

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VENEZIA

COMUNE DI CAMPAGNA LUPIA

PROCEDURA DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A V.I.A. AI SENSI DELL'ART. 19 DEL D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. PER LA MODIFICA DELL'ATTUALE IMPIANTO DI GESTIONE RIFIUTI NON PERICOLOSI SITO NEL COMUNE DI CAMPAGNA LUPIA (VE) STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Committente:

IDEA S.r.l.

Sede legale:

Via Marzabotto n°18
30010 CAMPAGNA LUPIA
Cod. Fisc. e P.I. 01956410276

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA, CARATTERIZZAZIONE
GEOTECNICA E SISMICA

Elaborato:

S6

Il geologo:

Dott. Geol. Francesco Morbin
Via Busiago, 106/2
35010 Marsango di Campo S. Martino (PD)
tel. 049/9620033
e-mail: info@serviziogeologici.it

Scala:

-

Data:

NOVEMBRE 2025

Il coordinatore:



SIMMOS s.r.l.

PIANI & PROGETTI
30173 Venezia-Mestre Via Martiri della Libertà 242/B
Tel.: 041-5352593 Fax: 041-2667322
Email: info@simmos.it Web: http://www.simmos.it
Email PEC: simmossrl@pec.it

firmato digitalmente

R.P.: Ing. Alberto Colella



File:

s2108dk92-0.pdf

Sost. il:

-

IL PRESENTE DISEGNO E' DI NOSTRA PROPRIETA' ED E' SOTTO LA PROTEZIONE DELLA LEGGE SULLA PROPRIETA' LETTERARIA, NE E' QUINDI VIETATA, PER QUALSIASI MOTIVO, LA RIPRODUZIONE E CONSEGNA A TERZI

rev.	data	descrizione	oper.	verif. R.C.	approv. D.T.
rev. 0	17/11/2025	PRIMA EMISSIONE	124	122	113
rev. 1	-	-	-	-	-

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025



REGIONE VENETO PROVINCIA DI VENEZIA
COMUNE DI CAMPAGNA LUPIA

Realizzazione di un capannone prefabbricato

**RELAZIONE GEOLOGICA, CARATTERIZZAZIONE
GEOTECNICA E SISMICA**

<i>Committente</i>	Idea Srl
<i>Ubicazione</i>	Via Marzabotto, 18 Campagna Lupia (VE)
<i>Data</i>	19 Gennaio 2024

Dott. Geol. Francesco Morbin



Rif. ID Commessa: C6982_geot

Servizi Geologici Srl

Via Busiago, 106/2- 35010 Marsano di Campo S. Martino (PD)

Tel: 049/9620033; e-mail: info@serviziogeologici.it

web: www.serviziogeologici.it Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

P. I. e C.F. 03769050281 COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025

SOMMARIO

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	4
Inquadramento Geologico e Geomorfologico.....	4
Inquadramento Idrogeologico	6
Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche di dettaglio	7
Estratto CTR	9
Inquadramento di dettaglio	10
Carta delle Fragilità.....	12
INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO	15
Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.)	15
Immagine satellitare con ubicazione delle indagini	16
Ricostruzione stratigrafica	17
INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA	20
Analisi della misura eseguita	22
CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	24
Azione sismica	24
Parametri sismici - Amplificazione stratigrafica e topografica	27
CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI.....	29
Cedimenti.....	32
VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE.....	34
CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI	36
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	38

Allegati

- Allegato 1: Prove penetrometriche statiche CPT
- Allegato 2: Report indagine sismica passiva HVSR
- Allegato 3: Parametri sismici locali
- Allegato 4: Report Verifiche Geotecniche
- Allegato 5: Verifica al Rischio di Liquefazione

PREMESSA

Per incarico del Committente è stata eseguita un'indagine geologica, geotecnica e sismica presso i terreni ricadenti nell'area di Via Marzabotto, 18, di proprietà della ditta Idea Srl, nel Comune di Campagna Lupia (VE).

L'indagine è stata effettuata allo scopo di definire il modello geologico del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e strutturali dell'area evidenziando, qualora presenti, gli elementi di pericolosità geologica del territorio.

Le indagini geognostiche in situ si sono svolte con le seguenti modalità:

- esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) che hanno raggiunto la profondità di -25,00 m da p.c.; è stato utilizzato un Penetrometro Statico PAGANI modello TG63-200 cingolato, attrezzato con punta Begemann;
- esecuzione di n. 1 indagine sismica passiva a stazione singola HVSR;
- rilievo della falda freatica.

L'elaborazione delle informazioni ricavate dalle indagini permette di fornire:

- la caratterizzazione ai fini geotecnici e sismici della serie litostratigrafica;
- il calcolo della capacità portante delle fondazioni;
- la verifica del rischio di liquefazione dei terreni.

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

- D.M. 17.01.18 – Aggiornamento NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.
- CIRCOLARE DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI DEL 21 GENNAIO 2019 N.7 “ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELL’AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI DI CUI AL D.M. 17.01.2018” (PUBBLICATA NEL SUPPLEMENTO ORDINARIO N.5 DELLA G.U. N.35 DEL 11.02.2019)
- ORDINANZA n° 3274 del 20.03.03 – PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.
- ORDINANZA DEL P.C.M. 28 APRILE 2006 N. 3519 – CRITERI GENERALI PER L’INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE E PER LA FORMAZIONE E L’AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI DELLE MEDESIME ZONE;
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA DELLA REGIONE VENETO N. 244 DEL 9 MARZO 2021 – AGGIORNAMENTO DELL’ELENCO DELLE ZONE SISMICHE DEL VENETO. D.P.R. 6 GIUGNO 2001, N. 380, ARTICOLO 83, COMMA 3; D. LGS 31 MARZO 1998, N. 112, ARTICOLI 93 E 94. D.G.R./CR N. 1 DEL 19/01/2021.

INQUADRAMENTO DELL'AREA

Le opere in progetto si collocano nel settore settentrionale del territorio comunale di Campagna Lupia e si inseriscono in un'area priva di evidenze morfologiche particolari e pianeggiante, posta ad una quota altimetrica di circa 2 m s.l.m.

Inquadramento Geologico e Geomorfologico

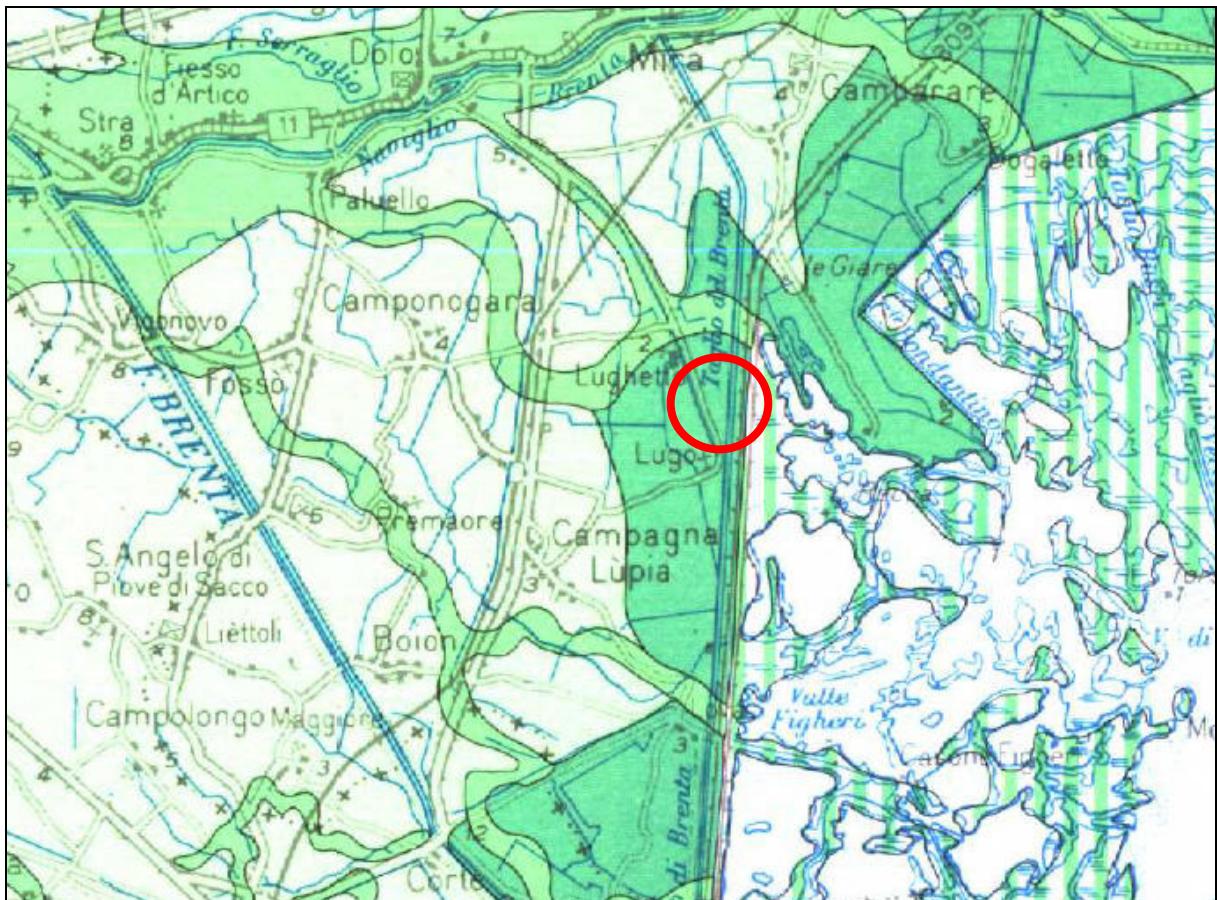
Il sito dal punto di vista geologico è ubicato nella bassa pianura alluvionale veneta; l'assetto geologico e stratigrafico risulta differenziato, per granulometria e composizione, in alternanze di livelli generalmente riconducibili a termini sabbiosi da un lato e limosi ed argillosi dall'altro. I sedimenti derivano dall'azione combinata del trasporto e deposizione operati in epoca quaternaria dai corsi d'acqua prealpini che scorrevano in questa porzione di territorio, tra i quali i fiumi Brenta e Bacchiglione. Le strutture sedimentarie derivano dalla sovrapposizione dei depositi delle conoidi fluviali di differente età, separate da spessi livelli limoso – argilosì di origine prevalentemente marina.

Sotto l'aspetto litologico, il sottosuolo dell'area è quindi composto in prevalenza da depositi alluvionali coerenti o pseudocoerenti con granulometria variabile da fine a molto fine (alternanza tra livelli argilosì limosi e livelli sabbiosi limosi).

Il territorio è pressoché pianeggiante, con una tendenza generale a degradare verso sud - est ed è contraddistinto dalla tipica morfologia imposta dal succedersi dei fenomeni di erosione, deposizione e divagazione operata dai fiumi Brenta e Bacchiglione che hanno percorso a più riprese questo tratto di pianura. In superficie, il succedersi di questi fenomeni fluviali è rappresentato dalle tracce dei paleoalvei i quali sono identificabili per lo più seguendo l'andamento di alcuni particolari depositi prevalentemente sabbiosi o, nelle aree non urbanizzate, attraverso la particolare morfologia che li contraddistingue (incisioni o dossi).

Il territorio comunale, a livello regionale, ricade a nord dell'asta del Fiume Brenta, che da Stra verso SE presenta un percorso attualmente rettificato; la pianura in cui ricade il territorio di Campagna Lupia rappresenta, dal punto di vista geomorfologico, la porzione terminale del sistema deposizionale olocenico del Brenta.

Nelle immediate vicinanze il sito è circondato da aree principalmente destinate ad uso agricolo, il cui assetto morfologico naturale ha mantenuto pressoché invariate le sue caratteristiche, mentre lungo le strutture viarie principali tali caratteristiche morfologiche naturali sono state fortemente modificate dall'intervento antropico.



Estratto della Carta Geomorfologica della Regione Veneto

	Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti delle vallate alpine e pre-alpine e della fascia di conoidi pedemontane (Pleistocene e Olocene) (Adige, Garda, Valli Lessinee, Agno, Chiampo, Astico, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento)
	Depositi fluviali della pianura alluvionale recente (Po, Adige, Bacchiglione, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento)
	Fascia di divagazione delle aste fluviali attuali e recenti (Paleo-alvei); nel tratto medio e terminale dell'asta fluviale i depositi assumono a volte un risalto positivo tipico degli argini naturali (Po, Adige, Brenta, Piave, Tagliamento)

Il territorio è caratterizzato dalla diffusa presenza di tracce fluviali, in particolare i numerosi dossi fluviali che si dirigono verso il mare; essi sono riconducibili ad antiche direttive del Brenta, pensili rispetto la pianura circostante. Essi sono costituiti da sedimenti depositatisi in ambiente di alveo attivo e sono di granulometria sabbiosa. Le naturali deviazioni nel corso dei secoli erano determinate da eventi quali rotture arginali.

Molto pronunciato risulta il dosso di Strà nel quale ha sede l'attuale corso del Naviglio Brenta da Strà ad Oriago. Alcuni dossi minori si dipartono dal fianco meridionale del dosso di Strà e

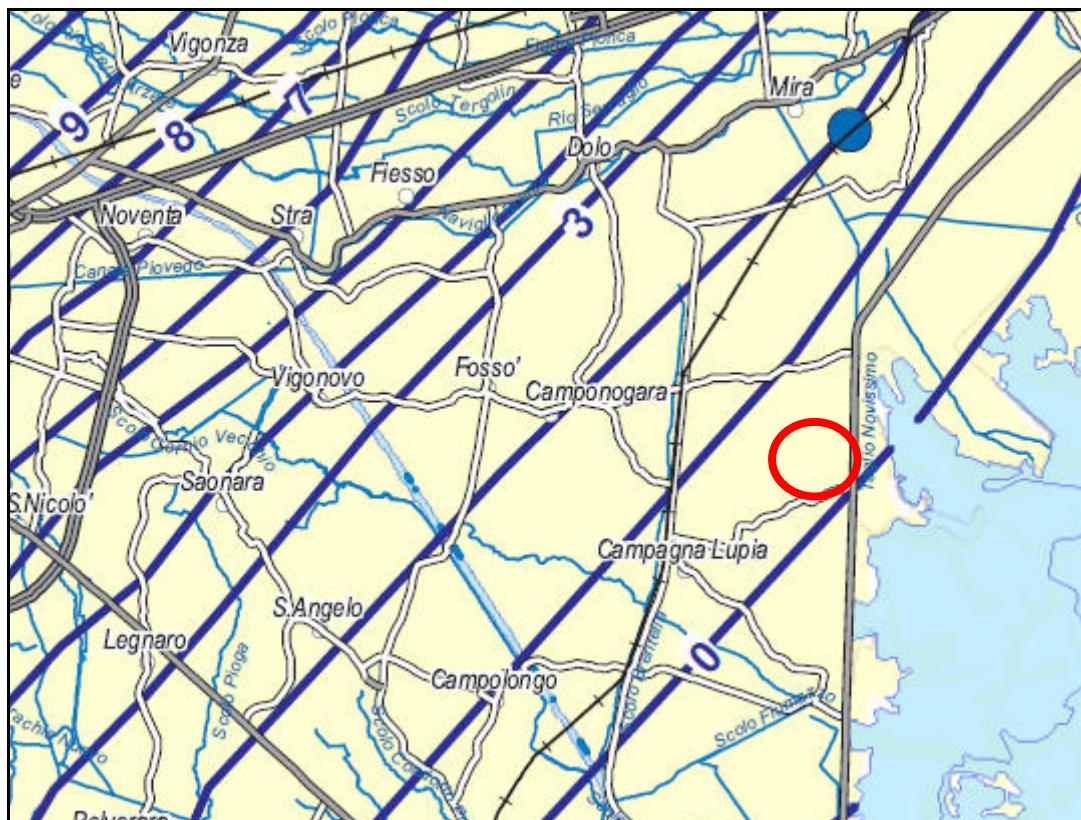
tutti presentano direzione NO-SE. Tra questi, nei pressi di Vigonovo ha origine il dosso di Fossò che prosegue in direzione SE verso la località di Bojon.

Inquadramento Idrogeologico

Il sito in esame si inserisce all'interno di un'area caratterizzata da una struttura idrogeologica complessa, caratterizzata dall'alternanza di materiali che possiedono valori di permeabilità differenti; questa situazione stratigrafica dà origine ad un sistema idrogeologico costituito dalla presenza di un acquifero freatico superficiale, il cui livello piezometrico statico si trova in quest'area a profondità di circa 1,0 – 2,0 m da piano campagna, e da una serie di acquiferi confinati sovrapposti.

L'alimentazione principale di questi corpi idrici può essere individuata nella dispersione che si verifica, a nord della fascia delle risorgive, lungo le aste fluviali dei principali corsi d'acqua nella zona dell'alta Pianura Alluvionale Veneta, dove esiste un materasso alluvionale ghiaioso uniforme nel quale è allocata un'unica potente falda freatica.

Dall'analisi della carta delle isofreatiche della Regione Veneto, la direzione di deflusso generale nella porzione di territorio dove insiste il sito in esame segue all'incirca la direttrice NW-SE, con gradienti idraulici estremamente modesti.



