valori di N_{SPT} o C_u
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m.	> 800	/
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessore di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360 ÷ 800	$N_{SPT} > 50$ $C_u > 250$ 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,	180 ÷ 360	$N_{SPT} 15 ÷ 50$ $C_u 70 ÷ 250$
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati o coesivi, da poco a mediamente consistenti	< 180	$N_{SPT} < 15$ $C_u < 70$ KPa
E	Profili di terreno, costituiti da strati superficiali alluvionali, spessori compresi tra 5 e 20m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido ($V_{S30} > 800$)	180 ÷ 360 < 180	$N_{SPT} < 15 ÷ 50$ $C_u < 70 ÷ 250$

Con V_{S30} viene indicata la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Con C_u viene indicato il valore della coesione non drenata.

Con N_{SPT} si indica la resistenza penetrometrica ricavata dalle prove penetrometriche dinamiche.

Il sito di indagine può essere, pertanto, classificato, sulla scorta delle indagini geosismiche svolte nel territorio comunale a supporto dell'analisi di 2° livello, nella maniera seguente :

Categoria E

La categoria topografica definita in base al D.M. 14/01/08 è T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <15°) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1. L'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008) espone i nuovi dati di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale che permettono di definire l'azione sismica.

Per il sito in studio si ottengono i seguenti valori (Software GEOSTRU 2010) dei coefficienti sismici sito - specifici:

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 45,9418163 ° Long. 8,8282752 °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. 45,942742 ° Long. 8,829352 °

Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche Cu = 1

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50,
 Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,015	2,579	0,156
Danno (SLD)	50	0,018	2,547	0,165
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,039	2,642	0,284
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,047	2,689	0,307
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			



Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
Cc* Coeff. funz categoria	2,42	2,36	1,90	1,84
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,012	0,015
kv	0,002	0,003	0,006	0,007
Amax [m/s ²]	0,229	0,288	0,608	0,734
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

FIG. 4 – Determinazione dei parametri sismo-specifici del sito

PARAMETRI SISMICI**Sito in esame.**

Latitudine : 45,942742 [°]

Longitudine : 8,829352 [°]

Classe d'uso: II**Vita nominale:** 50 anni**Tipo di interpolazione:** media ponderata**Effetti sismici**Sisma

Ag orizzontale al Bedrock (SLV) = 0,039 g

Ag orizzontale al Bedrock (SLD) = 0,018 g

Categoria topografica = T1

Categoria di suolo = E

Fo: Fattore di amplificazione spettrale max (SLV) = 2,642

Tc: Periodo inizio velocità costante (SLV) = 0,284

Struttura

H: Altezza struttura dal piano di posa = 11m

Fattore di struttura = 1,5

Smorzamento = 5%

Tipologia = struttura a telaio in cls armato

Ag massima orizzontale al Bedrock (SLV) = 0,062 g

Ag orizzontale al Bedrock (SLD) = 0,029 g

Coefficiente di conversione β = 0,2

Coefficiente sismico orizzontale struttura (Khi) = 0,11 g

Coefficiente sismico orizzontale terreno (Khk) = 0,012 g

Inclinazione del carico dovuto al sisma = 6,3°

Periodo fondamentale (T1) = 0,453 s

5. CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI

In via del tutto preliminare, in attesa dei risultati delle programmate indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche, indagine M.A.S.W.), sulla scorta della parametrizzazione geotecnica di massima (cfr. Cap. 3) vengono verificate capacità portante e cedimenti delle fondazioni del futuro fabbricato commerciale in progetto.

La fondazione ipotizzata é stata verificata nei confronti della capacità portante del terreno e dei cedimenti al fine di determinare, per confronto incrociato, il possibile carico di esercizio.

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione un fabbricato ad uso produttivo/commerciale a pianta all'incirca rettangolare, disposto su due piani.

Viene presa in considerazione una quota di imposta fondazioni pari a circa - 1.0 m dal p.c. attuale; in relazione alla zona interessata dall'intervento, all'andamento del profilo topografico ed alle caratteristiche litologiche e geotecniche del terreno di fondazione, é stata verificata la tipologia di fondazione a plinto, la cui geometria è stata definita preliminarmente dal calcolatore, in funzione dei carichi e sovraccarichi della struttura (225.000 kg nei punti di maggior carico):

- Ipotesi 1: plinto pari a circa 3.0m x 3.0m e spessore di 1.00 m (compresa sottofondazione), impostato a - 1.0m dal p.c.

5.1 Verifica della capacità portante

La determinazione della capacità portante ammissibile del terreno, consiste nella verifica a rottura del terreno nei confronti dello stato limite ultimo (SLU) in cui dovrà essere rispettata la seguente condizione:

$$Ed \leq Rd$$

dove:

Ed = è il valore di progetto delle azioni;

Rd = è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico determinato analiticamente con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza divisi per i coefficienti parziali.

Il progetto delle fondazioni deve prevedere una verifica agli stati limite ultimi per sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni (GEO) ed anche un'analisi agli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza degli elementi che compongono la fondazione stessa (STR); in questo caso si considera il raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione.