Estratto Carta delle isofreatiche della Regione Veneto

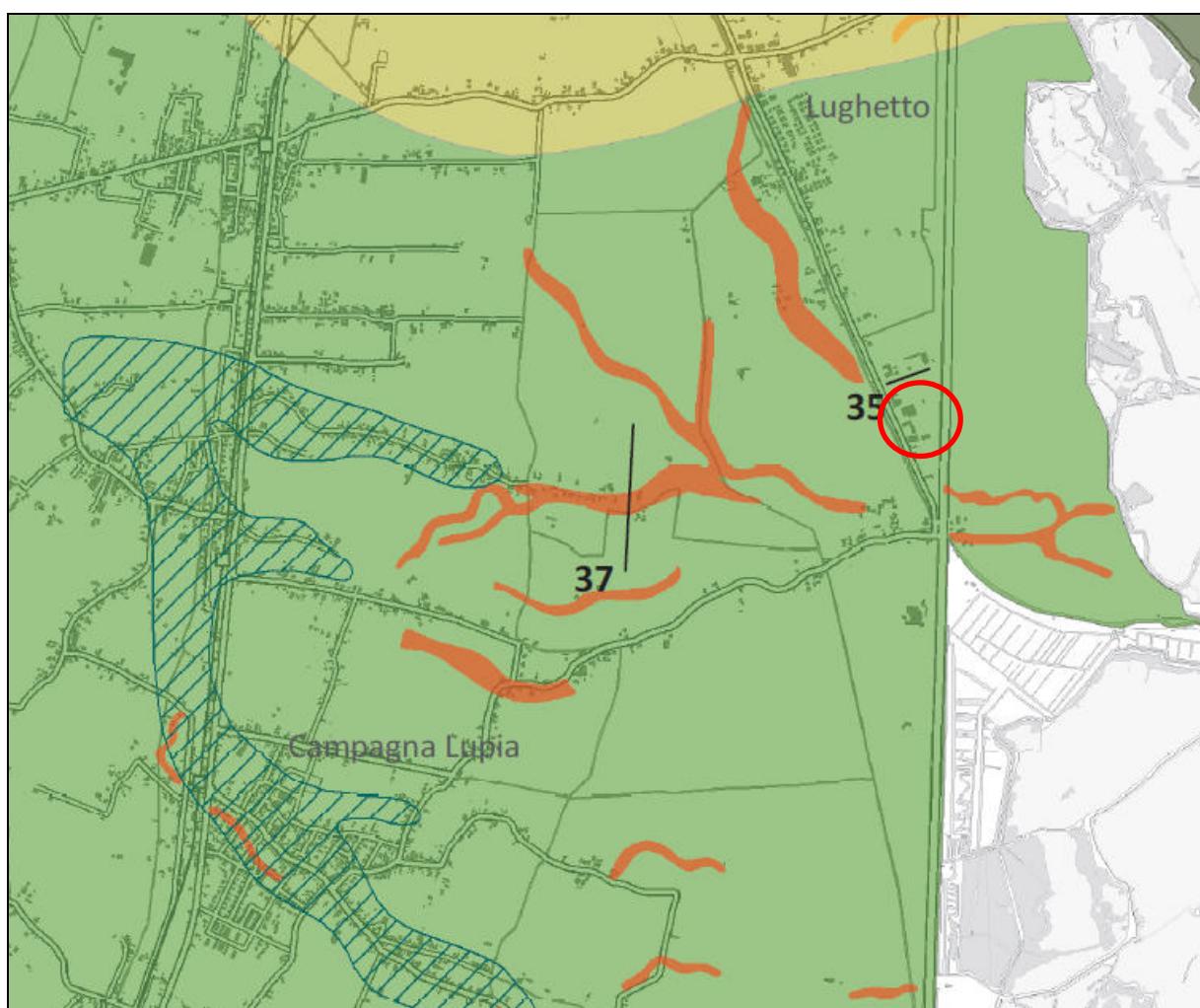
Il sito ricade tra le isofreatiche di 0 e 1 m s.l.m.. La direzione di deflusso è comunque localmente e periodicamente variabile a seconda dell'azione esercitata dai corsi d'acqua che attraversano l'area in esame e a causa della complessa struttura idrogeologica che caratterizza questa zona di pianura.

Il principale corso d'acqua che ha modellato il territorio in esame è il Fiume Brenta, il cui corso in questo tratto di pianura ha un letto artificialmente rettificato e direzione generale NW-SE. A nord scorre invece il Naviglio Brenta con direzione W-E e andamento sinuoso.

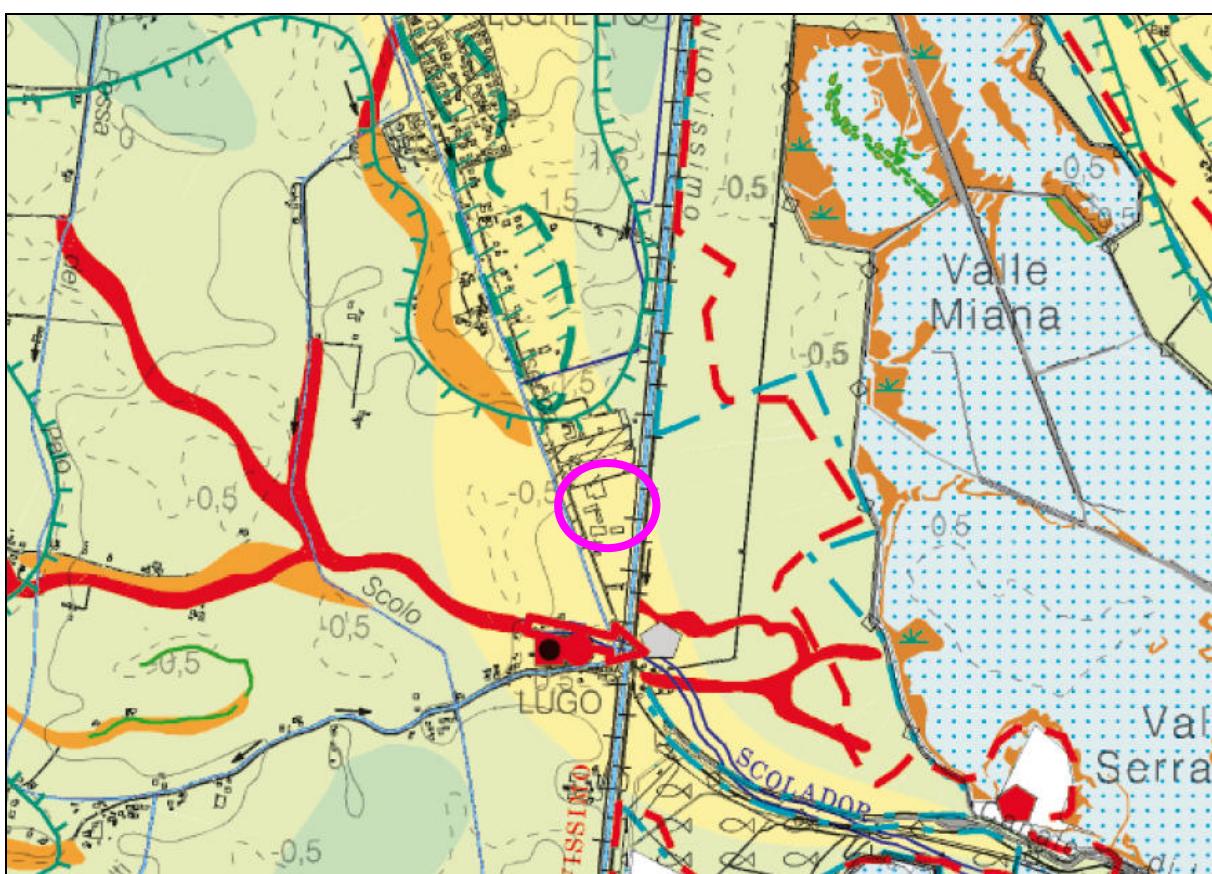
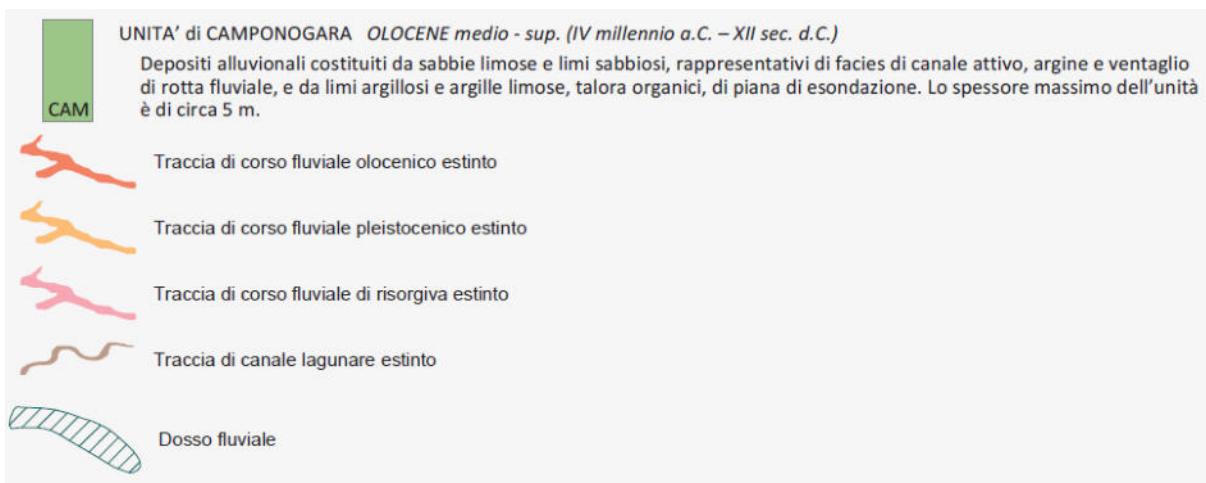
Sul territorio è presente inoltre una rete di scoli e fossati per la regimazione delle acque meteoriche.

Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche di dettaglio

Per meglio inquadrare il territorio in cui ricade il sito indagato si riportano degli estratti della cartografia della Provincia di Venezia.



Estratto dalla Carta Litologica della Provincia di Venezia



Estratto dalla Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia



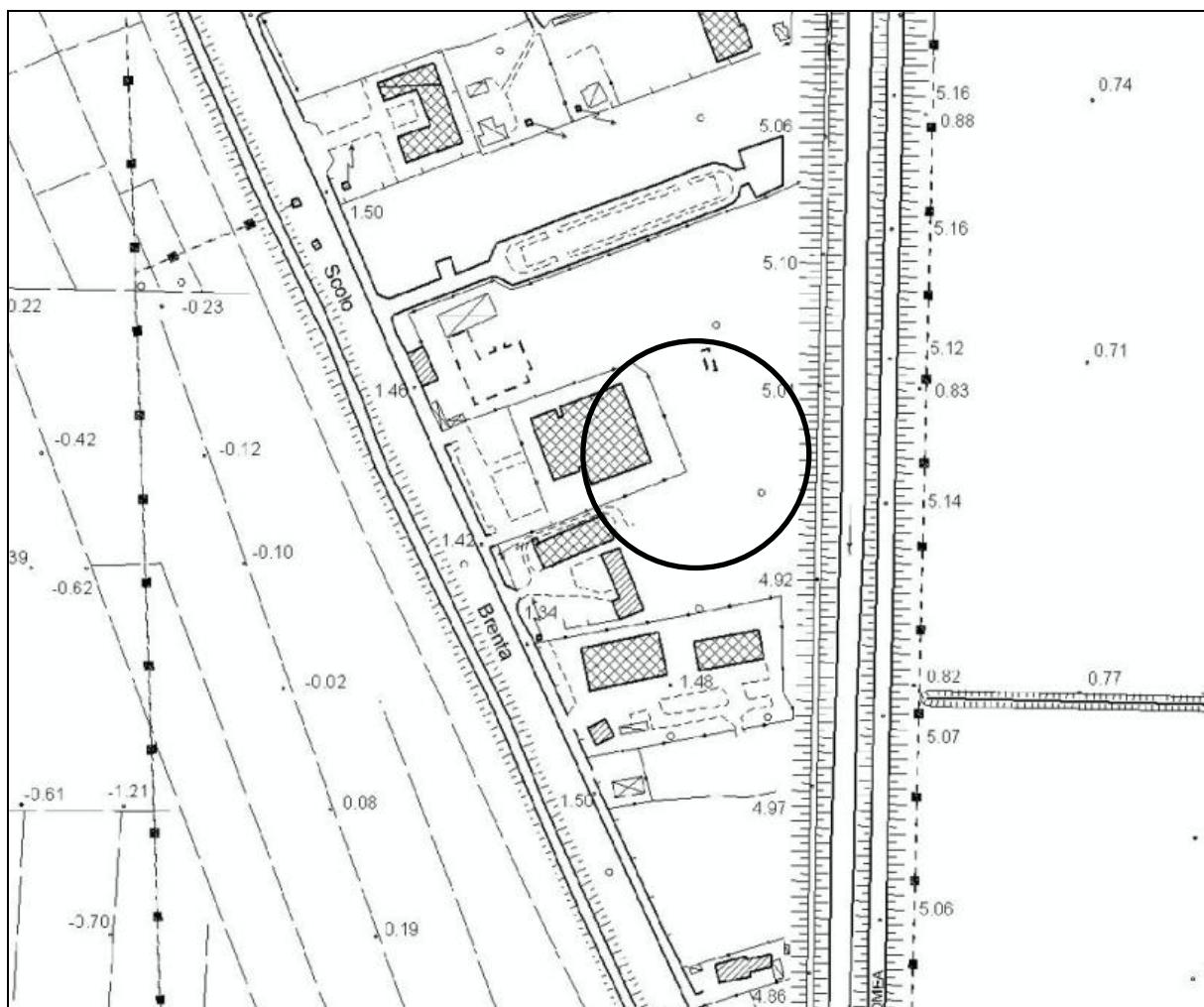
Dall'osservazione della carta litologica della provincia di Venezia, risulta che il sito si pone nel settore dominato dall'Unità di Camponogara, la quale è caratterizzata da depositi alluvionali da sabbiosi e sabbioso - limosi di facies di canale attivo, argini e ventagli di rotta fluviale, a depositi argilloso limosi di piana di esondazione.

La carta geomorfologica della provincia di Venezia pone il sito in una zona al margine del dosso con tessitura prevalentemente sabbiosa.

Estratto CTR

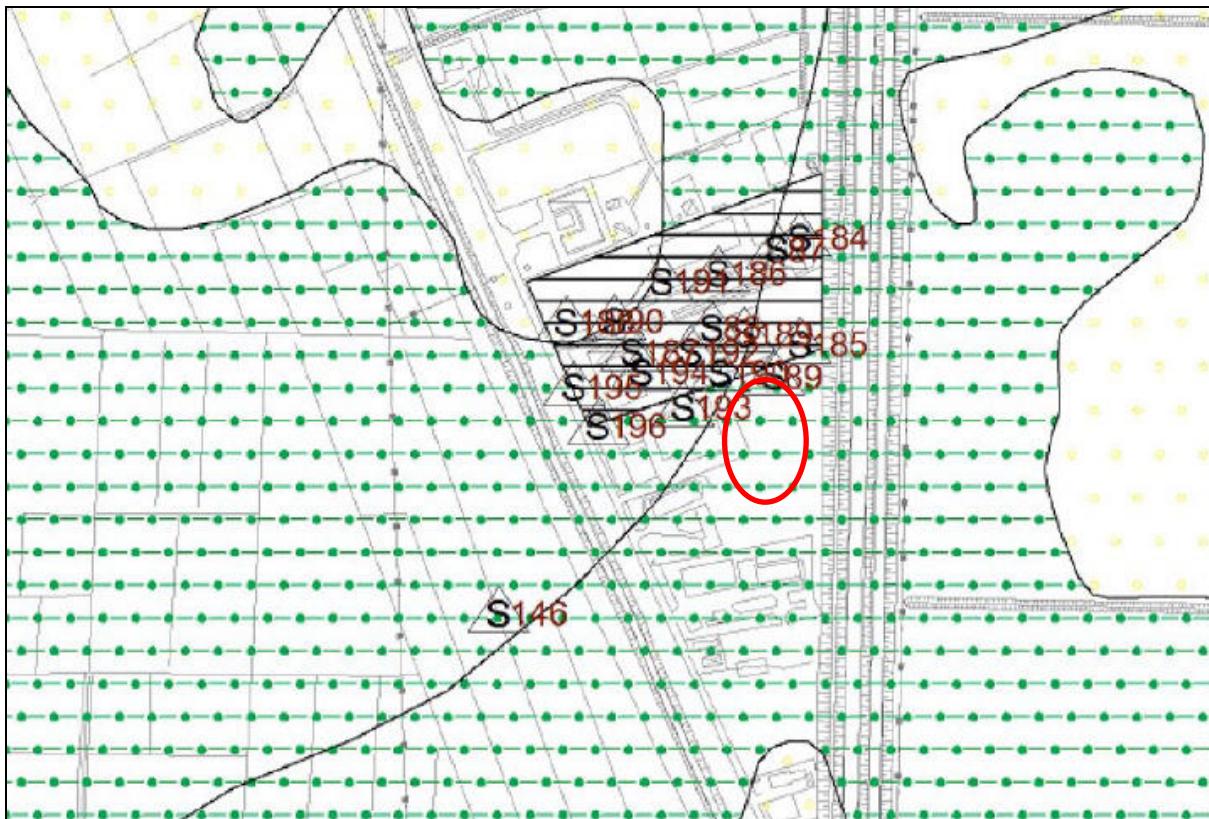
Elemento 148022 Lugo

Scala originaria 1:5.000



Inquadramento di dettaglio

Si riportano di seguito gli estratti della cartografia locale estratta dai documenti del PAT di Campagna Lupia, al fine di inquadrare nel dettaglio la situazione dell'area in oggetto.



Estratto della carta geologica del PAT di Campagna Lupia

Materiali alluvionali, morenici, fluvioglaciali, lacustri, palustri e litorali



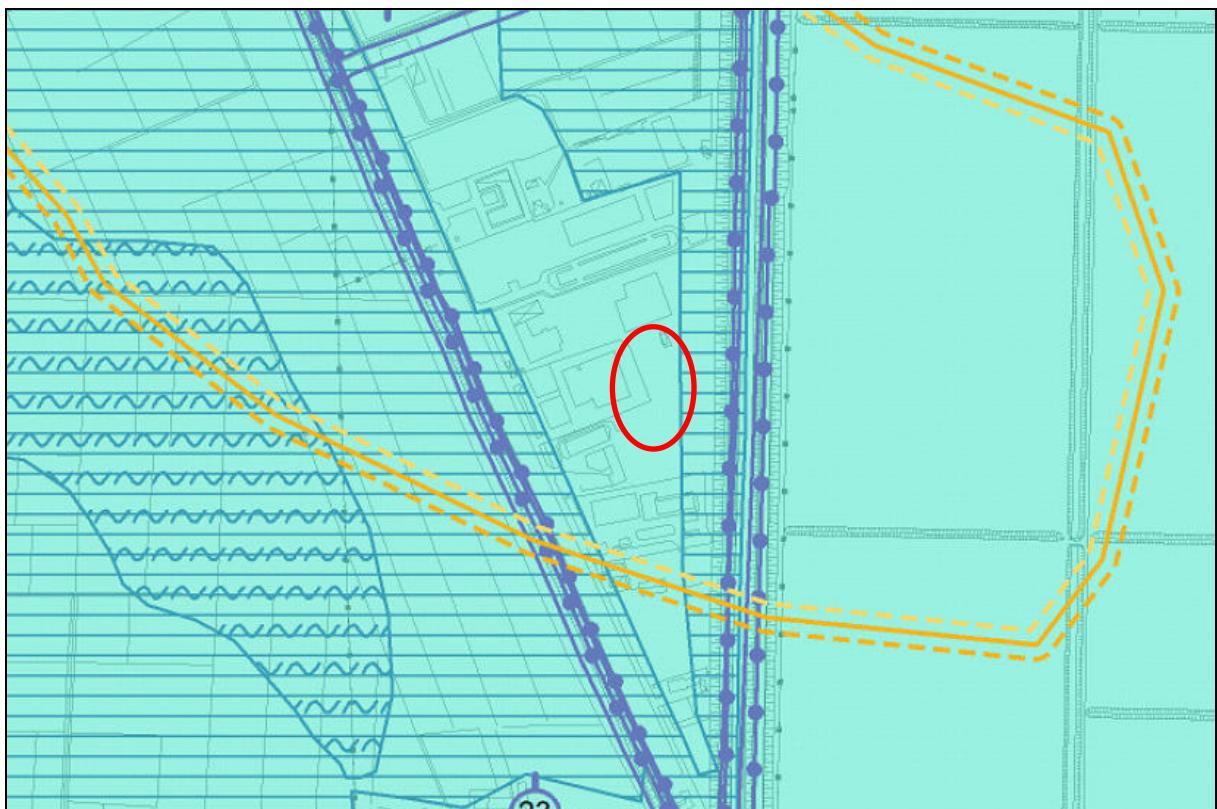
Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa



Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa

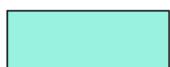


Materiali di riporto



Estratto della carta idrogeologica del PAT di Campagna Lupia

Acque sotterranee



Area con profondità falda freatica compresa tra 0 e 2 m. dal p.c.

Vulnerabilità idraulica



Vulnerabilità alta



Vulnerabilità media

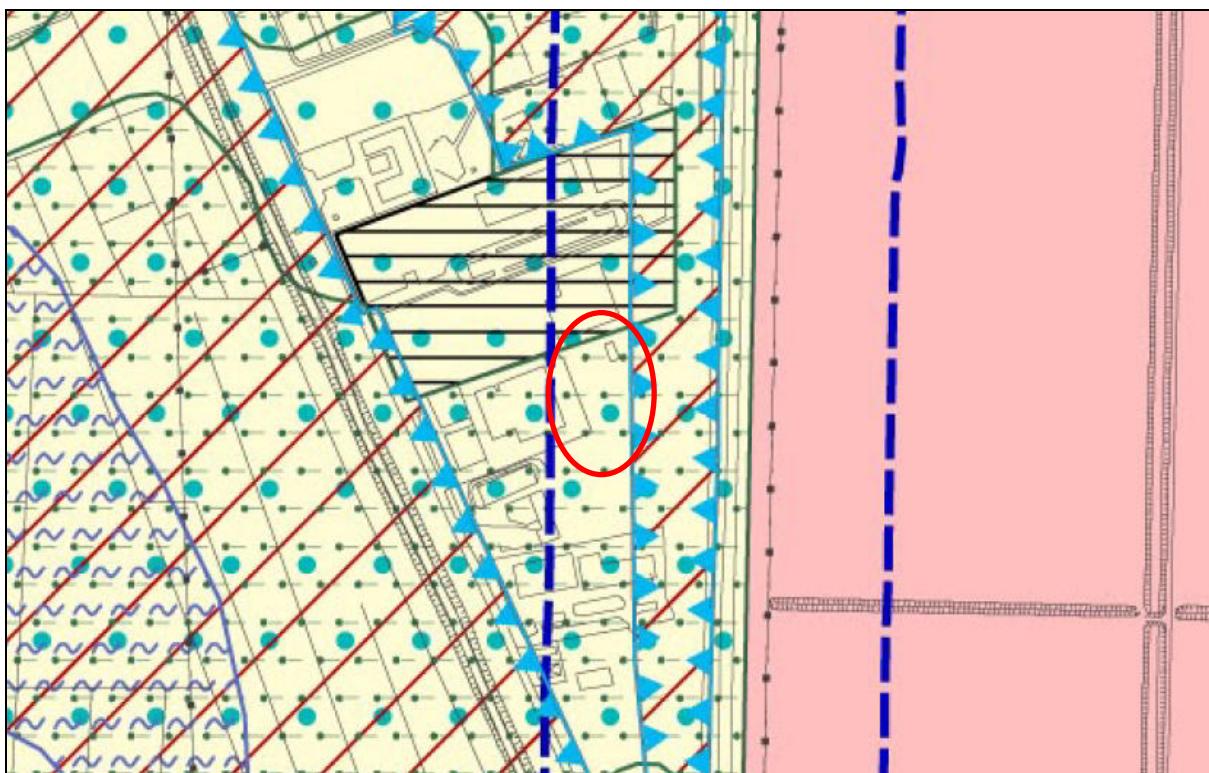


Vulnerabilità bassa

Per la cartografia estratta dal PAT comunale risulta che il sito in oggetto si pone su materiali alluvionali a matrice prevalentemente argillosa e limosa; si nota comunque la presenza di un'ex area di cava immediatamente a Nord che interessa la porzione marginale dell'edificio di progetto. Dal punto di vista idrogeologico l'area si pone in zona con profondità della falda superficiale e prossima al piano campagna; oltre che in area di bassa vulnerabilità.

Carta delle Fragilità

La carta delle fragilità fornita dal PAT comunale inserisce il sito in un'area idonea a condizione per profondità inferiore a due metri dal piano campagna e per la presenza di materiali argillosi e limosi che possono determinare il verificarsi di comportamenti anomali del terreno. Si rimanda a quanto descritto all'art. 17 e 18 delle NTA.



Estratto della carta delle fragilità del PAT di Campagna Lupia

Compatibilità geologica art. 17 N.T.A.

- Area non idonee
- Area idonee - Non presenti

Area idonee a condizione:

- | | |
|--|--|
| | A - Profondità falde inferiore ai due metri |
| | B - Aree a rischio di allagamento con Tr di 50 anni e aree allagate storicamente |
| | C - Aree a deflusso difficoltoso |
| | D - Terreni limosi ed argillosi |
| | E - Aree interessate da cave |
| | F - Aree a rischio di allagamento con Tr inferiore ai 20 anni |

Area a dissesto idrogeologico art 18 N.T.A.

- Area esondabile o a ristagno idrico

Aree idonee alla trasformazione con condizioni

3. La maggior parte del territorio è sottoposto ad idoneità a condizione, in relazione alle situazioni di pericolosità riscontrate ed alle specifiche di carattere idraulico che rappresentano i vincoli maggiori per il territorio. In queste aree oltre alle specifiche indicate per i terreni idonei dovranno essere valutate e realizzate opportune indagini e/o opere come di seguito riportato.

Terreni idonei a condizione tipo A): aree in cui, in coincidenza con condizioni meteo particolari, si osserva l'innalzamento della falda freatica ed in alcune zone l'azzeramento del franco di bonifica.

4. In queste zone la trasformabilità è condizionata alla preventiva progettazione di sistemi e/o interventi relativi ai singoli edifici che considerino la presenza della falda in prossimità del piano campagna.

5. Nelle situazioni di maggiore penalità di tipo idrogeologico è sconsigliata la realizzazione di volumi sotterranei e, in ogni caso, dovranno essere previste soluzioni specifiche finalizzate alla possibilità di realizzare volumi al di sotto del piano campagna e garantire questi ultimi da allagamenti causati dalle acque di falda. Tale situazione dovrà essere specificamente presa in considerazione nell'ambito del PI con precise indicazioni progettuali e valutazioni del rischio di allagamento, sollevando l'amministrazione ed i tecnici da qualsiasi richiesta di danno o di risarcimento per eventi legati all'innalzamento della falda freatica.

Terreni idonei a condizione tipo D): terreni in cui le condizioni complessive possono presentare elementi di riduzione delle caratteristiche di idoneità alla edificazione a causa della presenza di terreni con modeste caratteristiche geotecniche.

11. Gli interventi in queste zone dovranno essere preceduti da indagini di tipo geologico che permettano di definire e caratterizzare localmente gli elementi precedentemente indicati nell'area direttamente interessata dagli interventi medesimi e nelle zone limitrofe.

12. In particolare dovranno essere approfonditi gli aspetti relativi alla presenza di paleoalvei ed alle relative condizioni idrogeologiche statiche e dinamiche, mentre nelle zone interessate da dossi fluviali a frazione sabbiosa prevalente dovrà essere stimato caso per caso lo spessore dell'orizzonte sabbioso in relazione al piano di posa delle fondazioni e valutate le relative considerazioni di carattere geotecnico.

13. Nel caso di edificazione di nuovi edifici o di interventi su edifici esistenti che modifichino quantitativamente e qualitativamente la distribuzione dei carichi sul terreno, all'interno di queste aree, dovranno essere svolte indagini geologiche, geotecniche e idrogeologiche che permettano di determinare in modo preciso la situazione idrogeologica e la caratterizzazione

geotecnica dei terreni di fondazione. Le indagini geotecniche potranno prevedere l'utilizzo di tecnologie indirette o dirette come prove penetrometriche statiche o dinamiche, e nel caso di edifici di particolare importanza volumetrica o di carico dovranno essere realizzati sondaggi con l'esecuzione di prove fondo foro e/o raccolta di campioni per la realizzazione di specifiche prove geotecniche di laboratorio. Nel caso di presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti potranno essere adottate soluzioni per i manufatti di fondazione che prevedano la distribuzione del carico, la diminuzione del carico stesso o l'utilizzo di fondazioni profonde o indirette tramite l'utilizzo di pali, da prevedersi in relazione alla tipologia costruttiva ed all'importanza dell'edificio stesso. A solo titolo esemplificativo si possono citare fondazioni continue o a platea, materassi con materiale arido avvolti in geogriglia, fondazioni profonde o compensate; in casi specifici, in cui possono essere previsti cedimenti differenziali del terreno, potrà essere previsto anche il sovraccarico temporaneo del terreno.

INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.)

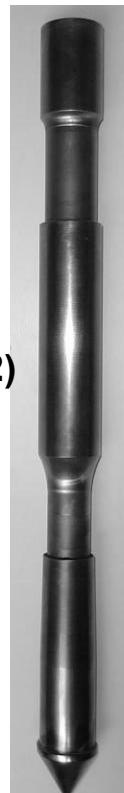
La prova C.P.T. consiste nell'infiggere nel terreno, ad una velocità costante pari a 2 cm/s, una punta conica standard (Tipo Begeman) **1)** sormontata da un manicotto di attrito laterale **2)**

La spinta necessaria viene trasmessa alla punta da un gruppo a pistoni idraulici che sviluppa una forza massima di 20 t, mediante una batteria di tubi ed aste.

Ogni 20 cm di avanzamento vengono misurati, mediante cella di carico a trasduzione digitale, i seguenti valori:

R_p resistenza di punta espressa in Kg/cm²

R_t resistenza totale (resistenza di punta e resistenza laterale) espressa in Kg/cm²

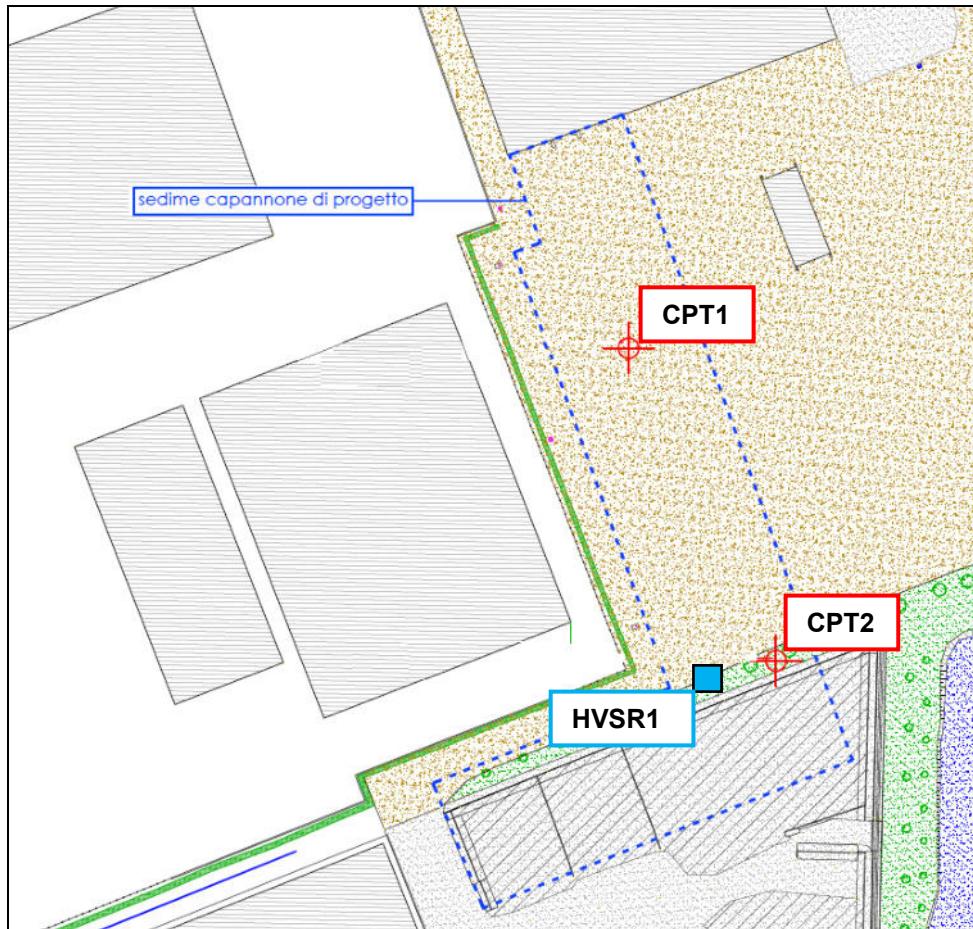
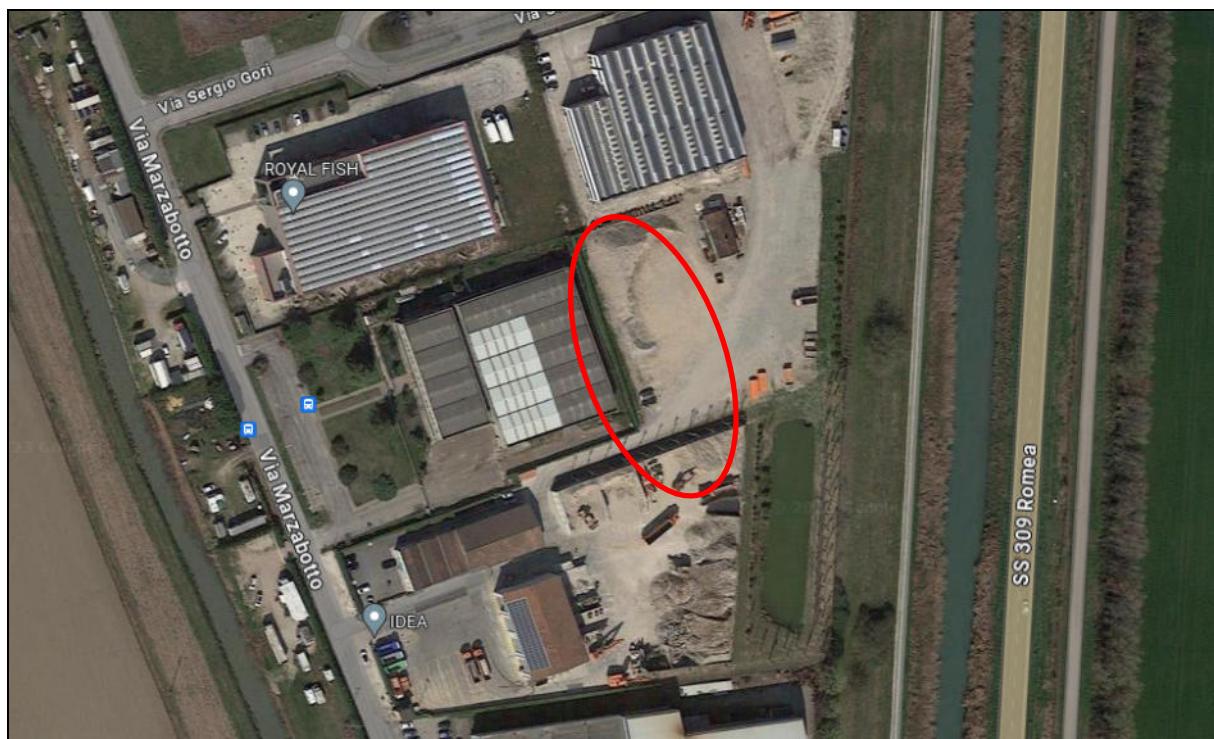


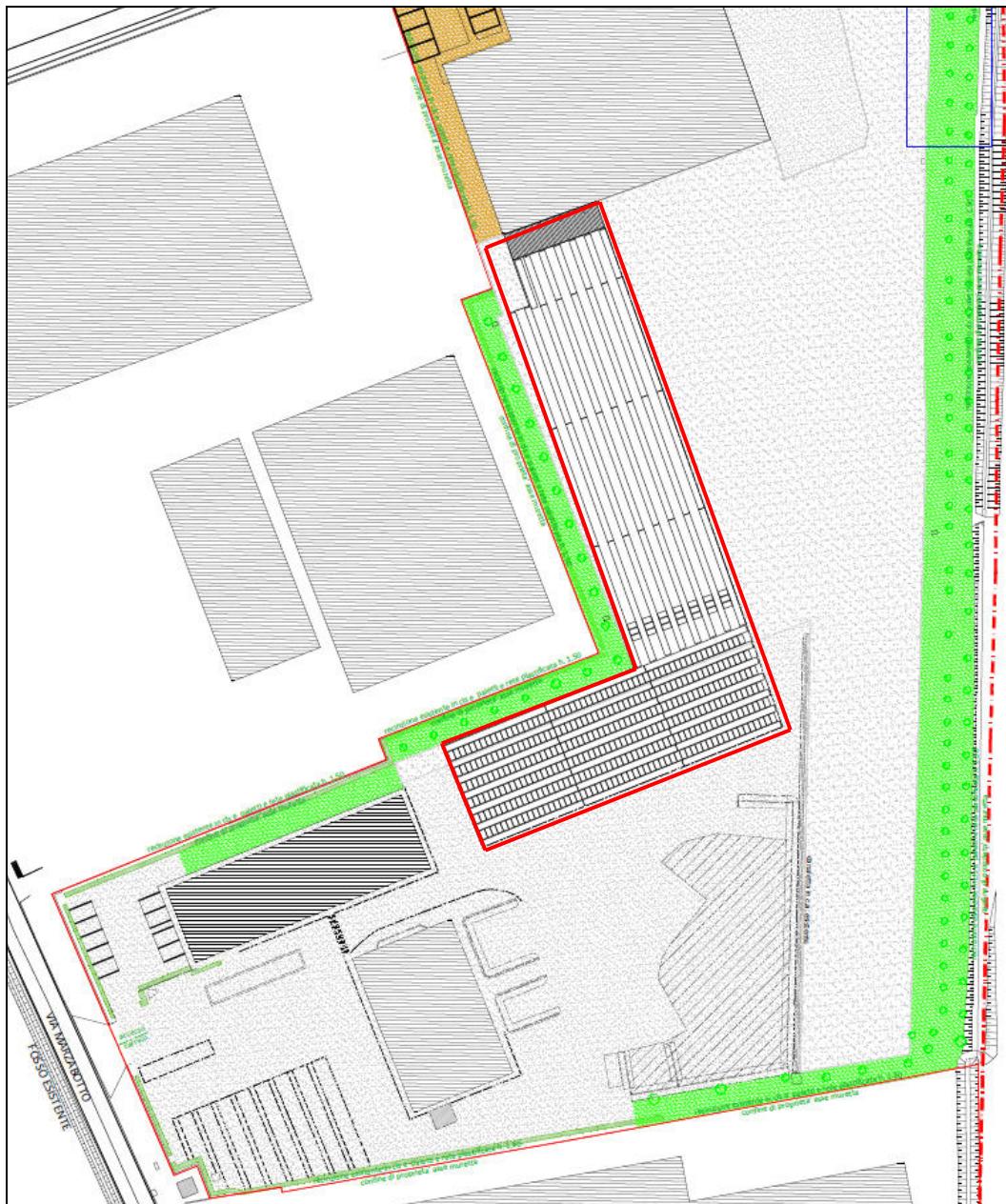
1)

L'elaborazione di questi dati permette di individuare la sequenza stratigrafica dei terreni attraversati e grazie a formule empiriche e correlazioni grafiche (Schmertmann) si possono ottenere con sufficiente attendibilità i parametri geotecnici necessari alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

A causa della distanza intercorrente fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale viene correlata, in fase di elaborazione con la corrispondente profondità di rilievo della R_p . L'intervallo di lettura può comportare talvolta, nel caso di terreni aventi stratificazione inferiore a 20 cm, la mancata individuazione di orizzonti potenzialmente rilevanti.