Tale approccio, denominato dal D.M. 14/01/08 Approccio 1, prevede quindi la verifica di due differenti combinazioni:

- STR (combinazione 1, A1+M1+R1)
- GEO (combinazione 2, A2+M2+R2)

Delle due combinazioni in generale la prima è più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda è più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico, cioè per il caso in esame. Nelle tabelle 3, 4 e 5 si riportano i coefficienti parziali previsti dalla normativa:

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_R)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano completamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

TAB. 3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_r	1,0	1,0

TAB. 4

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

TAB. 5

DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE (Rd)

La capacità portante alla base delle fondazioni è stata calcolata applicando la seguente relazione di **Brinch – Hansen**:

$$Q = 1/2 * B * \gamma * N_y * s_y * i_y * b_y * g_y * z_y + c * N_c * s_c * i_c * b_c * g_c * d_c * z_c + q * N_q * s_q * i_q * b_q * g_q * d_q * z_q$$

dove :

- N_c N_q N_y** = Fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio;
- s_c s_q s_y** = Fattori di forma della fondazione;
- i_c i_q i_y** = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- b_c b_q b_y** = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base;
- g_c g_q g_y** = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del p. c.;
- z_c z_q z_y** = Fattori correttivi che tengono dell'inerzia dovuta al sisma (solo per condizioni dinamiche)
- D_c d_q** = Fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa;
- γ** = Peso specifico del terreno sotto il piano di fondazione;
- q** = Carico litostatico presente sopra il piano di fondazione (proporzionale all'altezza del confinamento laterale);
- Q_{SLU}** = Capacità portante determinata allo stato limite ultimo

Di seguito si riportano i valori delle resistenze calcolati Q_{SLU}, utilizzando i valori di progetto:

IPOTESI 1

Plinto da 3.00m X 3.00m X 1.00m, con piano d'imposta a - 1.00 m

Q_{SLU} (Rd) (Kg/cm ²)	Q_{lim} (Tensioni amm.) (Kg/cm ²)	Q_{amm} (Tensioni amm.) (Kg/cm ²)
1.94	14.68	4.89

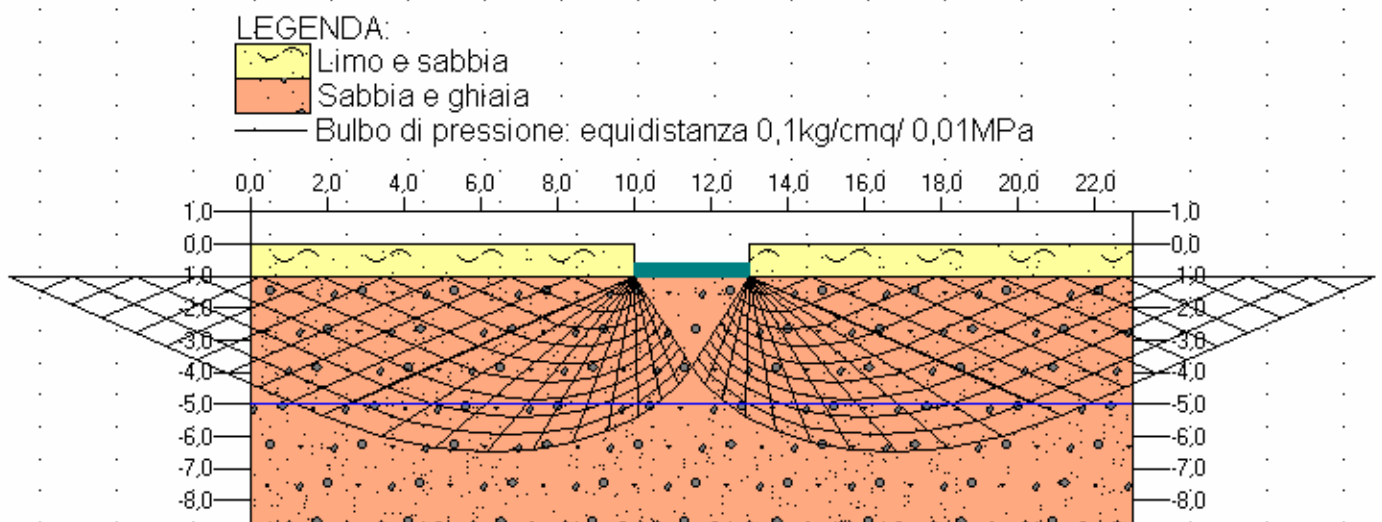


FIG. 5 – Sezione geotecnica

5.2 Analisi dei cedimenti

Viste le caratteristiche litologiche del sottosuolo, i cedimenti sono stati calcolati secondo la teoria dell'elasticità, adottando la metodologia proposta dal **Bowles**, 1974:

$$\text{Ced} = q_0 \times B' \times (1 - \mu^2 / E_s) \times I_s \times I_f$$

Come modulo elastico è stato preso un valore pari alla media pesata ottenuta considerando un spessore di terreno pari a 5B, dove B coincide con la larghezza del plinto. I cedimenti sono stati calcolati considerando la condizione di carico fornita dallo strutturista, vale a dire 225.000 kg.

Di seguito si riportano i cedimenti assoluti calcolati, considerando l'ipotesi fondazionale a plinto:

TIPOLOGIA FONDAZIONALE IPOTESI 1 (carico_{amm} = 4.89 Kg/cm²)		
Plinto da 3.0 m x 3.0 m x 1.0 m, posta a - 1.0 m dal piano campagna		
Punto fondazione	Carico di esercizio	Cedimento
A (Spigolo sinistro)	3.00 kg/cm ²	10.4 mm
B (Centro)	3.00 kg/cm ²	18.4 mm
C (Spigolo destro)	3.00 kg/cm ²	10.4 mm
Cedimento differenziale	3.00 kg/cm ²	8.00 mm
Distorsione angolare	3.00 kg/cm ²	0,37835
Punto fondazione	Carico di esercizio	Cedimento
A (Spigolo sinistro)	2.00 kg/cm ²	6.70 mm
B (Centro)	2.00 kg/cm ²	11.9 mm
C (Spigolo destro)	2.00 kg/cm ²	6.70 mm
Cedimento differenziale	2.00 kg/cm ²	5.20 mm
Distorsione angolare	2.00 kg/cm ²	0,245