Immagine satellitare con ubicazione delle indagini



*Planimetria di progetto*

Ricostruzione stratigrafica

La tabella che segue riporta l'interpretazione litologica ed i parametri geotecnici stimati dalla prova penetrometrica eseguita in situ. I parametri geotecnici forniti sono da considerarsi come dati medi, stimati sulla base delle elaborazioni eseguite e sulle conoscenze dei terreni dell'area. Per un maggior dettaglio si rimanda alle elaborazioni fornite in [Allegato 1](#).

CPT1

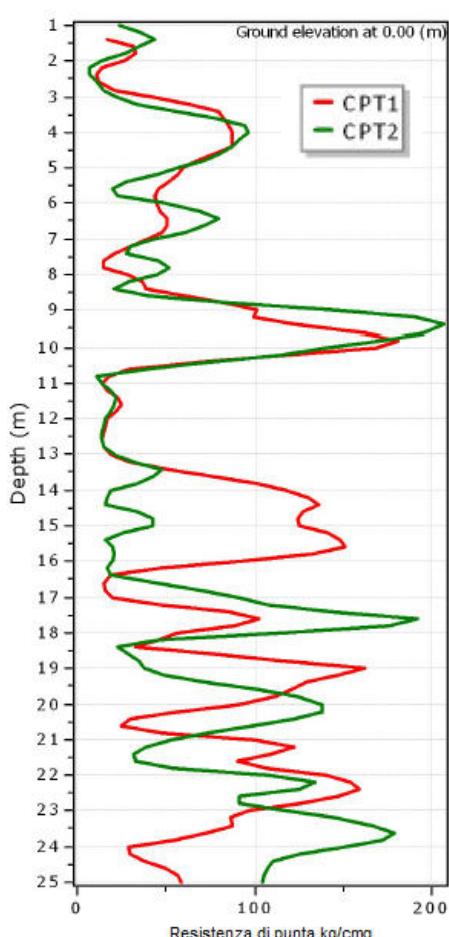
Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm ²]
0,00 – 1,20	Materiale superficiale	-	-
1,20 – 2,00	Sabbia limosa	28	-
2,00 – 2,80	Argilla molle	-	0,4
2,80 – 4,80	Sabbia moderatamente addensata	30 - 31	-
4,80 – 7,20	Sabbia limosa	30	-
7,20 – 8,60	Argilla e limo	-	0,7
8,60 – 10,40	Sabbia addensata	34 – 35	-
10,40 – 13,20	Argilla	-	0,6 – 0,7
13,20 – 16,00	Sabbia addensata	34	-
16,00 – 17,20	Argilla	-	0,5 – 0,6
17,20 – 25,00	Sabbia prevalente con livelli argilosì	34 - 35	0,8

CPT2

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm ²]
0,00 – 1,00	Materiale superficiale	-	-
1,00 – 1,80	Sabbia limosa	29	-
1,80 – 3,00	Argilla molle	-	0,3
3,00 – 5,20	Sabbia moderatamente addensata	30 - 31	-
5,20 – 8,60	Sabbia prevalente con livelli argilosì	30	0,7 – 0,8
8,60 – 10,40	Sabbia addensata	35 – 36	-
10,40 – 13,00	Argilla	-	0,6 – 0,7
13,00 – 16,60	Argilla e limo prevalenti con livelli sabbiosi	28	0,6 – 0,7
16,60 – 18,00	Sabbia addensata	34	-
18,00 – 25,00	Sabbia prevalente con livelli argilosì	35	0,8 – 0,9

Al termine dell'indagine penetrometrica non è stata rilevata la presenza di acqua all'interno dei fori di indagine a causa dell'occlusione degli stessi. Da dati bibliografici risulta che il livello freatico si pone ad una profondità massima di -2,00 m da p.c..

SI riporta di seguito la sovrapposizione dei grafici di resistenza alla punta delle due indagini eseguite in sito, al fine di valutare la continuità tra i livelli attraversati.



Il sito si pone nella bassa pianura veneta, limitrofa all'area lagunare di Venezia, quindi un ambiente deposizionale di bassa e bassissima energia in cui si sono depositi materiali a tessitura fine (argille, limi e sabbie limose). Nel passato il verificarsi di rotte arginali ha determinato il deposito di materiale anche granulare ma con continuità poco espressa.

La successione stratigrafica rilevata nelle due indagini evidenzia una situazione nel complesso omogenea almeno fino a -13 m, fatto salvo qualche differenza di ambito locale, cosa normale per l'ambiente deposizionale nel quale si inserisce il sito.

Superficialmente si rileva del materiale di riporto di recente posa dallo spessore di un metro, seguito da materiale sabbioso fino a -1,80/-2,00 m, oltre il quale si rinviene materiale argilloso con scadenti caratteristiche geotecniche fino a -2,80/-3,00 m da p.c.. Da questa profondità fino a -10,40 m in tutte e

due le prove prevalgono le tessiture sabbiose con valori di angolo d'attrito variabili nei vari strati; inoltre, nella prova CPT1 vi è un livello argilloso tra -7,20 m e -8,60 m, mentre nella CPT2 si rilevano degli orizzonti argillosi che intervallano con continuità la prevalenza sabbiosa. Queste presenze di materiale coesivo presentano poca continuità laterale e verticale, quindi si tratta di lenti argillose complessivamente ben presenti nell'area indagata. Tra -10,40 m e fino a -13,00/-13,20 m in ambedue le indagini si trova un livello argilloso con discrete caratteristiche geotecniche.

Oltre questa profondità la situazione inizia a diventare poco omogenea tra le due prove, infatti nella prova CPT1 si rileva un livello sabbioso addensato con buoni valori di addensamento fino a -16,00 m, seguito da un livello argilloso metrico; mentre nella prova CPT2 prevale la tessitura argillosa con qualche livello o lente a carattere granulare.

Infine in tutte e due le prove, ma con poca continuità in senso laterale, si rileva fino a fine indagini (-25,00 m da punti di prova) la prevalenza di materiale sabbioso con buoni valori di addensamento con presenza di livelli argillosi poco espressi.

INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

Come indicato dal vigente D.M. 17 gennaio 2018, al fine di definire le caratteristiche sismiche e stratigrafiche dell'area in questione, è stato utilizzato un tromografo digitale (mod. Tromino ®) che permette di indagare il sottosuolo in modo non invasivo e senza le difficoltà della sismica classica. Le caratteristiche principali della strumentazione utilizzata sono riportati nella tabella seguente.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

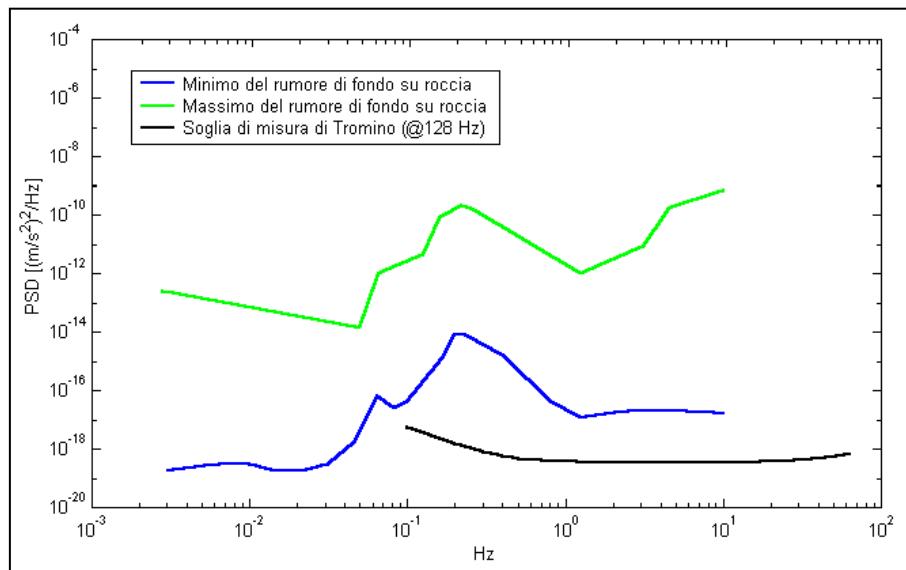
Numero di canali	3+1 analogici
Amplificatori	tutti canali con input differenziali
Rumore	< 0.5 µV r.m.s. @128 Hz sampling
Impedenza dell'input	10^6 Ohm
Range di frequenze	DC - 360 Hz
Frequenza di campionamento	16384 Hz per canale
Frequenze di sovraccampionamento	32x, 64x, 128x
Conversione A/D	equivalente a 24 bit
Massimo input analogico	51.2 mV (781 nV/digit)
Display grafico	grafico, 128 x 64 pixel, retroilluminato
Livella	a bolla d'aria, elevata precisione orizzontale, sensibilità 5' d'arco (0.083°)
Connessioni	porta USB, tipo B
Registrazione dati	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
Accoppiamento col terreno	su punte e cuscinetto reologico
Sensori	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, che risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica.

Viene chiamato generalmente microtremore perché riguarda oscillazioni molto piccole, inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sull'acquisizione dei microtremori si dicono passivi in quanto il "rumore" non viene appositamente generato, come avviene invece nel caso della sismica attiva, ma si utilizza appunto il rumore sismico ambientale, sempre presente naturalmente ovunque.

Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso pianeggiante presenta dei picchi a 0.14 e 0.07 Hz, comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche (vedi figura seguente).



Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. La linea nera indica la sensibilità strumentale. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo.

Pertanto il suo utilizzo per identificare in maniera passiva, non intrusiva e la stratigrafia e la frequenza di risonanza del sottosuolo, nonché le frequenze di risonanza degli edifici, risulta interessante e appropriato alle esigenze di caratterizzazione del sottosuolo richieste dalla nuova normativa.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione.

Questa informazione è però sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

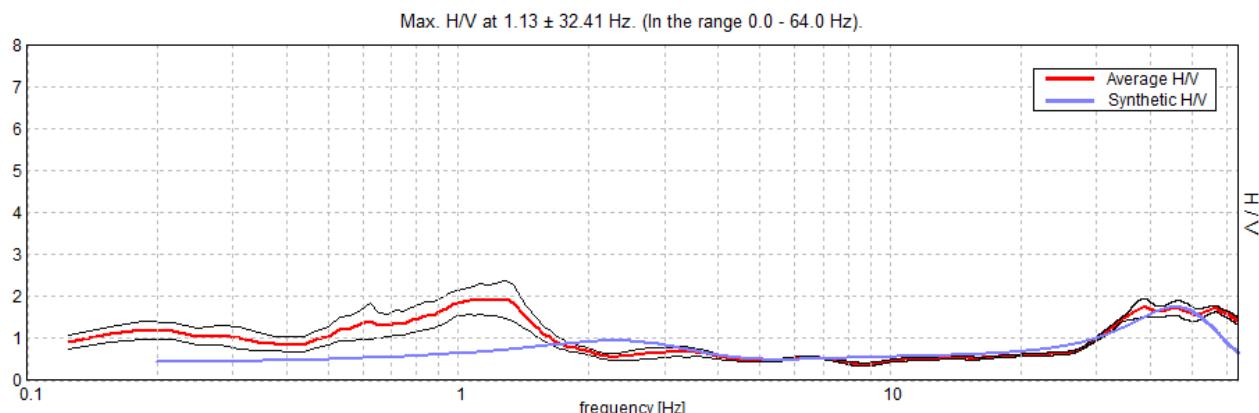
La verifica della presenza di frequenze di risonanza e dell'amplificazione del sottosuolo oggetto di intervento risulta molto importante. Infatti, nel caso che la risonanza del suolo di fondazione coincida o sia prossima a quella della struttura si ha una situazione cui porre attenzione dal punto di vista della vulnerabilità sismica, ovvero sostanzialmente un'amplificazione delle sollecitazioni per "doppia risonanza".

La condizione ideale corrisponde ad un edificio dotato di frequenza di risonanza minore di quella del sottosuolo.

Analisi della misura eseguita

È stata eseguita n. 1 misura ubicata come da planimetria alle pagine precedenti (HVS1); l'analisi completa è riportata in Allegato 2.

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	120	0.48
2.00	1.30	210	0.48
3.00	1.00	150	0.48
6.00	3.00	200	0.48
9.00	3.00	180	0.48
11.00	2.00	250	0.48
16.00	5.00	180	0.48
31.00	15.00	270	0.48
inf.	inf.	280	0.48

Si determina un valore **Vs30 di 217 m/s** (si considera la Vs30 in quanto non viene raggiunto un substrato con Vs>800 m/s a profondità inferiori ai 30 m).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come riportato nel vigente D.M. 17 gennaio 2018), si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In mancanza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, viene valutato il parametro denominato "Velocità Equivalente", calcolata in modo analogo alla precedente Vs,30, che invece di estendere la media pesata fino ai 30 m di profondità, viene valutata entro una profondità H (pari a 30 m o inferiore). La discriminante della profondità H è il raggiungimento del "substrato" caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s.

I valori di Vs sono quindi ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono stati valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in situ.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$Vs,eq = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{Vs(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h (strato) e dalla velocità delle onde S Vs (strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs,30 ottenuto ponendo H = 30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

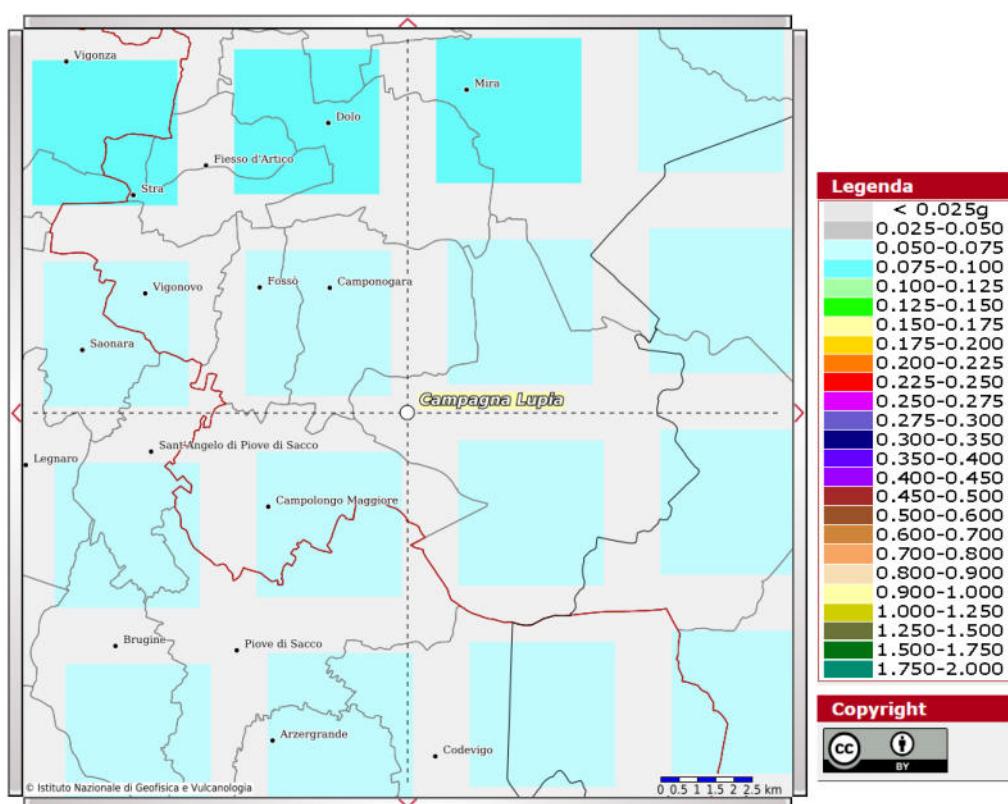
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, così come richiesto dalla recente normativa, è stata pertanto assegnata al suolo di fondazione la **categoria sismica C**.

A tale categoria appartengono *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Sulla base della "Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021 - Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021", il Comune di Campagna Lupia ricade in zona sismica 3.

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519 l'area in esame è caratterizzata da valori di accelerazione massima al suolo a_g , (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} >$ di 800 m/s) compresi fra 0,050 e 0,075 g.



Azione sismica

Nel D.M. 17/01/2018 l'obiettivo nei riguardi dell'azione sismica è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in

condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} , come definite nella successiva tabella, nel periodo di riferimento V_R .

Il periodo di riferimento V_R si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U definito, al variare della classe d'uso.

La vita nominale V_N relativa al presente intervento di progetto è di 50 anni (tipo di costruzione 2 “*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*”).

La classe d'uso utilizzata è:

Classe 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.*

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 1,0.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento V_R di 50 anni.

Le forme degli spettri di risposta sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nota la vita di riferimento della costruzione V_R e la probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{V_R} associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche. Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Esso è legato a P_{V_R} e V_R dalla:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Il sito di interesse ricade nel Comune di Campagna Lupia (VE) e presenta le seguenti coordinate:

Coordinate	Datum ED50
Latitudine	45,373024
Longitudine	12,137786

In base a tali valori si ottengono i valori dei parametri precedentemente citati rappresentati nella successiva tabella per i vari periodi di ritorno.

T _R (anni)	a _g (g)	F ₀ (-)	T _c (s)
30	0,028	2,476	0,204
50	0,033	2,496	0,234
72	0,037	2,515	0,265
101	0,042	2,507	0,288
140	0,047	2,493	0,319
201	0,053	2,547	0,335
475	0,070	2,588	0,363
975	0,087	2,659	0,381
2475	0,114	2,709	0,428

Valori ag, F0, TC per vari periodi di ritorno TR*

Scelta della strategia di progettazione

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO).**
- **Stato Limite di Danno (SLD).**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).**
- **Stato Limite di prevenzione del Collazzo (SLC).**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Stati Limite	PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	T_R (anni)
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Probabilità di superamento PVR e periodo di ritorno TR

I parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di riferimento corrispondenti agli stati limite considerati sono di seguito riportati in forma tabulare.

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0,028	2,476	0,205
SLD	50	0,033	2,496	0,234
SLV	475	0,070	2,588	0,363
SLC	975	0,087	2,659	0,381

Valori a_g , F_0 , T_c^* per i diversi stati limite

La scelta dello stato limite da utilizzare dipenderà dalle verifiche che il progettista intenderà eseguire.

Parametri sismici - Amplificazione stratigrafica e topografica

Il profilo stratigrafico influisce sulla risposta sismica locale che viene valutata in prima approssimazione in riferimento alle categorie del sottosuolo definite dalle NTC del 2018. L'accelerazione sismica massima attesa in un sito (a_{max}) è data dal prodotto tra l'accelerazione sismica attesa al sito (a_g) ed il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s). Per sottosuoli di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati mediante le espressioni riportate nella tabella che segue.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Anche le condizioni topografiche e morfologiche locali influiscono nell'amplificazione sismica in un'area interessata. Nello specifico le caratteristiche topografiche del sito sono classificate in base all'inclinazione della superficie topografica, come riportato nella tabella che segue.

Il coefficiente di amplificazione topografica (S_t) sarà quindi funzione della categoria topografia in cui ricade il sito indagato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

L'accelerazione massima orizzontale attesa al sito (a_{\max}) sarà quindi definita per i quattro stati limite pari a: $a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g \cdot 9,81$

Nel caso in esame i parametri sismici locali, utilizzati nelle verifiche che seguono, vengono determinati considerando la categoria di suolo C (determinata dalle indagini), la categoria topografica T1 e lo stato limite SLV.

I dati dei parametri sismici ottenuti dal sito www.geostru.com sono riportati in Allegato 3.

In questo modo viene determinata un'accelerazione sismica massima allo stato limite SLV pari a $A_{\max} = 1,028 \text{ m/s}^2 = 0,104 \text{ g}$ per il sito in esame.

CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI

Di seguito si propone il calcolo della capacità portante con il metodo allo stato limite ultimo (SLU) di tipo geotecnico (GEO).

Si utilizza la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = C_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

dove:

C_u : coesione non drenata (Kg/cm^2);

γ_1 : peso di volume del terreno sopra il piano di fondazione (Kg/cm^3);

γ_2 : peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione (Kg/cm^3);

D: profondità minima di posa della fondazione (m);

N_c, N_q, N_γ : fattori di capacità portante adimensionali;

s_c, s_γ, s_q : fattori di forma;

d_c, d_γ, d_q : fattori di correzione per l'approfondimento;

i_c, i_γ, i_q : fattori correttivi per carichi inclinati;

b_c, b_γ, b_q : fattori correttivi per l'inclinazione della fondazione;

g_c, g_γ, g_q : fattori correttivi fondazioni su pendio.

Da indicazioni fornite dal progettista si verificano una fondazione di tipo plinto ed una fondazione di tipo continuo, sulla base della situazione stratigrafica rinvenuta dalla prova CPT2 la quale risulta la più cautelativa.

Nell'ipotesi di fondazione di tipo plinto a base quadrata, avente lato di 5,00 m e posta a -3,00 m di profondità, si considera che la rottura avvenga in corrispondenza dei terreni sabbiosi che si rinvengono al piede della fondazione, ai quali si attribuisce un valore di angolo d'attrito pari a 30°.

Nell'ipotesi di fondazione di tipo continuo, avente larghezza di 1,0 m e posta a -1,00 m di profondità, si considera che la rottura avvenga in corrispondenza dei terreni argillosi che si rinvengono tra -1,80 m e -3,00 m da punto di prova, ai quali si attribuisce cautelativamente un valore di angolo d'attrito pari a 29°.

Stati Limite Ultimi

Di seguito si riporta il risultato del calcolo anche nel caso di verifica allo stato limite ultimo SLU di tipo geotecnico (GEO) nel caso di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Le verifiche allo SLU (paragrafo 6.4.3.1 delle NTC2018) devono essere effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.4.I, secondo:

Approccio 2: - Combinazione (A1+M1+R3)

Tab. 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽²⁾ per carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato in Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c'	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_y	γ_y	1,0	1,0

Tab. 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Considerando l'**approccio 2 (A1+M1+R3)** si calcola:

IPOTESI	Rd (kg/cm ²)	Rd (kN/m ²)
Platea	2,76	271,06
Fondazione continua	2,52	248,00

Di seguito viene proposto il valore di capacità portante, determinato tenendo conto dell'azione sismica ed in particolare si considera lo Stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV.

Gli effetti del sisma di progetto vengono introdotti nel calcolo della Qlim mediante l'introduzione dei fattori correttivi "z" determinati con le seguenti formule proposte dagli autori Paolucci e Pecker:

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{\operatorname{tg} \phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

Dove:

k_h : coefficiente sismico orizzontale;

ϕ : angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Per il calcolo del coefficiente k_h il software utilizza le relazioni proposte nelle NTC 2018 dove:

$$k_h = \beta \times (a_{\max}/g)$$

β = coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

Si evidenzia come essi entrino in gioco solamente nel caso di terreni di fondazione prevalentemente incoerenti e quindi nel caso di verifiche condotte in condizioni drenate.

Sulla base dell'art. 7.11.5.3.1 "Verifiche allo stato limite SLV - Fondazioni superficiali" delle NTC 2018, il coefficiente parziale R3 della capacità portante in condizioni sismiche è quello riportato nella tabella 7.11. Il cioè $\gamma_R = 2,3$ per il carico limite.

Per le verifiche si fa riferimento anche a quanto esplicitato al corrispondente punto 7.11.5.3.1 della Circolare esplicativa delle NTC2018 (S.O. n.5 della G.U. n.35 del 11.02.2019) di cui si riporta: "L'analisi pseudo-statica delle fondazioni si esegue utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici come specificato al 7.11.1. Si

utilizzano invece i coefficienti γ_R riportati nella Tabella 7.11. Il per i diversi meccanismi considerati.

Nelle verifiche a carico limite, le NTC consentono di trascurare le azioni inerziali agenti nel volume di terreno sottostante la fondazione. In tal caso l'effetto dell'azione sismica si traduce nella sola variazione delle azioni di progetto in fondazione rispetto a quelle valutate nelle combinazioni statiche. La verifica viene condotta con le usuali formule del carico limite tenendo conto dell'eccentricità e dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. In tal caso si adotta un coefficiente γ_R a carico limite pari a 2,3.”

Nel caso in esame, considerando l'approccio 2 (A1+M1+R3) e lo stato limite SLV si calcola:

IPOTESI	Rd _{sisma} (kg/cm ²)	Rd _{sisma} (kN/m ²)
Platea	2,50	246,04
Fondazione continua	2,36	231,91

Le opere previste devono essere verificate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale, ovvero sia in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, che in relazione alle prestazioni attese. Le opportune e necessarie verifiche dovranno pertanto essere eseguite, in sede di progettazione geotecnica, sulla base di dati dettagliati e specifici, relativi alle azioni di progetto ed ai requisiti prestazionali.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione.

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti in terreni coesivi con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- a) il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- b) la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ($OCR > 1$), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v < \sigma'_p$).

Se invece il terreno è normalconsolidato ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR Rapporto di ricompressione;

CR Rapporto di compressione;

H_0 spessore iniziale dello strato;

σ'_{v0} tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico.

$\Delta\sigma_v$ incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri RR e CR si fa riferimento al modulo edometrico M .

Per il calcolo dei cedimenti, in terreni granulari, si adotta il metodo proposto da Schmertmann (1970) il quale ha correlato la variazione del bulbo delle tensioni alla deformazione. Schmertmann ha quindi proposto di considerare un diagramma delle deformazioni di forma triangolare in cui la profondità alla quale si hanno deformazioni significative è assunta pari a $4B$, nel caso di fondazioni nastriformi, e pari a $2B$ per fondazioni quadrate o circolari. Il cedimento complessivo viene calcolato sommando i contributi dei singoli strati calcolati con i due metodi sopra esposti:

$$S = \sum \Delta S_i$$

I cedimenti calcolati per la fondazione di tipo platea risultano di circa 37 mm considerando un carico di 150 kN/m².

I cedimenti calcolati per la fondazione di tipo continuo risultano di circa 25 mm considerando un carico di 150 kN/m².

Le verifiche geotecniche eseguite vengono presentate nel dettaglio nei report raccolti in Allegato 4.

VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

In base alle direttive precedentemente citate deve essere verificata, per i terreni di fondazione nell'area in esame, la suscettibilità alla liquefazione.

Questo fenomeno comporta una diminuzione di resistenza al taglio, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$F_s = \frac{R}{T} MSF$$

dove:

R = resistenza al taglio mobilitabile nello strato.

T = sforzo tagliente indotto dal sisma.

MSF = Magnitude Scaling Factor

La grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto), mentre R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con la prova penetrometrica statica.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata R , la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio V_s .

Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambraseys N. N. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)
5.5	1.43	2.86	2,21
6.0	1.32	2.20	1,77
6.5	1.19	1.69	1,44
7.0	1.08	1.30	1,19
7.5	1.00	1.00	1,00
8.0	0.94	0.67	0,84
8.5	0.89	0.44	0,73

Tabella 1 Magnitudo Scaling Factor

Il metodo di calcolo del potenziale di liquefazione adottato è quello di Robertson e Wride, che utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo IC che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(1a) I_c = [(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2]^{0,5}$$

$$(1b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma_{vo}} \right)^n$$

$$(1c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_C con la (1a). Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile. Se $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi assunta è errata e I_C deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2) Q = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume $n = 0,5$.

Se è ancora $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare. Se invece $I_C > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. I_C deve essere nuovamente ricalcolato con la (1a) ponendo $n= 0,75$.

Un deposito che possiede $F_s \geq 1,25$ ha un rischio di liquefazione assente, se F_s è compreso tra 1,0 e 1,25 la liquefazione è possibile mentre per $F_s < 1$ la liquefazione è molto probabile.

Nel caso in esame, considerando un'accelerazione sismica massima pari a 0,104 g l'elaborazione effettuata sugli strati incoerenti ha dimostrato che non sono a rischio di liquefazione.

In Allegato 5 viene riportata la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti.

CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI

Nel sito è prevista la realizzazione di un edificio produttivo in Via Marzabotto nel comune di Campagna Lupia (VE). A tale scopo sono state eseguite in situ delle indagini penetrometriche statiche (CPT) ed una indagine sismica al fine di caratterizzare sismicamente e dal punto di vista stratigrafico il sottosuolo dell'area.

L'indagine sismica eseguita con metodologia HVSR ha restituito un valore di 217 m/s che inserisce il sito in categoria sismica di tipo C.

La stratigrafia desunta dalle indagini evidenzia una situazione nel complesso omogenea fatto salvo qualche differenza di ambito locale, cosa normale per l'ambiente deposizionale nel quale si inserisce il sito.

Superficialmente si rileva del materiale di riporto di recente posa dallo spessore di un metro, seguito da materiale sabbioso fino a -1,80/-2,00 m, oltre il quale si rinviene materiale argilloso con scadenti caratteristiche geotecniche fino a -2,80/-3,00 m da p.c.. Da questa profondità fino a -10,40 m in tutte e due le prove prevalgono le tessiture sabbiose con valori di angolo d'attrito variabili nei vari strati; inoltre, nella prova CPT1 vi è un livello argilloso tra -7,20 m e -8,60 m, mentre nella CPT2 si rilevano degli orizzonti argillosi che si inseriscono ad intervalli piuttosto regolari nei terreni in prevalenza sabbiosi. Questi livelli di materiale coesivo presentano poca continuità laterale e verticale, quindi si tratta di lenti argillose. Tra -10,40 m e fino a -13,00/-13,20 m in ambedue le indagini si intercetta un livello argilloso con discrete caratteristiche geotecniche.

Oltre questa profondità la situazione inizia a diventare poco omogenea tra le due prove, infatti nella prova CPT1 si rileva un livello sabbioso addensato con buoni valori di addensamento fino a -16,00 m, seguito da un livello argilloso metrico; mentre nella prova CPT2 prevale la tessitura argillosa con qualche livello o lente a carattere granulare.

Infine in tutte e due le prove, ma con poca continuità in senso laterale, si rileva fino a fine indagini (-25,00 m da punti di prova) la prevalenza di materiale sabbioso con buoni valori di addensamento con presenza di livelli argillosi poco espressi.

La falda non è stata rilevata dai fori d'indagine a causa dell'occlusione degli stessi, comunque da dati bibliografici si evince che la superficie freatica si pone a circa -2,00 m dal p.c..

Su indicazione del progettista è stata verificata la capacità portante del terreno ipotizzando una fondazione di tipo continuo posta a -1,0 m ed una fondazione di tipo plinto con profondità di posa a -3,00 m tale da superare il livello argilloso con scadenti caratteristiche geotecniche.

Le verifiche restituiscono buoni valori di capacità portante sia in condizioni di approccio 2 (A1+M1+R3) che in condizioni sismiche; i cedimenti risultano di circa 37 mm considerando un carico di 150 kN/m² per la fondazione a plinto e 25 mm considerando un carico di 150 kN/m² per la fondazione di tipo continuo.

Il piano di posa delle fondazioni interferirà con la quota della superficie freatica, per questo motivo si dovrà valutare e progettare un sistema di aggrottamento della falda considerando anche la presenza di edifici con caratteristiche costruttive differenti nell'immediato intorno.

Inoltre, le litologie presenti nei primi metri di sottosuolo non garantiscono l'autosostentamento delle pareti di scavo, quindi si dovrà provvedere alla progettazione ed installazione di adeguate opere di sostegno.

Alla luce di quanto sopra descritto, il progettista dovrà valutare l'effettiva fattibilità della soluzione proposta e considerare l'eventualità di realizzare delle fondazioni di tipo profondo in modo da spostare i carichi di progetto verso livelli più competenti.

Sarà cura del progettista individuare la soluzione fondazionale più adeguata alla situazione stratigrafica rilevata, anche considerati gli effettivi carichi di progetto e le necessità strutturali dell'edificio.



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Esecuzione indagine sismica HVSR

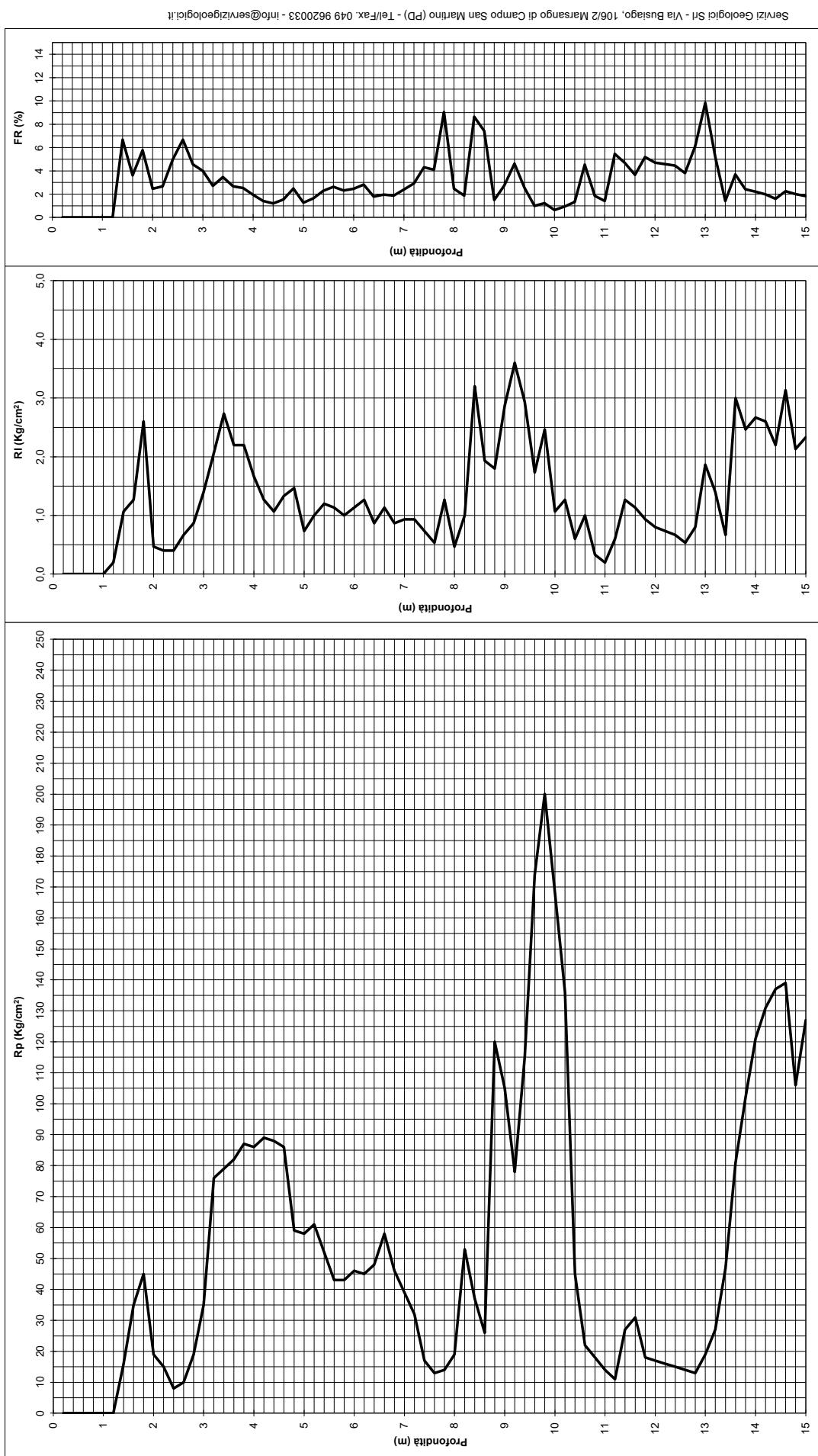
Allegato 1

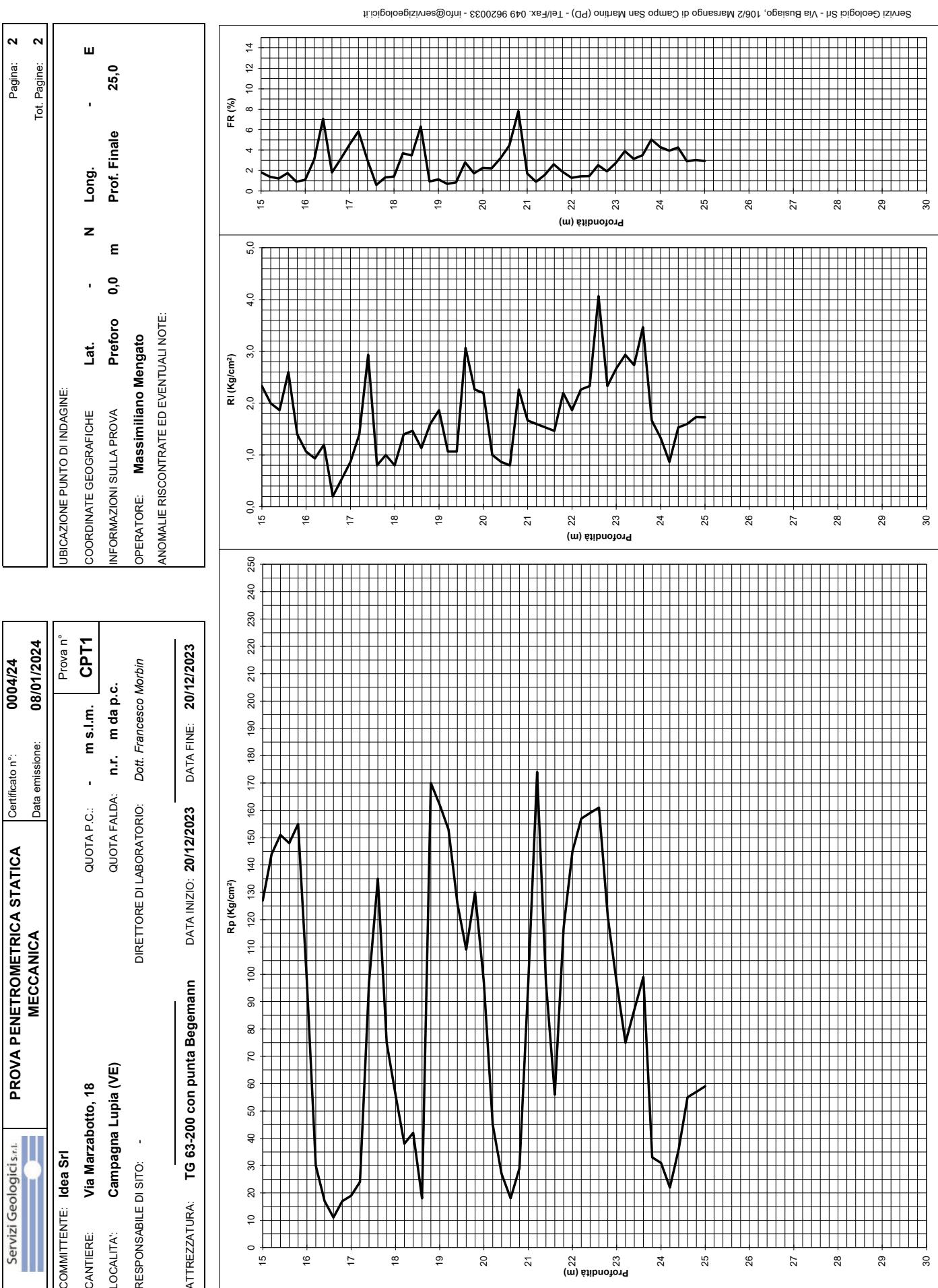
Prove penetrometriche

Servizi Geologici s.r.l.	PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA	Certificato n°: 0004/24
		Data emissione: 08/01/2024