TIPOLOGIA FONDAZIONALE IPOTESI 2 (carico_{SLU} = 1.94 Kg/cm²)		
Plinto da 3.0 m x 3.0 m x 1.0 m, posta a - 1.0 m dal piano campagna		
Punto fondazione	Carico di esercizio	Cedimento
A (Spigolo sinistro)	1.94 kg/cm ²	8.70 mm
B (Centro)	1.94 kg/cm ²	15.4 mm
C (Spigolo destro)	1.94 kg/cm ²	8.70 mm
Cedimento differenziale	1.94 kg/cm ²	6.70 mm
Distorsione angolare	1.94 kg/cm ²	0,3156

5.3 Modulo di reazione

Per modulo di reazione o coefficiente di sottofondazione si definisce la relazione che esiste fra la pressione di contatto in ogni punto della fondazione e la relativa deformazione del terreno: $k = Q/s$. Tra le relazioni più citate in letteratura, viene presa in considerazione la formula di Vesic semplificata. Vesic (1961) ha proposto la seguente relazione che correla k con il modulo di elasticità del terreno e della fondazione:

$$k \text{ (kg/cm}^3\text{)} = (1/B) \times 0.65 \times [(E_t \times B^4)/(E_f \times I_f)]^{(1/12)} \times E_t/(1 - p^2);$$

in cui: $E_t \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$ modulo di deformazione dello strato di fondazione;

E_f (kg/cm²) = modulo elastico della fondazione;
 I_f (cm⁴) = momento d'inerzia della fondazione;
 B (cm) = lato corto della fondazione;
 ρ = rapporto di Poisson.

Poiché il prodotto $0.65 \times [(E_t \times B^4)/(E_f \times I_f)]^{(1/12)}$ ha generalmente un valore prossimo all'unità, la formula può essere semplificata come segue:

$$k \text{ (kg/cm}^3\text{)} = (1/B) \times E_t / (1 - \rho^2).$$

Modulo di Winkler

IPOTESI	Modulo elastico (Kg/cm ²)	Coefficiente di Poisson	Modulo di reazione (Kg/cm ³)
1	402.67	0.35	1.53
2	302	0.35	1.15

5.4. Cedimenti differenziali

Nel caso di fondazione a plinto, si dovrà porre particolare attenzione al cedimento differenziale che si realizza tra strutture fondazionali contigue, come quello che potrebbe verificarsi nel caso di una fondazione poggiate su terreni a comportamento geotecnico diverso e/o sottoposti a carichi di esercizio differenti, poiché è quello che può generare lesioni nelle strutture, qualora l'entità di tale cedimento sia superiore ai limiti di tolleranza della struttura stessa. Per strutture come quelle in esame una valutazione dei limiti di tollerabilità del cedimento differenziale può essere effettuata in base ai valori dalla distorsione angolare massima attendibile, intesa come rapporto tra il possibile cedimento differenziale tra due elementi strutturali contigui e la distanza tra gli elementi stessi. Nella normale pratica del costruire valori della distorsione angolare massima inferiori al limite di **1/750 = 0.0013 (Bjerrum 1963)** consentono di scongiurare il pericolo di fessurazioni per qualsivoglia struttura.

Per il calcolo della capacità portante e dei cedimenti, è stato utilizzato il programma di calcolo "Qsb 2" della PROGRAM GEO di Carpendolo (BS).

6. CONCLUSIONI

Sulla scorta dell'indagine preliminare e delle elaborazioni effettuate, si può concludere osservando che:

- L'indagine preliminare ha confermato le conoscenze geologiche locali, con presenza al di sotto della coltre vegetale, di un'alternanza di sabbie e ghiaie con ciottoli, ascrivibili al complesso dei depositi alluvionali.
- Dal punto di vista idrogeologico si tratta di depositi a permeabilità da media ad alta, in considerazione della prevalere o meno della componente grossolana rispetto a quella fine; il livello freatico si attesta entro la quota di 10 metri dal p.c.; la direzione del flusso sotterraneo è orientata verso Sud, Sud - Ovest.
- Le caratteristiche geotecniche dei terreni investigati, in prima approssimazione, possono essere considerate medio - alte. Naturalmente tale valutazione dovrà essere confermata a seguito di una campagna di indagini geognostiche ben precise.
- L'analisi di sismicità locale di 1° livello conferma l'appartenenza dell'area di indagine alla Zona Z4a, corrispondente alle "Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio - glaciali granulari e/o coesivi". La categoria di suolo, definita sulla base delle indagini geosismiche eseguite a supporto del PGT, risulta essere la E (*Profili di terreno, costituiti da strati superficiali alluvionali, spessori compresi tra 5 e 20m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido ($V_{S30} > 800$)*).
- Si conferma la non pericolosità dell'area rispetto alle problematiche legate al dissesto idrogeologico individuato in aree circostanti a quella in esame ed inserite nel quadro del dissesto del P. A. I. In particolare si conferma l'appartenenza dell'area alla Classe di fattibilità geologica 1 (*"Nessuna limitazione alla modifica di destinazione d'uso dei terreni"*). Tale appartenenza non esclude, comunque di prestare la dovuta attenzione alle problematiche legate alla circolazione delle acque di dilavamento superficiale e sub superficiale.
- Si sottolinea la presenza del tratto intubato del torrente Valmartina, corso d'acqua ascrivibile al reticolo idrico principale, che attraversa l'area da Nord verso Sud, Sud-Ovest e determina un vincolo di polizia idraulica per la presenza della fascia di rispetto dei 10 m su ciascun lato della tubazione.
- Le elaborazioni eseguite in ordine alla capacità portante, al carico ammissibile ed al carico allo stato limite nell'ipotesi fondazionale a plinto, mostrano valori elevati nel primo caso (D.M. 11/03/88: $Q_{amm} = 4.89 \text{ Kg/cm}^2$), decisamente più bassi in chiave sismica (D.M. 14/01/08, con $Q_{slu} = 1.94 \text{ Kg/cm}^2$). I cedimenti assoluti sono stati, pertanto, verificati solo in condizioni di tensioni ammissibili; in considerazione di un carico di esercizio pari a circa 225.00 kg (corrispondente a circa 3 kg/cm^2), nell'ipotesi di fondazione a plinto (3m x 3m x 1m) si evidenzia un cedimento massimo di circa 2 cm.