COMMITTENTE:	Idea Srl	Prova n°
CANTIERE:	Via Marzabotto, 18	QUOTA P.C.: - m s.l.m. CPT1
LOCALITÀ:	Campagna Lupia (VE)	QUOTA FALDA: n.r. m da p.c.
RESPONSABILE DI SITO:	-	DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i>
ATTREZZATURA:	TG 63-200 con punta Begemann	DATA INIZIO: 20/12/2023 DATA FINE: 20/12/2023

Pagina: 1	Tot. Pagine: 2
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -	
COORDINATE GEOGRAFICHE	
INFORMAZIONI SULLA PROVA	
OPERATORE: Massimiliano Mengato	
ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE:	





Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025

PROVA PENETROMETRICA STATICÀ						
Committente:	Idea Srl	Prova n.º:			CPT1	
Cantiere:	Via Marzabotto, 18 Vigonza (PD)	Certificato N.º:			0004/24	
Data:	20/12/2023	Operatore:			Massimiliano Mengato	
Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann" Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm²; At= 20 cm²; Am= 150 cm²; Velocità di avanzamento= 2 cm/s						

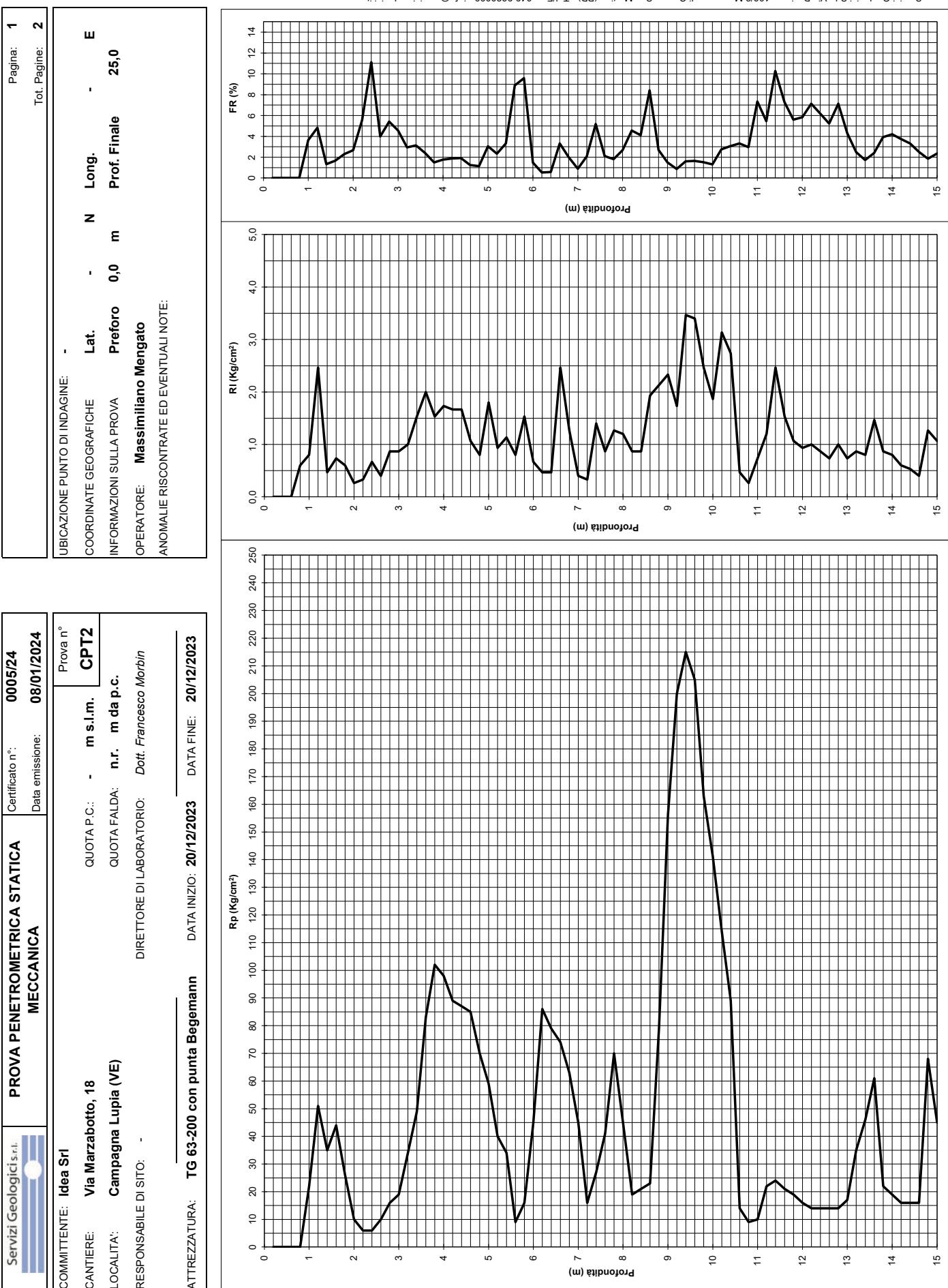
LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI	FR (%)
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,2	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	#DIV/0!
1,4	16,00	19,00	16,00	1,07	15,00	6,67
1,6	35,00	51,00	35,00	1,27	27,63	3,62
1,8	45,00	64,00	45,00	2,60	17,31	5,78
2	19,00	58,00	19,00	0,47	40,71	2,46
2,2	15,00	22,00	15,00	0,40	37,50	2,67
2,4	8,00	14,00	8,00	0,40	20,00	5,00
2,6	10,00	16,00	10,00	0,67	15,00	6,67
2,8	19,00	29,00	19,00	0,87	21,92	4,56
3	35,00	48,00	35,00	1,40	25,00	4,00
3,2	76,00	97,00	76,00	2,07	36,77	2,72
3,4	79,00	110,00	79,00	2,73	28,90	3,46
3,6	82,00	123,00	82,00	2,20	37,27	2,68
3,8	87,00	120,00	87,00	2,20	39,55	2,53
4	86,00	119,00	86,00	1,67	51,60	1,94
4,2	89,00	114,00	89,00	1,27	70,26	1,42
4,4	88,00	107,00	88,00	1,07	82,50	1,21
4,6	86,00	102,00	86,00	1,33	64,50	1,55
4,8	59,00	79,00	59,00	1,47	40,23	2,49
5	58,00	80,00	58,00	0,73	79,09	1,26
5,2	61,00	72,00	61,00	1,00	61,00	1,64
5,4	52,00	67,00	52,00	1,20	43,33	2,31
5,6	43,00	61,00	43,00	1,13	37,94	2,64
5,8	43,00	60,00	43,00	1,00	43,00	2,33
6	46,00	61,00	46,00	1,13	40,59	2,46
6,2	45,00	62,00	45,00	1,27	35,53	2,81
6,4	48,00	67,00	48,00	0,87	55,38	1,81
6,6	58,00	71,00	58,00	1,13	51,18	1,95
6,8	46,00	63,00	46,00	0,87	53,08	1,88
7	39,00	52,00	39,00	0,93	41,79	2,39
7,2	32,00	46,00	32,00	0,93	34,29	2,92
7,4	17,00	31,00	17,00	0,73	23,18	4,31
7,6	13,00	24,00	13,00	0,53	24,38	4,10
7,8	14,00	22,00	14,00	1,27	11,05	9,05
8	19,00	38,00	19,00	0,47	40,71	2,46
8,2	53,00	60,00	53,00	1,00	53,00	1,89
8,4	37,00	52,00	37,00	3,20	11,56	8,65
8,6	26,00	74,00	26,00	1,93	13,45	7,44
8,8	120,00	149,00	120,00	1,80	66,67	1,50
9	105,00	132,00	105,00	2,87	36,63	2,73
9,2	78,00	121,00	78,00	3,60	21,67	4,62
9,4	115,00	169,00	115,00	2,93	39,20	2,55
9,6	174,00	218,00	174,00	1,73	100,38	1,00
9,8	200,00	226,00	200,00	2,47	81,08	1,23
10	168,00	205,00	168,00	1,07	157,50	0,63
10,2	136,00	152,00	136,00	1,27	107,37	0,93
10,4	45,00	64,00	45,00	0,60	75,00	1,33
10,6	22,00	31,00	22,00	1,00	22,00	4,55
10,8	18,00	33,00	18,00	0,33	54,00	1,85

Prof. (m)	Rp (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI	FR (%)
11	14,00	19,00	14,00	0,20	70,00	1,43
11,2	11,00	14,00	11,00	0,60	18,33	5,45
11,4	27,00	36,00	27,00	1,27	21,32	4,69
11,6	31,00	50,00	31,00	1,13	27,35	3,66
11,8	18,00	35,00	18,00	0,93	19,29	5,19
12	17,00	31,00	17,00	0,80	21,25	4,71
12,2	16,00	28,00	16,00	0,73	21,82	4,58
12,4	15,00	26,00	15,00	0,67	22,50	4,44
12,6	14,00	24,00	14,00	0,53	26,25	3,81
12,8	13,00	21,00	13,00	0,80	16,25	6,15
13	19,00	31,00	19,00	1,87	10,18	9,82
13,2	27,00	55,00	27,00	1,40	19,29	5,19
13,4	47,00	68,00	47,00	0,67	70,50	1,42
13,6	81,00	91,00	81,00	3,00	27,00	3,70
13,8	102,00	147,00	102,00	2,47	41,35	2,42
14	121,00	158,00	121,00	2,67	45,38	2,20
14,2	131,00	171,00	131,00	2,60	50,38	1,98
14,4	137,00	176,00	137,00	2,20	62,27	1,61
14,6	139,00	172,00	139,00	3,13	44,36	2,25
14,8	106,00	153,00	106,00	2,13	49,69	2,01
15	127,00	159,00	127,00	2,33	54,43	1,84
15,2	144,00	179,00	144,00	2,00	72,00	1,39
15,4	151,00	181,00	151,00	1,87	80,89	1,24
15,6	148,00	176,00	148,00	2,60	56,92	1,76
15,8	155,00	194,00	155,00	1,40	110,71	0,90
16	97,00	118,00	97,00	1,07	90,94	1,10
16,2	30,00	46,00	30,00	0,93	32,14	3,11
16,4	17,00	31,00	17,00	1,20	14,17	7,06
16,6	11,00	29,00	11,00	0,20	55,00	1,82
16,8	17,00	20,00	17,00	0,53	31,88	3,14
17	19,00	27,00	19,00	0,87	21,92	4,56
17,2	24,00	37,00	24,00	1,40	17,14	5,83
17,4	97,00	118,00	97,00	2,93	33,07	3,02
17,6	135,00	179,00	135,00	0,80	168,75	0,59
17,8	75,00	87,00	75,00	1,00	75,00	1,33
18	56,00	71,00	56,00	0,80	70,00	1,43
18,2	38,00	50,00	38,00	1,40	27,14	3,68
18,4	42,00	63,00	42,00	1,47	28,64	3,49
18,6	18,00	40,00	18,00	1,13	15,88	6,30
18,8	170,00	187,00	170,00	1,60	106,25	0,94
19	162,00	186,00	162,00	1,87	86,79	1,15
19,2	153,00	181,00	153,00	1,07	143,44	0,70
19,4	126,00	142,00	126,00	1,07	118,13	0,85
19,6	109,00	125,00	109,00	3,07	35,54	2,81
19,8	130,00	176,00	130,00	2,27	57,35	1,74
20	97,00	131,00	97,00	2,20	44,09	2,27
20,2	45,00	78,00	45,00	1,00	45,00	2,22
20,4	27,00	42,00	27,00	0,87	31,15	3,21
20,6	18,00	31,00	18,00	0,80	22,50	4,44
20,8	29,00	41,00	29,00	2,27	12,79	7,82
21	97,00	131,00	97,00	1,67	58,20	1,72
21,2	174,00	199,00	174,00	1,60	108,75	0,92
21,4	97,00	121,00	97,00	1,53	63,26	1,58
21,6	56,00	79,00	56,00	1,47	38,18	2,62
21,8	117,00	139,00	117,00	2,20	53,18	1,88
22	145,00	178,00	145,00	1,87	77,68	1,29
22,2	157,00	185,00	157,00	2,27	69,26	1,44
22,4	159,00	193,00	159,00	2,33	68,14	1,47
22,6	161,00	196,00	161,00	4,07	39,59	2,53
22,8	121,00	182,00	121,00	2,33	51,86	1,93
23	97,00	132,00	97,00	2,67	36,38	2,75
23,2	75,00	115,00	75,00	2,93	25,57	3,91
23,4	87,00	131,00	87,00	2,73	31,83	3,14
23,6	99,00	140,00	99,00	3,47	28,56	3,50
23,8	33,00	85,00	33,00	1,67	19,80	5,05
24	31,00	56,00	31,00	1,33	23,25	4,30
24,2	22,00	42,00	22,00	0,87	25,38	3,94
24,4	36,00	49,00	36,00	1,53	23,48	4,26
24,6	55,00	78,00	55,00	1,60	34,38	2,91
24,8	57,00	81,00	57,00	1,73	32,88	3,04
25	59,00	85,00	59,00	1,73	34,10	2,93

Prof. (m)	R _p (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	R _p (kg/cm ²)	R _I (kg/cm ²)	R _{p/RI}	F _R (%)
25,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
30	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!

Servizi Geologici s.r.l.	PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA	Certificato n°: 0005/24
COMMITTENTE:	Idea Srl	Data emissione: 08/01/2024
CANTIERE:	Via Marzabotto, 18	Quota P.C.: - m s.l.m. CPT2
LOCALITÀ:	Campagna Lupia (VE)	Quota FALDA: n.r. m da p.c.
RESPONSABILE DI SITO:	-	DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i>
ATTREZZATURA:	TG 63-200 con punta Begemann	DATA INIZIO: 20/12/2023 DATA FINE: 20/12/2023



Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

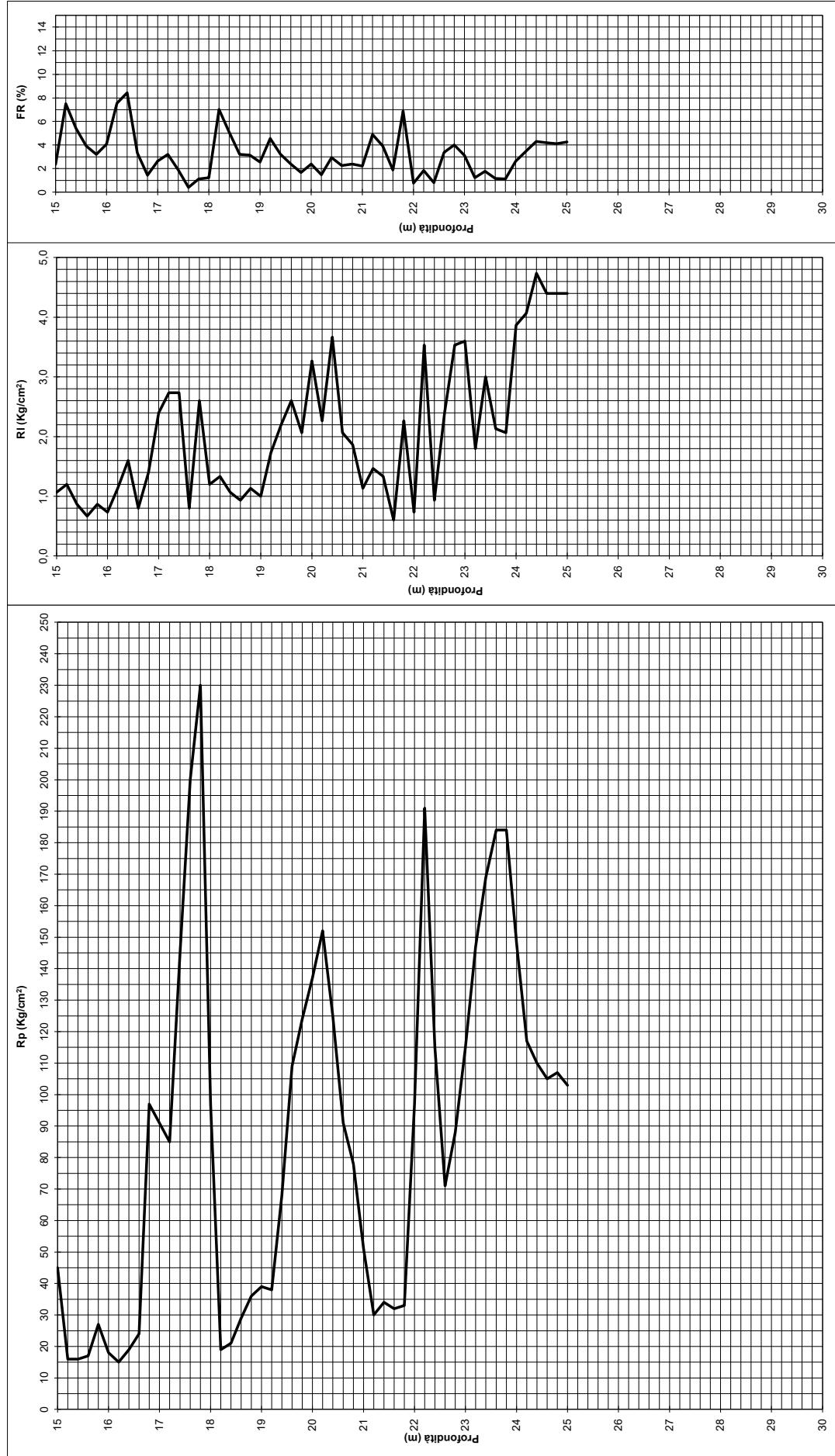
ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025

Servizi Geologici s.r.l.	PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA	Certificato n°: 0005/24
		Data emissione: 08/01/2024

COMMITTENTE:	Idea Srl	Prova n°
CANTIERE:	Via Marzabotto, 18	QUOTA P.C.: - m s.l.m.
LOCALITÀ:	Campagna Lupia (VE)	QUOTA FALDA: n.r. m da p.c.
RESPONSABILE DI SITO:	-	DIRETTORE DI LABORATORIO: Dott. Francesco Morbin
ATTREZZATURA:	TG 63-200 con punta Begemann	DATA INIZIO: 20/12/2023 DATA FINE: 20/12/2023

Pagina: 2	Tot. Pagine: 2
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: COORDINATE GEOGRAFICHE INFORMAZIONI SULLA PROVA OPERATORE: Massimiliano Mengato ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE:	



Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025

PROVA PENETROMETRICA STATICÀ						
Committente:	Idea Srl	Prova n.º:			CPT2	
Cantiere:	Via Marzabotto, 18 Vigonza (PD)	Certificato N.º:			0005/24	
Data:	20/12/2023	Operatore:			Massimiliano Mengato	
Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann" Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm²; At= 20 cm²; Am= 150 cm²; Velocità di avanzamento= 2 cm/s						

LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI	FR (%)
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	#DIV/0!
1	22,00	31,00	22,00	0,80	27,50	3,64
1,2	51,00	63,00	51,00	2,47	20,68	4,84
1,4	35,00	72,00	35,00	0,47	75,00	1,33
1,6	44,00	51,00	44,00	0,73	60,00	1,67
1,8	26,00	37,00	26,00	0,60	43,33	2,31
2	10,00	19,00	10,00	0,27	37,50	2,67
2,2	6,00	10,00	6,00	0,33	18,00	5,56
2,4	6,00	11,00	6,00	0,67	9,00	11,11
2,6	10,00	20,00	10,00	0,40	25,00	4,00
2,8	16,00	22,00	16,00	0,87	18,46	5,42
3	19,00	32,00	19,00	0,87	21,92	4,56
3,2	34,00	47,00	34,00	1,00	34,00	2,94
3,4	49,00	64,00	49,00	1,53	31,96	3,13
3,6	83,00	106,00	83,00	2,00	41,50	2,41
3,8	102,00	132,00	102,00	1,53	66,52	1,50
4	98,00	121,00	98,00	1,73	56,54	1,77
4,2	89,00	115,00	89,00	1,67	53,40	1,87
4,4	87,00	112,00	87,00	1,67	52,20	1,92
4,6	85,00	110,00	85,00	1,07	79,69	1,25
4,8	70,00	86,00	70,00	0,80	87,50	1,14
5	59,00	71,00	59,00	1,80	32,78	3,05
5,2	40,00	67,00	40,00	0,93	42,86	2,33
5,4	34,00	48,00	34,00	1,13	30,00	3,33
5,6	9,00	26,00	9,00	0,80	11,25	8,89
5,8	16,00	28,00	16,00	1,53	10,43	9,58
6	45,00	68,00	45,00	0,67	67,50	1,48
6,2	86,00	96,00	86,00	0,47	184,29	0,54
6,4	79,00	86,00	79,00	0,47	169,29	0,59
6,6	74,00	81,00	74,00	2,47	30,00	3,33
6,8	63,00	100,00	63,00	1,27	49,74	2,01
7	45,00	64,00	45,00	0,40	112,50	0,89
7,2	16,00	22,00	16,00	0,33	48,00	2,08
7,4	27,00	32,00	27,00	1,40	19,29	5,19
7,6	41,00	62,00	41,00	0,87	47,31	2,11
7,8	70,00	83,00	70,00	1,27	55,26	1,81
8	45,00	64,00	45,00	1,20	37,50	2,67
8,2	19,00	37,00	19,00	0,87	21,92	4,56
8,4	21,00	34,00	21,00	0,87	24,23	4,13
8,6	23,00	36,00	23,00	1,93	11,90	8,41
8,8	79,00	108,00	79,00	2,13	37,03	2,70
9	156,00	188,00	156,00	2,33	66,86	1,50
9,2	200,00	235,00	200,00	1,73	115,38	0,87
9,4	215,00	241,00	215,00	3,47	62,02	1,61
9,6	205,00	257,00	205,00	3,40	60,29	1,66
9,8	163,00	214,00	163,00	2,47	66,08	1,51
10	141,00	178,00	141,00	1,87	75,54	1,32
10,2	114,00	142,00	114,00	3,13	36,38	2,75
10,4	89,00	136,00	89,00	2,73	32,56	3,07
10,6	14,00	55,00	14,00	0,47	30,00	3,33
10,8	9,00	16,00	9,00	0,27	33,75	2,96

Prof. (m)	Rp (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI	FR (%)
11	10,00	14,00	10,00	0,73	13,64	7,33
11,2	22,00	33,00	22,00	1,20	18,33	5,45
11,4	24,00	42,00	24,00	2,47	9,73	10,28
11,6	21,00	58,00	21,00	1,53	13,70	7,30
11,8	19,00	42,00	19,00	1,07	17,81	5,61
12	16,00	32,00	16,00	0,93	17,14	5,83
12,2	14,00	28,00	14,00	1,00	14,00	7,14
12,4	14,00	29,00	14,00	0,87	16,15	6,19
12,6	14,00	27,00	14,00	0,73	19,09	5,24
12,8	14,00	25,00	14,00	1,00	14,00	7,14
13	17,00	32,00	17,00	0,73	23,18	4,31
13,2	35,00	46,00	35,00	0,87	40,38	2,48
13,4	46,00	59,00	46,00	0,80	57,50	1,74
13,6	61,00	73,00	61,00	1,47	41,59	2,40
13,8	22,00	44,00	22,00	0,87	25,38	3,94
14	19,00	32,00	19,00	0,80	23,75	4,21
14,2	16,00	28,00	16,00	0,60	26,67	3,75
14,4	16,00	25,00	16,00	0,53	30,00	3,33
14,6	16,00	24,00	16,00	0,40	40,00	2,50
14,8	68,00	74,00	68,00	1,27	53,68	1,86
15	45,00	64,00	45,00	1,07	42,19	2,37
15,2	16,00	32,00	16,00	1,20	13,33	7,50
15,4	16,00	34,00	16,00	0,87	18,46	5,42
15,6	17,00	30,00	17,00	0,67	25,50	3,92
15,8	27,00	37,00	27,00	0,87	31,15	3,21
16	18,00	31,00	18,00	0,73	24,55	4,07
16,2	15,00	26,00	15,00	1,13	13,24	7,56
16,4	19,00	36,00	19,00	1,60	11,88	8,42
16,6	24,00	48,00	24,00	0,80	30,00	3,33
16,8	97,00	109,00	97,00	1,40	69,29	1,44
17	91,00	112,00	91,00	2,40	37,92	2,64
17,2	85,00	121,00	85,00	2,73	31,10	3,22
17,4	145,00	186,00	145,00	2,73	53,05	1,89
17,6	200,00	241,00	200,00	0,80	250,00	0,40
17,8	230,00	242,00	230,00	2,60	88,46	1,13
18	97,00	136,00	97,00	1,20	80,83	1,24
18,2	19,00	37,00	19,00	1,33	14,25	7,02
18,4	21,00	41,00	21,00	1,07	19,69	5,08
18,6	29,00	45,00	29,00	0,93	31,07	3,22
18,8	36,00	50,00	36,00	1,13	31,76	3,15
19	39,00	56,00	39,00	1,00	39,00	2,56
19,2	38,00	53,00	38,00	1,73	21,92	4,56
19,4	68,00	94,00	68,00	2,20	30,91	3,24
19,6	109,00	142,00	109,00	2,60	41,92	2,39
19,8	124,00	163,00	124,00	2,07	60,00	1,67
20	137,00	168,00	137,00	3,27	41,94	2,38
20,2	152,00	201,00	152,00	2,27	67,06	1,49
20,4	125,00	159,00	125,00	3,67	34,09	2,93
20,6	91,00	146,00	91,00	2,07	44,03	2,27
20,8	78,00	109,00	78,00	1,87	41,79	2,39
21	51,00	79,00	51,00	1,13	45,00	2,22
21,2	30,00	47,00	30,00	1,47	20,45	4,89
21,4	34,00	56,00	34,00	1,33	25,50	3,92
21,6	32,00	52,00	32,00	0,60	53,33	1,88
21,8	33,00	42,00	33,00	2,27	14,56	6,87
22	97,00	131,00	97,00	0,73	132,27	0,76
22,2	191,00	202,00	191,00	3,53	54,06	1,85
22,4	115,00	168,00	115,00	0,93	123,21	0,81
22,6	71,00	85,00	71,00	2,40	29,58	3,38
22,8	88,00	124,00	88,00	3,53	24,91	4,02
23	115,00	168,00	115,00	3,60	31,94	3,13
23,2	147,00	201,00	147,00	1,80	81,67	1,22
23,4	169,00	196,00	169,00	3,00	56,33	1,78
23,6	184,00	229,00	184,00	2,13	86,25	1,16
23,8	184,00	216,00	184,00	2,07	89,03	1,12
24	148,00	179,00	148,00	3,87	38,28	2,61
24,2	117,00	175,00	117,00	4,07	28,77	3,48
24,4	110,00	171,00	110,00	4,73	23,24	4,30
24,6	105,00	176,00	105,00	4,40	23,86	4,19
24,8	107,00	173,00	107,00	4,40	24,32	4,11
25	103,00	169,00	103,00	4,40	23,41	4,27

Prof. (m)	R _p (kg/cm ²)	R _{tot} (kg/cm ²)	R _p (kg/cm ²)	R _I (kg/cm ²)	R _{p/RI}	F _R (%)
25,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
25,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
26,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
27,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
28,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,2	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,4	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,6	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
29,8	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!
30	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!	#RIF!

Allegato 2

Report indagine sismica

C6982, CAMPAGNA LUPIA LUGHETT

Instrument: TRZ-0027/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 20/12/23 13:11:25 End recording: 20/12/23 13:31:24

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

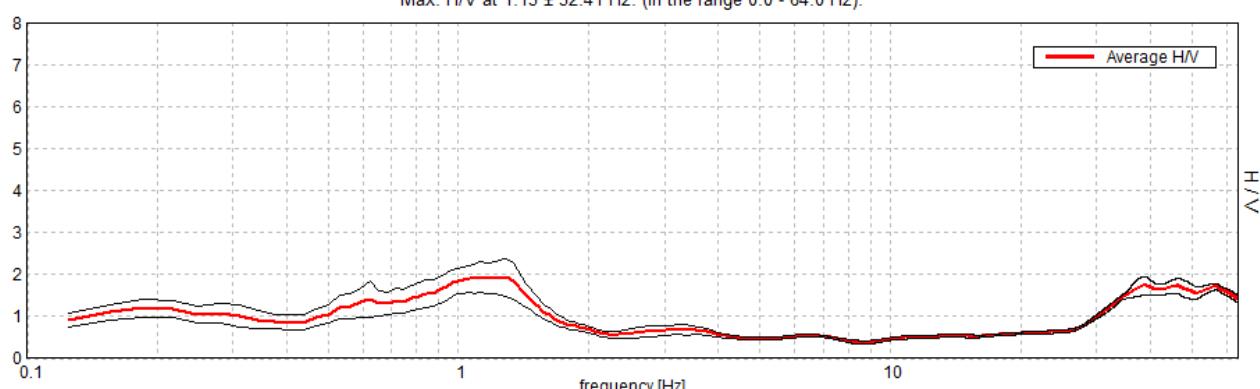
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

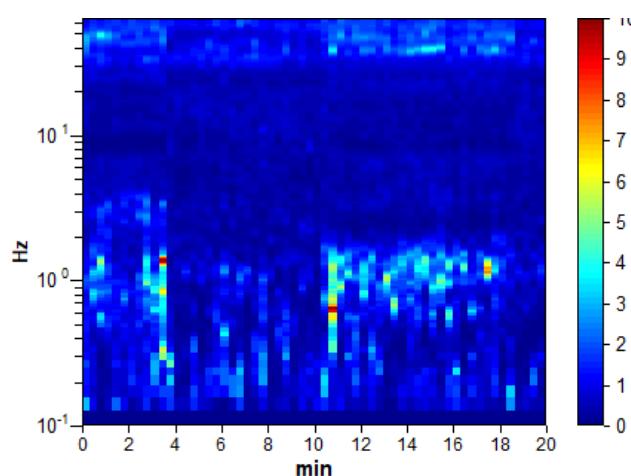
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

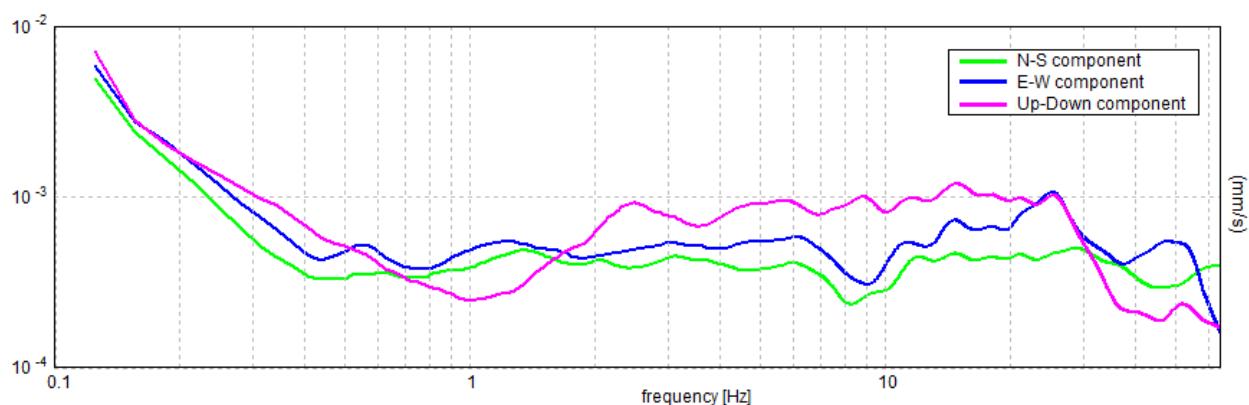
Max. H/V at 1.13 ± 32.41 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



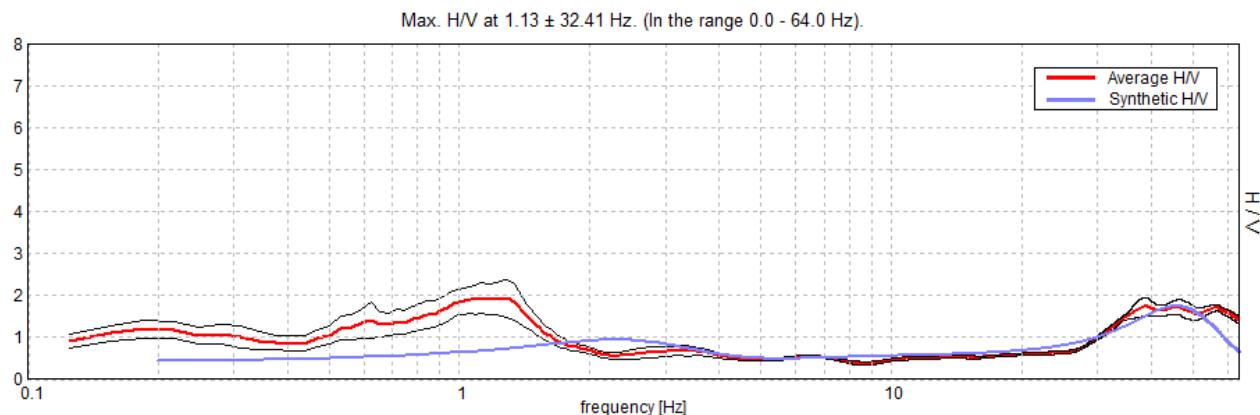
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

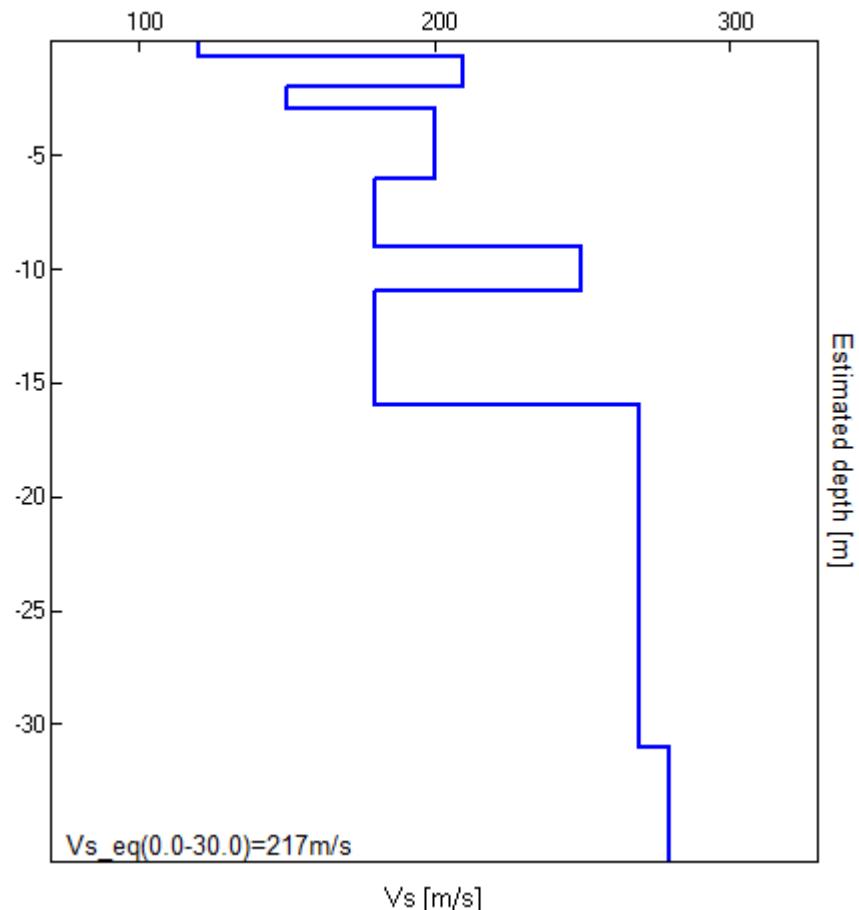


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.70	0.70	120	0.48
2.00	1.30	210	0.48
3.00	1.00	150	0.48
6.00	3.00	200	0.48
9.00	3.00	180	0.48
11.00	2.00	250	0.48
16.00	5.00	180	0.48
31.00	15.00	270	0.48
inf.	inf.	280	0.48

$$Vs_{-eq}(0.0-30.0)=217 \text{ m/s}$$



Allegato 3

Parametri sismici locali

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,373024
longitudine: 12,137786
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 12967	Lat: 45,3765	Lon: 12,0681	Distanza:
5459,890				
Sito 2	ID: 12968	Lat: 45,3773	Lon: 12,1391	Distanza:
486,753				
Sito 3	ID: 13190	Lat: 45,3273	Lon: 12,1403	Distanza:
5086,840				
Sito 4	ID: 13189	Lat: 45,3265	Lon: 12,0692	Distanza:
7447,577				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,028	g
Fo:	2,476	
Tc*:	0,204	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,033	g
Fo:	2,496	
Tc*:	0,234	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,070	g
Fo:	2,588	
Tc*:	0,363	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,087	g
Fo:	2,659	
Tc*:	0,381	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,770
St: 1,000
Kh: 0,008
Kv: 0,004
Amax: 0,406
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,700
St: 1,000
Kh: 0,010
Kv: 0,005
Amax: 0,491
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,470
St: 1,000
Kh: 0,021
Kv: 0,010
Amax: 1,028
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,440
St: 1,000
Kh: 0,026
Kv: 0,013
Amax: 1,282
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 45.372114
longitudine: 12.136796