In ultima analisi si ritiene che:

- dovranno essere eseguite indagini geognostiche mirate, al fine di ricostruire con esattezza la stratigrafia del sottosuolo, l'andamento della falda freatica e le caratteristiche geotecniche. A tale proposito si ritiene idonea l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche continue distribuite in modo di garantire una copertura significativa dell'area. Inoltre, al fine di definire con esattezza la categoria di suolo sismico, come previsto dal D.M. 14.01.08 e dalla Norme Geologiche di Piano del PGT, dovrà essere eseguita almeno una linea M.A.S.W. (*Multichannel analysis of surface waves*) per la definizione delle onde Vs_{30} .
- La ricostruzione esatta delle caratteristiche geotecniche e sismiche consentirà di definire con maggiore precisione la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione allo stato limite ultimo, come previsto dalla normativa vigente (D.M. 14.01.08) e permettere la scelta della tipologia fondazionale da adottarsi per l'edificio in progetto. I carichi forniti dal calcolatore delle strutture, in prima approssimazione, mostrano valori elevati in corrispondenza dei pilastri, pari a circa 225.000 kg.; si tratta di carichi molto elevati, tali da suggerire in presenza di terreni superficiali geotecnicamente scadenti l'adozione, in alternativa alla fondazione diretta a plinto, quella di fondazioni indirette del tipo pali trivellati.
- Particolare attenzione andrà rivolta alla regimazione delle acque di dilavamento superficiale; a tale proposito dovrà essere realizzata un'adeguata rete di raccolta, in grado di convogliare le acque di pioggia provenienti dai piazzali e dalla copertura, dirigendole verso le linee di deflusso esistenti.
- Per quanto riguarda il tema relativo alle "Terre e rocce da scavo" ci si dovrà attenere a quanto previsto dal D. M. 161/2012. A tale proposito si può considerare che il materiale proveniente dagli scavi di sbancamento parziale verrà utilizzato totalmente in loco per i rimodellamenti ed i rinterri necessari al livellamento finale dell'area.

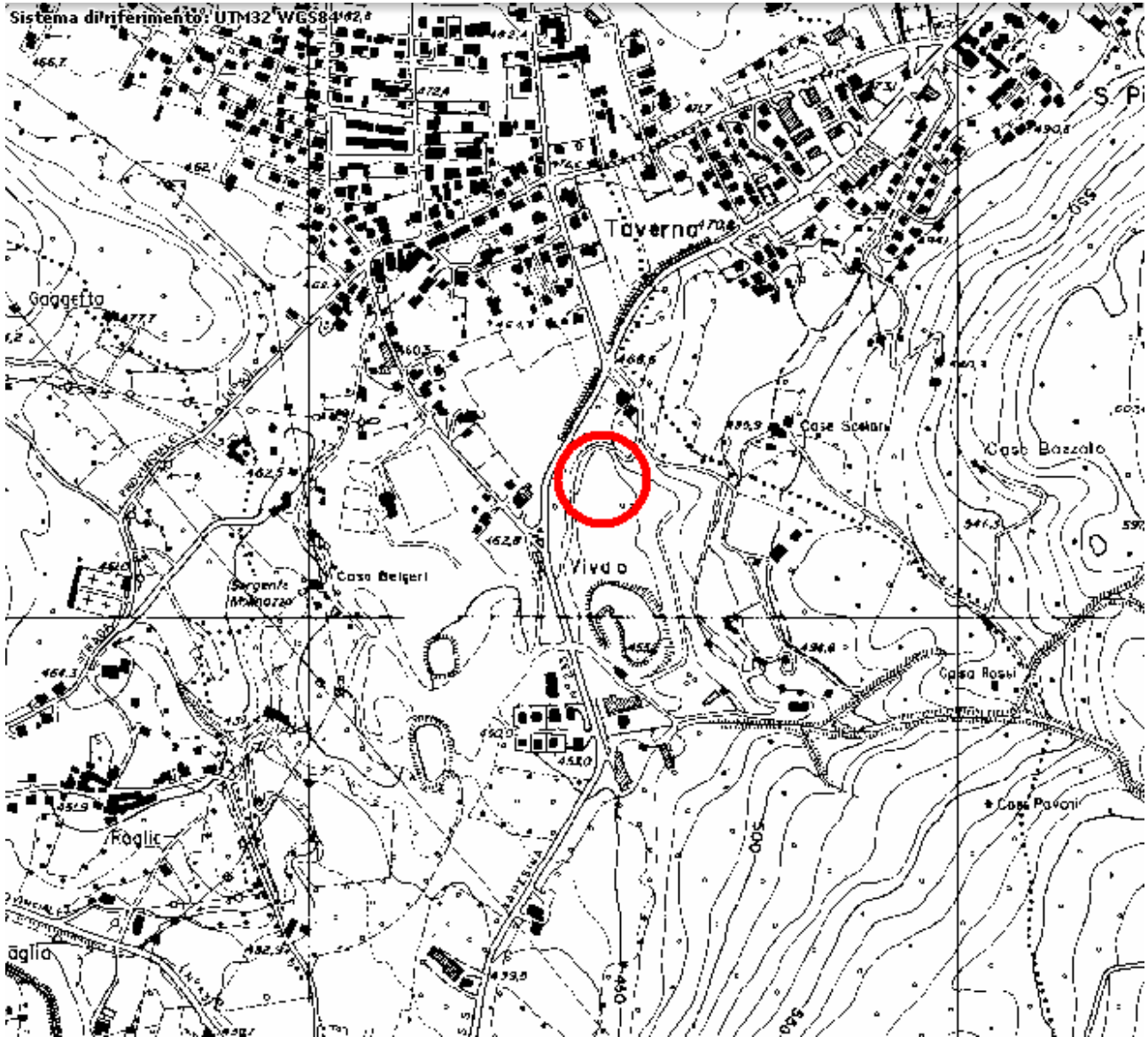
Cugliate Fabiasco , 30/04/2013

Dr. geol. Domenico De Dominicis



The image shows a circular professional stamp of the 'ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA'. The stamp contains the text: 'DOMENICO DE DOMINICIS', 'geologo specialista', 'Albo n. 1053 AP', and 'Sezione A'. Below the stamp is a handwritten signature in black ink.

A L L E G A T I



All. 1 Corografia

1 : 10.000



LEGENDA UNITA' GEOLOGICHE



Conoidi di deiezione



Depositi alluvionali fluvio-glaciali



Depositi morenici



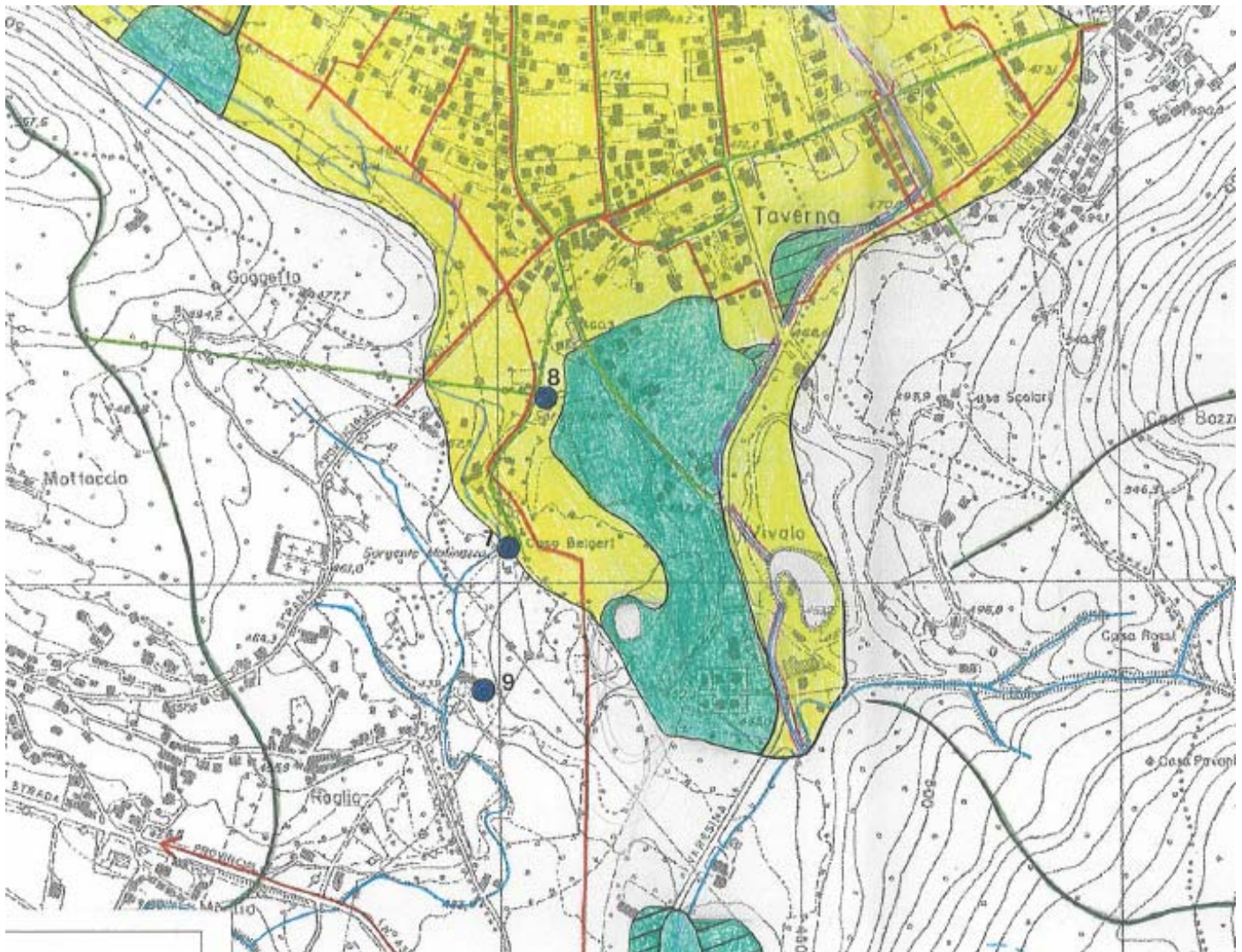
Dolomie massicce o stratificate



Calcari:
mediamente o sottilmente stratificati, non selciferi

All. 2 Inquadramento geolitologico

1 : 10.000



LEGENDA



Corsi d'acqua



Aree soggette ad episodi di esondazione;
tratteggiate le aree potenzialmente soggette (PAI)



1+3, 5+9: Sorgenti captate per approvvigionamento
idropotabile pubblico





Conoidi di deiezione e pianura alluvionale di
fondovalle,

All. 3 Inquadramento idrogeologico

1 : 10.000

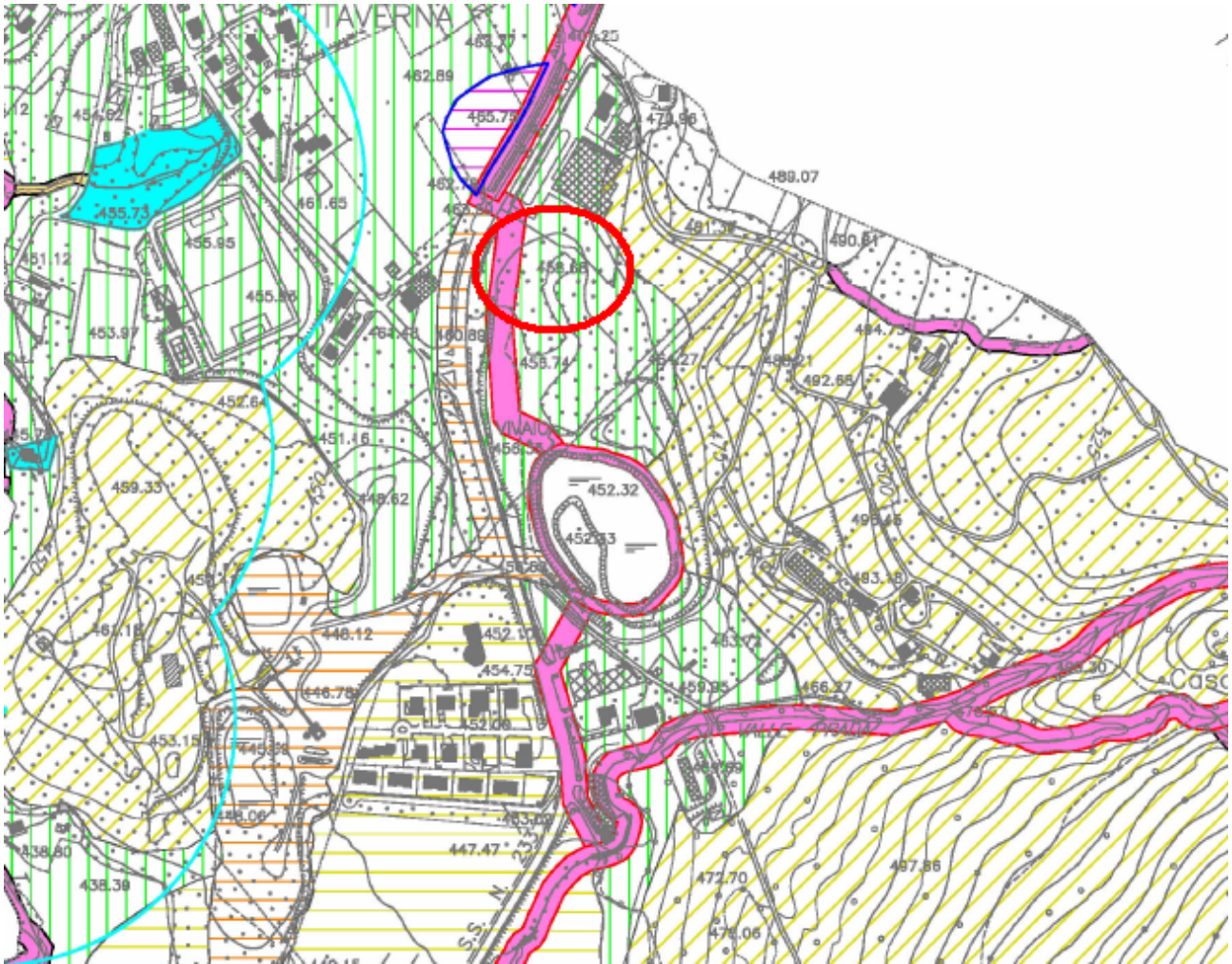


LEGENDA ZONE PISL

-  Z4a - Zone di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
-  Z4c - Zone moreniche con depositi granulari e/o coesivi

AII. 4 Pericolosità sismica locale

1 : 5.000



LEGENDA



Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale:



fasce di larghezza 10 m

All. 5 Estratto Carta di fattibilità geologica

1 : 5.000

APPENDICE

Appendice 1 – Tabelle di calcolo



dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65-21030 - Castello Cabiaglio (VA)-+39 3470525229

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Strada Statale n. 233 - Cugliate Fabbiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica preliminare fondazioni fabbricato commerciale

Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n. _____

1

Descrizione litologica:

Limo e sabbia

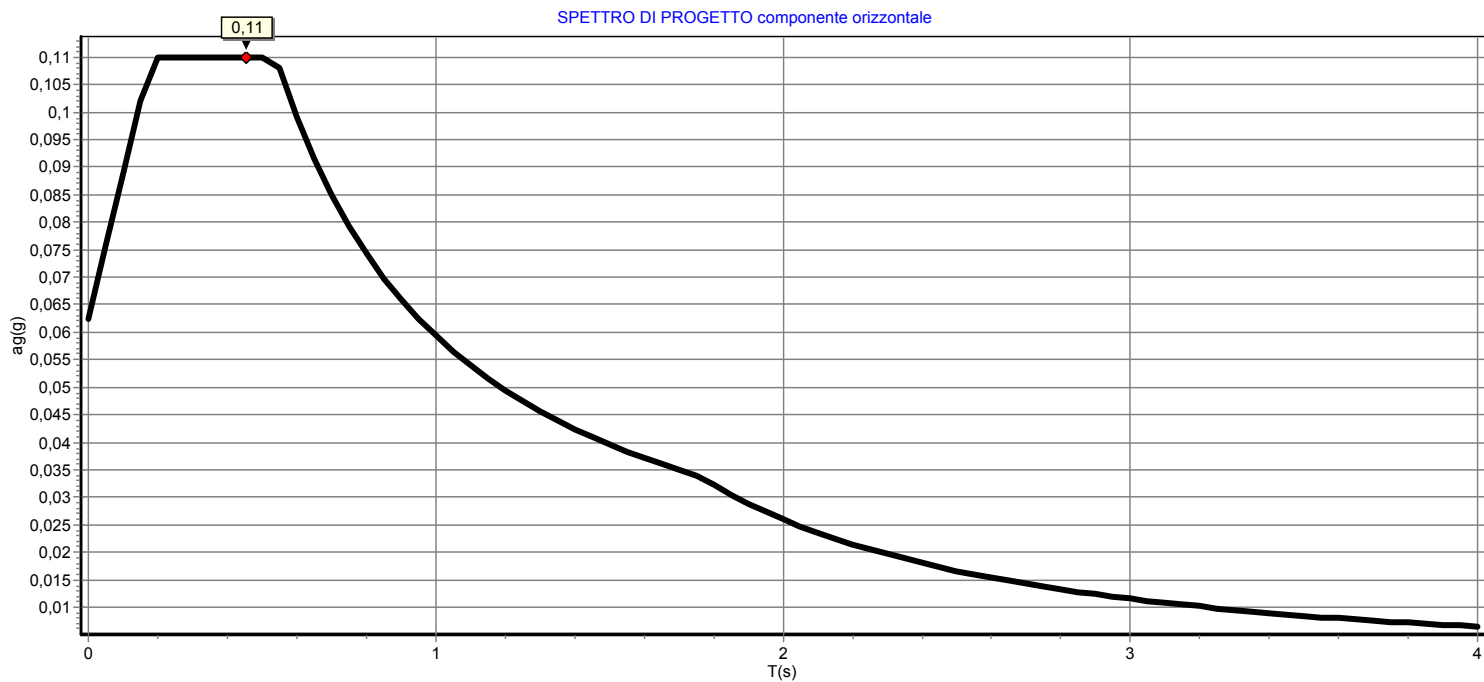
Angolo di attrito (°):	26
Densità relativa (%):	40
Coesione(kg/cm ^q):	0,2
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1750
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	100
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cm ^q /s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cm ^q):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza N _q :	0
Fattore di portanza N _c :	0
Fattore di portanza N _y :	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n. _____

2

Descrizione litologica:

Ghiaia e sabbia	
Angolo di attrito (°):	33
Densità relativa (%):	60
Coesione(kg/cmq):	0,01
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1850
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2050
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	300
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza Nq:	0
Fattore di portanza Nc:	0
Fattore di portanza Ny:	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



Accel.sismica max terreno(g):0,062 Coef.sismico orizzontale struttura (k_h)(g):0,11 Inclinazione del carico dovuta al sisma(°):6,272

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 45,942742 [°]

longitudine: 8,829352 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	10036	45,945460	8,822737	594,1
Sito 2	10037	45,948180	8,894389	5064,8
Sito 3	10259	45,898250	8,898320	7275,8
Sito 4	10258	45,895530	8,826699	5253,7

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,015	2,579	0,156

Danno (SLD)	63	50	0,018	2,547	0,165
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,039	2,642	0,284
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,047	2,689	0,307

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,003	0,001	0,143	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,180	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,008	0,004	0,380	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,009	0,005	0,459	0,200

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

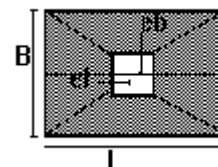
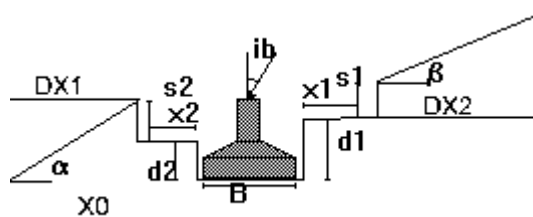
Località: Strada Statale n. 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica preliminare fondazioni fabbricato commerciale

Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	3
Lunghezza della base L (m):	3
Profondità di posa lato destro d1(m):	0,5
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	0,5
Profondità scavo destro s1(m):	0,5
Profondità scavo sinistro s2(m):	0,5
Inclinazione pendio a valle α (°):	0
Inclinazione pendio a monte β (°):	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B(°):	0
Inclinazione base lato L(°):	0
Inclinazione carico lato B ib (°):	0
Inclinazione carico lato L (°):	0
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Plinto





dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65-21030 - Castello Cabiaglio (VA)-+39 3470525229

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Via Strada Statale 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica fondazioni - tensioni amm.

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 11.03.1988

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	3
Lunghezza della fondazione (m):	3
Profondità di posa lato destro(m):	1
Profondità di posa lato sinistro (m):	1

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

Ic: Iq: Iy:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza globale:	3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Carico limite (kg/cmq):	14,68
Carico ammissibile(kg/cmq):	4,89
Carico di verifica dei cedimenti (kg/cmq):	3
Profondità del cuneo efficace (m):	2,82
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0



dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65-21030 - Castello Cabiaglio (VA)-+39 3470525229

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Strada Statale n. 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica preliminare fondazioni fabbricato commerciale

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 14.01.2008 App.I Comb.2 condizioni non drenate Combinazione delle azioni: sismica

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	3
Lunghezza della fondazione (m):	3
Profondità di posa lato destro (m):	0,5
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,5

Metodo di calcolo: Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc: 1,52 Sq: 1,52 Sy: 0,6

Fattori di profondità

Dc: 1,07 Dq: 1,05 Dy: 1

Fattori inclinazione carico

lc: 0,73 lq: 0,75 ly: 0,67

Fattori inclinazione pendio

Gc: 1 Gq: 1 Gy: 1

Fattori inclinazione base

Bc: 1 Bq: 1 By: 1

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: 1 Zq: 1 Zy: 1

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1,25
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1,4
Coefficiente di sicurezza globale:.....	1,8
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,94
Profondità del cuneo efficace (m):	2,76
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,062

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Via Strada Statale 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica fondazioni - tensioni amm.

RIASSUNTO DEL CALCOLO DEI CEDIMENTI

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	<input type="text" value="3"/>
Lunghezza della fondazione (m):	<input type="text" value="3"/>
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	<input type="text" value="3"/>

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	<input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/>
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	<input type="text" value="30"/>
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	<input type="text" value="n.c."/>
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	<input type="text" value="n.c."/>

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	<input type="text" value="10,4"/>	<input type="text" value="18,4"/>	<input type="text" value="10,4"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. incoerenti (mm):	<input type="text" value="10,4"/>	<input type="text" value="18,4"/>	<input type="text" value="10,4"/>

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	<input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/>
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	<input type="text" value="20"/>

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. coesivi (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	<input type="text" value="10,4"/>	<input type="text" value="18,4"/>	<input type="text" value="10,4"/>
Max cedim. differenziale(mm):	<input type="text" value="8"/>		
Massima distorsione (%):	<input type="text" value="0,37835"/>		

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Via Strada Statale 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica fondazioni - tensioni amm.

RIASSUNTO DEL CALCOLO DEI CEDIMENTI

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	<input type="text" value="3"/>
Lunghezza della fondazione (m):	<input type="text" value="3"/>
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	<input type="text" value="2"/>

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	<input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/>
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	<input type="text" value="30"/>
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	<input type="text" value="n.c."/>
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	<input type="text" value="n.c."/>

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	<input type="text" value="6,7"/>	<input type="text" value="11,9"/>	<input type="text" value="6,7"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. incoerenti (mm):	<input type="text" value="6,7"/>	<input type="text" value="11,9"/>	<input type="text" value="6,7"/>

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	<input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/>
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	<input type="text" value="20"/>

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. coesivi (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	<input type="text" value="6,7"/>	<input type="text" value="11,9"/>	<input type="text" value="6,7"/>
Max cedim. differenziale(mm):	<input type="text" value="5,2"/>		
Massima distorsione (%):	<input type="text" value="0,24503"/>		

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Strada Statale n. 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica preliminare fondazioni fabbricato commerciale

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	3
Lunghezza della fondazione (m):	3
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	1,94

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	8,7	15,4	8,7
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	8,7	15,4	8,7

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	0	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	8,7	15,4	8,7
Max cedim. differenziale(mm):	6,7		
Massima distorsione (%):	0,3156		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione flessibile

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm): 0



dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65-21030 - Castello Cabiaglio (VA)-+39 3470525229

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Strada Statale n. 233 - Cugliate Fabbiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica preliminare fondazioni fabbricato commerciale

Modulo di reazione del terreno di fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	3
Lunghezza della fondazione (m):	3

Metodo di Vesic completo

Modulo elastico medio del terreno (kg/cmq):	302
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm):	0,35
Modulo elastico della fondazione(kg/cm):	0
Momento d'inerzia della fondazione (cm ⁴):	0

Metodo di Vesic semplificato

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm):	302
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm):	0,35

Metodo di Terzaghi (da SPT)

Nspt medio nel terreno di fondazione :	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Terzaghi (da piastra)

k misurato nella prova di carico (kg/cm):	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Bowles

Cedimento del terreno di fondazione (cm):	0
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm):	0

RISULTATI

Metodo di calcolo utilizzato:	Metodo di Vesic semplificato
Modulo di reazione (kg/cm):	1,15



dott. geol. Domenico De Dominicis

Via G. Mazzini, 65-21030 - Castello Cabiaglio (VA)-+39 3470525229

Committente: Erre - S Costruzioni Srl

Località: Via Strada Statale 233 - Cugliate Fabiasco (VA)

Data: Aprile 2013

Riferimenti: Verifica fondazioni - tensioni amm.

Modulo di reazione del terreno di fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	3
Lunghezza della fondazione (m):	3

Metodo di Vesic completo

Modulo elastico medio del terreno (kg/cmq):	402,67
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cmq):	0,35
Modulo elastico della fondazione(kg/cmq):	0
Momento d'inerzia della fondazione (cm4):	0

Metodo di Vesic semplificato

Modulo elastico medio del terreno (kg/cmq):	402,67
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cmq):	0,35

Metodo di Terzaghi (da SPT)

Nspt medio nel terreno di fondazione :	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Terzaghi (da piastra)

k misurato nella prova di carico (kg/cm):	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Bowles

Cedimento del terreno di fondazione (cm):	0
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm):	0

RISULTATI

Metodo di calcolo utilizzato:	Metodo di Vesic semplificato
Modulo di reazione (kg/cm):	1,53