Allegato 4

Report delle verifiche geotecniche

Portata e cedimenti per una fondazione di tipo plinto

DATI GENERALI

Normativa	NTC_2018
Larghezza fondazione	5.0 m
Lunghezza fondazione	5.0 m
Profondità piano di posa	3.0 m
Altezza di incastro	3.0 m
Profondità falda	2.0
Correzione parametri	

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.105
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.021

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.476	0.204
S.L.D.	50.0	0.324	2.496	0.234
S.L.V.	475.0	0.686	2.588	0.363
S.L.C.	975.0	0.853	2.659	0.381

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.4125	0.2	0.0084	0.0042
S.L.D.	0.486	0.2	0.0099	0.005
S.L.V.	1.029	0.2	0.021	0.0105
S.L.C.	1.2795	0.2	0.0261	0.013

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.8	18.63	20.59	29.0	0.0	0.0	9806.65	0.0	0.45	0.0	0.0	
1.2	17.65	18.63	0.0	0.0	30.0	2500.01	5500.0	0.45	0.003	0.0	
2.2	18.63	20.59	30.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.45	0.0	0.0	
3.4	18.63	20.59	30.0	0.0	70.0	9806.65	0.0	0.0	0.0	0.0	
1.8	19.61	21.57	35.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
2.6	18.63	19.61	0.0	0.0	60.0	4500.0	8500.0	0.0	0.005	0.0	
3.6	18.63	19.61	28.0	0.0	60.0	4500.0	8500.0	0.0	0.005	0.0	
1.4	19.61	21.57	34.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
7.0	18.63	20.59	35.0	0.0	80.0	19613.3	10500.0	0.0	0.0	0.0	

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 18.63 kN/m³

Peso unità di volume saturo 20.59 kN/m³

Angolo di attrito 30.0 °

Coesione 0.0 kN/m²

Fattore [Nq] 7.18

Fattore [Nc] 15.97

Fattore [Ng] 4.78

Fattore forma [Sc] 1.42

Fattore profondità [Dc] 1.22

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 1.36

Fattore profondità [Dq] 1.19

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore forma [Sg] 0.7

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
<hr/>	
Carico limite	623.44 kN/m ²
Resistenza di progetto	271.06 kN/m ²
<hr/>	

SISMA

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	18.63 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	20.59 kN/m ³
Angolo di attrito	30.0 °
Coesione	0.0 kN/m ²
<hr/>	
Fattore [Nq]	7.18
Fattore [Nc]	15.97
Fattore [Ng]	4.78
Fattore forma [Sc]	1.42
Fattore profondità [Dc]	1.22
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.36
Fattore profondità [Dq]	1.19
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.91
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.89
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.97
<hr/>	
Carico limite	565.89 kN/m ²
Resistenza di progetto	246.04 kN/m ²
<hr/>	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: **Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	150.0 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	10.0
Distanza	0.00 m
Angolo	0.00 °
Cedimento totale	3.738 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws:Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
3	4.1	0	0	Schmertmann	0.3	0.12	0.42
4	6.9	0	0	Schmertmann	1.42	0.57	1.99
5	9.5	0	0	Schmertmann	0.22	0.09	0.3
6	11.7	140.189	14.428	Edometrico	0.4413	--	0.4413
7	14.8	170.578	8.303	Edometrico	0.3517	--	0.3517
8	17.3	0	0	Schmertmann	0	--	0
9	21.5	242.433	3.524	Edometrico	0.2349	--	0.2349

Portata e cedimenti per una fondazione di tipo continuo

DATI GENERALI

Normativa	NTC_2018
Larghezza fondazione	1.0 m
Lunghezza fondazione	10.0 m
Profondità piano di posa	1.0 m
Altezza di incastro	1.0 m
Profondità falda	2.0

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.105
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.021

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.476	0.204
S.L.D.	50.0	0.324	2.496	0.234
S.L.V.	475.0	0.686	2.588	0.363
S.L.C.	975.0	0.853	2.659	0.381

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.4125	0.2	0.0084	0.0042
S.L.D.	0.486	0.2	0.0099	0.005
S.L.V.	1.029	0.2	0.021	0.0105
S.L.C.	1.2795	0.2	0.0261	0.013

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.8	18.63	20.59	29.0	0.0	0.0	9806.65	0.0	0.45	0.0	0.0	
1.2	17.65	18.63	0.0	0.0	30.0	2500.01	5500.0	0.45	0.003	0.0	
2.2	18.63	20.59	30.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.45	0.0	0.0	
3.4	18.63	20.59	30.0	0.0	70.0	9806.65	0.0	0.0	0.0	0.0	
1.8	19.61	21.57	35.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
2.6	18.63	19.61	0.0	0.0	60.0	4500.0	8500.0	0.0	0.005	0.0	
3.6	18.63	19.61	28.0	0.0	60.0	4500.0	8500.0	0.0	0.005	0.0	
1.4	19.61	21.57	34.0	0.0	0.0	19613.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
7.0	18.63	20.59	35.0	0.0	80.0	19613.3	10500.0	0.0	0.0	0.0	

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 18.63 kN/m³

Peso unità di volume saturo 20.59 kN/m³

Angolo di attrito 29.0 °

Coesione 0.0 kN/m²

Fattore [Nq] 16.44

Fattore [Nc] 27.86

Fattore [Ng] 17.12

Fattore forma [Sc] 1.05

Fattore profondità [Dc] 1.31

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 1.05

Fattore profondità [Dq] 1.29

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore forma [Sg] 0.97

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
<hr/>	
Carico limite	570.4 kN/m ²
Resistenza di progetto	248.0 kN/m ²
<hr/>	

SISMA

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	18.63 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	20.59 kN/m ³
Angolo di attrito	29.0 °
Coesione	0.0 kN/m ²
<hr/>	
Fattore [Nq]	16.44
Fattore [Nc]	27.86
Fattore [Ng]	17.12
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.31
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.05
Fattore profondità [Dq]	1.29
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.94
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.92
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.97
<hr/>	
Carico limite	533.39 kN/m ²
Resistenza di progetto	231.91 kN/m ²
<hr/>	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: **Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	150.0 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	10.0
Distanza	0.00 m
Angolo	0.00 °
Cedimento totale	2.544 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws:Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	1.4	0	0	Schmertmann	0.4	0.16	0.57
2	2.4	40.593	55.057	Edometrico	1.2012	--	1.2012
3	4.1	0	0	Schmertmann	0.29	0.12	0.41
4	6.9	0	0	Schmertmann	0	--	0
5	9.5	0	0	Schmertmann	0	--	0
6	11.7	140.189	4.659	Edometrico	0.1425	--	0.1425
7	14.8	170.578	2.974	Edometrico	0.1259	--	0.1259
8	17.3	0	0	Schmertmann	0	--	0
9	21.5	242.433	1.422	Edometrico	0.0948	--	0.0948

Allegato 5

Verifica del rischio di liquefazione

DATI GENERALI

Data 19/01/2024
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA Profondità falda idrica 2 m

DATI SISMICI
Accelerazione Bedrock 0.07

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie medianamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.5
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitude momento sismico (Mw)	6.5
Peak ground acceleration (PGA)	0.104

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.8	18.63	20.59	0	0	3500	100	0
2		1.8	3	17.65	18.63	0	0	600	40	0
3		3	5.2	18.63	20.59	0	0	6500	180	0
4		5.2	8.6	18.63	20.59	0	0	4500	130	0
5		8.6	10.4	19.61	21.57	0	0	13000	220	0
6		10.4	13	18.63	19.61	0	0	1500	90	0
7		13	16.6	18.63	19.61	0	0	1600	80	0
8		16.6	18	19.61	21.57	0	0	10000	250	0
9		18	25	18.63	20.59	0	0	11000	200	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.44

Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di compattamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Coefficiente riduttivo a F_S	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coeficiente di sicurezza F_S	Susceptibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
2.20	40.790	38.829								0	Non susceptibile	0	Non susceptibile	0	Molto basso
2.40	44.516	40.593								0	Non susceptibile	0	Non susceptibile	0	Molto basso
2.60	48.242	42.358								0	Non susceptibile	0	Non susceptibile	0	Molto basso
2.80	51.968	44.123								0	Non susceptibile	0	Non susceptibile	0	Molto basso
3.00	55.694	45.887								0	Non susceptibile	0	Non susceptibile	0	Molto basso
3.20	59.812	48.044	93.776	2.795	2.241	1.442714	166.198	0.976	0.507	0.057	8.903	Non susceptibile	0	Molto basso	
3.40	63.930	50.201	91.740	2.797	2.247	1.411384	164.263	0.974	0.492	0.058	8.464	Non susceptibile	0	Molto basso	
3.60	68.048	52.357	89.831	2.799	2.254	1.38201	162.450	0.972	0.479	0.059	8.079	Non susceptibile	0	Molto basso	
3.80	72.166	54.514	88.036	2.800	2.260	1.354397	160.746	0.971	0.466	0.060	7.738	Non susceptibile	0	Molto basso	
4.00	76.284	56.671	86.344	2.802	2.266	1.328375	159.141	0.969	0.455	0.061	7.435	Non susceptibile	0	Molto basso	
4.20	80.402	58.827	84.747	2.804	2.271	1.303798	157.626	0.968	0.444	0.062	7.163	Non susceptibile	0	Molto basso	
4.40	84.520	60.984	83.235	2.806	2.277	1.280536	156.192	0.966	0.434	0.063	6.918	Non susceptibile	0	Molto basso	
4.60	88.638	63.141	81.801	2.808	2.282	1.258477	154.833	0.965	0.425	0.063	6.696	Non susceptibile	0	Molto basso	
4.80	92.756	65.297	80.439	2.809	2.287	1.23752	153.542	0.963	0.417	0.064	6.495	Non susceptibile	0	Molto basso	
5.00	96.874	67.454	79.142	2.811	2.292	1.217576	152.314	0.962	0.409	0.065	6.310	Non susceptibile	0	Molto basso	

5.20	100.992	69.611	77.907	2.813	2.297	1.198566	151.143	0.960	0.401	0.065	6.141	Non suscettibile	0	Molto basso
5.40	105.110	71.767	53.119	2.958	2.430	1.18042	129.497	0.959	0.282	0.066	4.283	Non suscettibile	0	Molto basso
5.60	109.228	73.924	52.338	2.961	2.435	1.163073	128.720	0.957	0.278	0.066	4.198	Non suscettibile	0	Molto basso
5.80	113.346	76.081	51.591	2.964	2.439	1.14647	127.974	0.956	0.275	0.067	4.119	Non suscettibile	0	Molto basso
6.00	117.464	78.237	50.875	2.966	2.444	1.130558	127.259	0.954	0.272	0.067	4.045	Non suscettibile	0	Molto basso
6.20	121.582	80.394	50.188	2.969	2.449	1.115291	126.572	0.953	0.269	0.068	3.977	Non suscettibile	0	Molto basso
6.40	125.700	82.551	49.528	2.972	2.453	1.100625	125.911	0.951	0.266	0.068	3.913	Non suscettibile	0	Molto basso
6.60	129.818	84.707	48.894	2.975	2.457	1.086524	125.275	0.950	0.263	0.068	3.853	Non suscettibile	0	Molto basso
6.80	133.936	86.864	48.283	2.978	2.462	1.072951	124.663	0.948	0.260	0.069	3.797	Non suscettibile	0	Molto basso
7.00	138.054	89.021	47.694	2.980	2.466	1.059874	124.071	0.946	0.258	0.069	3.744	Non suscettibile	0	Molto basso
7.20	142.172	91.177	47.127	2.983	2.470	1.047264	123.501	0.945	0.255	0.069	3.694	Non suscettibile	0	Molto basso
7.40	146.290	93.334	46.579	2.986	2.474	1.035094	122.949	0.943	0.253	0.069	3.647	Non suscettibile	0	Molto basso
7.60	150.408	95.491	46.050	2.989	2.478	1.023339	122.416	0.942	0.251	0.070	3.603	Non suscettibile	0	Molto basso
7.80	154.526	97.647	45.539	2.992	2.482	1.011975	121.901	0.940	0.248	0.070	3.562	Non suscettibile	0	Molto basso
8.00	158.644	99.804	45.044	2.994	2.485	1.000981	121.401	0.939	0.246	0.070	3.522	Non suscettibile	0	Molto basso
8.20	162.762	101.961	44.565	2.997	2.489	0.990338	120.917	0.937	0.244	0.070	3.485	Non suscettibile	0	Molto basso
8.40	166.880	104.117	44.101	3.000	2.493	0.980027	120.448	0.936	0.243	0.070	3.449	Non suscettibile	0	Molto basso
8.60	170.998	106.274	43.651	3.003	2.496	0.970032	119.993	0.934	0.241	0.070	3.415	Non suscettibile	0	Molto basso
8.80	175.312	108.627	124.731	1.715	2.001	0.959470	162.279	0.933	0.477	0.071	6.766	Non suscettibile	0	Molto basso
9.00	179.626	110.979	123.402	1.716	2.004	0.949245	161.087	0.931	0.469	0.071	6.634	Non suscettibile	0	Molto basso
9.20	183.940	113.332	122.114	1.717	2.007	0.939341	159.933	0.928	0.460	0.071	6.518	Non suscettibile	0	Molto basso

9.40	188.254	115.685	120.866	1.717	2.011	0.929740	158.816	0.923	0.453	0.070	6.426	Non suscettibile	0	Molto basso
9.60	192.568	118.038	119.656	1.718	2.014	0.920428	157.734	0.918	0.445	0.070	6.340	Non suscettibile	0	Molto basso
9.80	196.882	120.390	118.481	1.718	2.017	0.911390	156.685	0.912	0.438	0.070	6.258	Non suscettibile	0	Molto basso
10.00	201.196	122.743	117.340	1.719	2.020	0.902613	155.667	0.907	0.431	0.070	6.181	Non suscettibile	0	Molto basso
10.20	205.510	125.096	116.231	1.719	2.023	0.894085	154.680	0.902	0.424	0.069	6.108	Non suscettibile	0	Molto basso
10.40	209.824	127.448	115.153	1.720	2.026	0.885795	153.721	0.896	0.418	0.069	6.039	Non suscettibile	0	Molto basso
10.60	213.746	129.409								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
10.80	217.668	131.370								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
11.00	221.590	133.330								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
11.20	225.512	135.291								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
11.40	229.434	137.252								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
11.60	233.356	139.212								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
11.80	237.278	141.173								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
12.00	241.200	143.134								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
12.20	245.122	145.094								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
12.40	249.044	147.055								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
12.60	252.966	149.016								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
12.80	256.888	150.976								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
13.00	260.810	152.937								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
13.20	264.732	154.898								0	Non suscettibile	0	Molto basso	
13.40	268.654	156.858								0	Non suscettibile	0	Molto basso	

13.60	272.576	158.819						0	Non susceptibile	0	Molto basso
13.80	276.498	160.780						0	Non susceptibile	0	Molto basso
14.00	280.420	162.740						0	Non susceptibile	0	Molto basso
14.20	284.342	164.701						0	Non susceptibile	0	Molto basso
14.40	288.264	166.662						0	Non susceptibile	0	Molto basso
14.60	292.186	168.622						0	Non susceptibile	0	Molto basso
14.80	296.108	170.583						0	Non susceptibile	0	Molto basso
15.00	300.030	172.544						0	Non susceptibile	0	Molto basso
15.20	303.952	174.504						0	Non susceptibile	0	Molto basso
15.40	307.874	176.465						0	Non susceptibile	0	Molto basso
15.60	311.796	178.426						0	Non susceptibile	0	Molto basso
15.80	315.718	180.386						0	Non susceptibile	0	Molto basso
16.00	319.640	182.347						0	Non susceptibile	0	Molto basso
16.20	323.562	184.308						0	Non susceptibile	0	Molto basso
16.40	327.484	186.268						0	Non susceptibile	0	Molto basso
16.60	331.406	188.229						0	Non susceptibile	0	Molto basso
16.80	335.720	190.582	72.437	2.587	2.293	0.724368	139.563	0.725	0.333	0.060	5.555
17.00	340.034	192.934	71.994	2.588	2.295	0.719938	139.167	0.720	0.331	0.059	5.557
17.20	344.348	195.287	71.559	2.589	2.297	0.715588	138.778	0.715	0.329	0.059	5.561
17.40	348.662	197.640	71.132	2.590	2.299	0.711316	138.397	0.709	0.327	0.059	5.565
17.60	352.976	199.992	70.712	2.591	2.301	0.707120	138.022	0.704	0.325	0.058	5.570

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

COLELLA ALBERTO il 17/11/2025 11:07:41

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE: 2025 / 81274 del 18/11/2025

17.80	357.290	202.345	70.300	2.593	2.303	0.7029976	137.654	0.699	0.323	0.058	5.577	Non suscettibile	0	Molto basso
18.00	361.604	204.698	69.895	2.594	2.305	0.6989466	137.293	0.693	0.321	0.057	5.584	Non suscettibile	0	Molto basso
18.20	365.722	206.854	76.482	1.881	2.179	0.6952928	123.731	0.688	0.256	0.057	4.492	Non suscettibile	0	Molto basso
18.40	369.840	209.011	76.087	1.881	2.181	0.6916963	123.401	0.683	0.255	0.057	4.498	Non suscettibile	0	Molto basso
18.60	373.958	211.168	75.697	1.882	2.183	0.6881551	123.075	0.677	0.253	0.056	4.505	Non suscettibile	0	Molto basso
18.80	378.076	213.324	75.313	1.883	2.185	0.6846677	122.755	0.672	0.252	0.056	4.513	Non suscettibile	0	Molto basso
19.00	382.194	215.481	74.936	1.884	2.186	0.6812327	122.440	0.667	0.251	0.055	4.522	Non suscettibile	0	Molto basso
19.20	386.312	217.638	74.563	1.884	2.188	0.6778498	122.130	0.661	0.249	0.055	4.532	Non suscettibile	0	Molto basso
19.40	390.430	219.794	74.197	1.885	2.190	0.6745153	121.824	0.656	0.248	0.055	4.542	Non suscettibile	0	Molto basso
19.60	394.548	221.951	73.835	1.886	2.191	0.6712302	121.524	0.651	0.247	0.054	4.553	Non suscettibile	0	Molto basso
19.80	398.666	224.108	73.479	1.887	2.193	0.6679927	121.228	0.645	0.246	0.054	4.565	Non suscettibile	0	Molto basso
20.00	402.784	226.264	73.128	1.887	2.195	0.6648015	120.937	0.640	0.244	0.053	4.578	Non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso