

NEOGEO

STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO



GEOLOGO DOTT. DAVIDE BERNARDINELLO - VIA CASELLE RASA, 31 - 45026 LENDINARA RO
C.F. BRNDVD66C14E522J - P.I. 01394330292 - ☎ (+39) 348 2515107 - davide.bernardinello@gmail.com

COMMITTENTE



ATER ROVIGO

Azienda Territoriale Edilizia Residenziale

PIAZZA DELLA REPUBBLICA, 2

45100 ROVIGO

Relazione di Compatibilità Geologica

L.R. 11/2004 "Pianificazione territoriale ed urbanistica del Veneto"

Oggetto: Relazione di Compatibilità Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e Sismica a corredo del Piano Urbanistico Attuativo in variante al piano vigente ai fini del completamento del complesso immobiliare, con funzione residenziale di Edilizia Residenziale Pubblica e direzionale.

Ubicazione: Via Donato Bramante - 45100 Rovigo RO

Rif. Prot. Geo_2072
Revisione R00
Data 30 maggio 2025
File Geo_2072.pdf.p7m
Copia Vidimata n. _____

Pagina 1 di 53

GEOLOGO

dott. Davide Bernardinello



DOCUMENTO CON FIRMA DIGITALE

Indice

Premessa	4
Normativa di riferimento	6
Inquadramento del territorio.....	7
Inquadramento geologico strutturale	11
Inquadramento geologico geomorfologico.....	13
Inquadramento sismico	19
Descrizione dell'indagine geognostica	23
Modello geologico e geotecnico.....	24
Parametri geotecnici	28
Caratterizzazione sismica secondo D.M. 17/01/18.....	31
Analisi della predisposizione del sito alla liquefazione	34
Analisi della Capacità portante dei terreni.....	38
Carico limite (SLU)	40
Carico Ammissibile (SLE)	41
Analisi dei cedimenti	42
Conclusioni.....	45
CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA STATICA.....	47

PREMESSA

Su richiesta dell'Azienda Territoriale per l'Edilizia Residenziale (A.T.E.R.) di Rovigo, viene redatta la presente relazione per la verifica di compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica a supporto della richiesta di approvazione del Piano Urbanistico Attuativo (P.U.A.) in variante al Piano degli Interventi (P.I.) per la realizzazione della nuova sede direzionale dell'azienda e di 12 unità abitative destinate all'edilizia residenziale pubblica (E.R.P.).

Dalle informazioni ricevute dall'azienda committente, risulta che ha avviato la definizione di un nuovo progetto, che modifica quello originario del 2005, prevedendo una variazione nella destinazione urbanistica rispetto alle normative attuali. Il progetto di completamento della struttura esistente prevede due destinazioni d'uso: una residenziale, destinata all'edilizia residenziale pubblica, posta a nord del complesso immobiliare e una direzionale, che ospiterà la nuova sede dell'ATER, nel resto dell'edificio. La struttura si svilupperà su tre piani fuori terra e un seminterrato.

Pertanto la presente relazione fa riferimento a quanto richiesto dall'Ufficio Tecnico – Settore Urbanistica che richiama l'art.20 comma 8 ter della Legge Regionale 11/2004 (L.R. 11/2004) che riguarda la pianificazione territoriale ed urbanistica del Veneto con lo scopo di prevenire situazioni di rischio e a garantire uno sviluppo sostenibile del territorio.

Nella relazione sono state peraltro condotte anche verifiche preliminari di capacità portante conformi alle più recenti norme tecniche per le costruzioni del D.M. 17 gennaio 2018 (NTC18), che definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Resta inteso che tali verifiche geotecniche preliminari di capacità portante sono da considerarsi puramente indicative. Tutte le verifiche geotecniche di dettaglio della platea, dei carichi trasmessi e dei relativi cedimenti di consolidazione sono di competenza del progettista strutturale dell'opera ed esulano dallo scopo del presente elaborato.

Per la redazione della presente relazione sono state effettuate le seguenti attività:

- analisi della cartografia tematica allegata al Piano di Assetto del Territorio del Comune di Rovigo del 2012;
- analisi della documentazione geotecnica di precedenti indagini fornita dal committente;
- analisi di dati di carattere geognostico, litostratigrafico, geotecnico, idrogeologico e sismico relativi a precedenti indagini effettuate dallo Studio in aree limitrofe e su terreni aventi medesime caratteristiche geolitologiche;
- indagine in sito per la verifica delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. L. 5 novembre 1971, n. 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*;
2. L. 2 febbraio 1974, n. 64 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
3. D.M. 16 gennaio 1996 – *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
4. D.P.R. 6 giugno 2001, n.380 – *“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”*;
5. O.P.C.M. 20 marzo 2003, n.3274 – *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e successive modifiche: O.P.C.M. 2 ottobre 2003, n.3316;
6. D.C.R. 3 dicembre 2003 n. 67 – *“elenco dei comuni sismici del Veneto”* approvato dal Consiglio Regionale;
7. L.R. 23 aprile 2004, n.11 – *“Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio”*;
8. L. 27 luglio 2004, n.186 – *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, recante disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse”*;
9. O.P.C.M. 3 maggio 2005 n.3431 – *“Modifica e integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/03”*;
10. O.P.C.M. 28 aprile 2006 n.3519 – *“Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*;
11. D.M. 17 gennaio 2018 - *“Norme Tecniche per le Costruzioni”* (sostituiscono le precedenti appr. con D.M. 14 gennaio 2008).

INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO

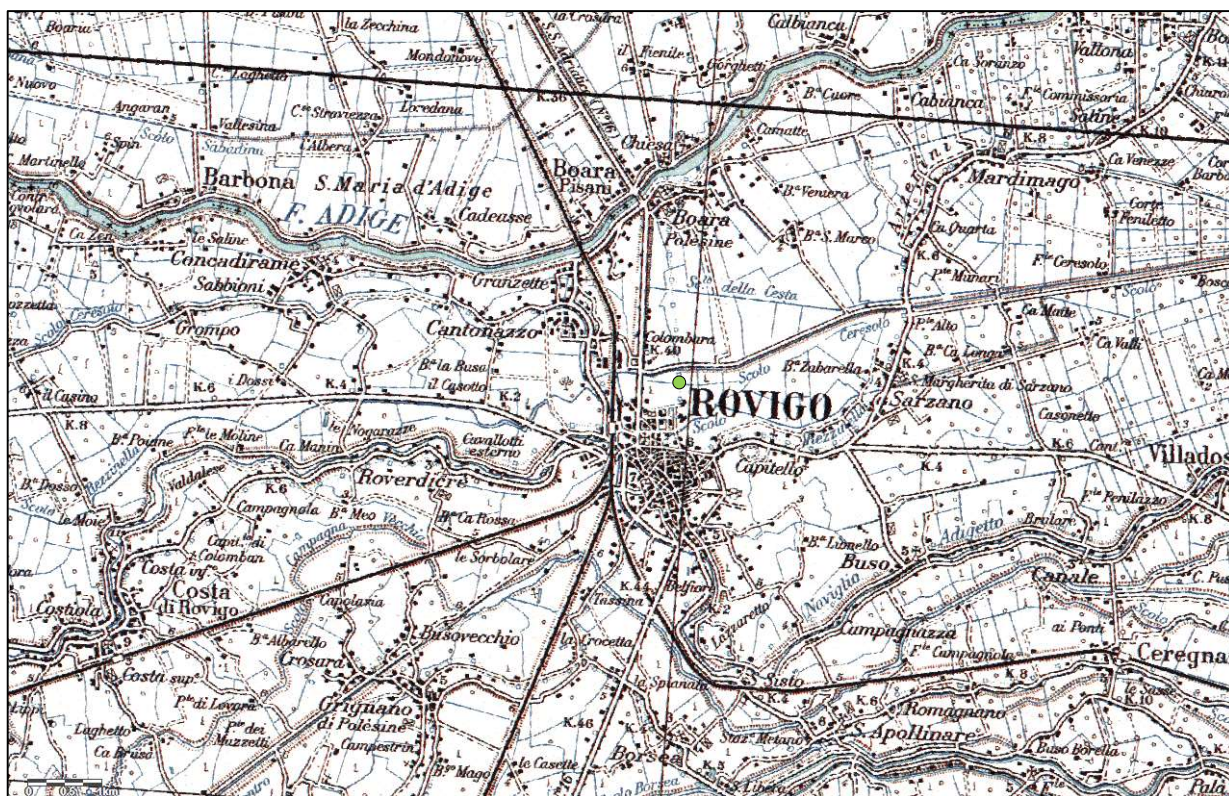
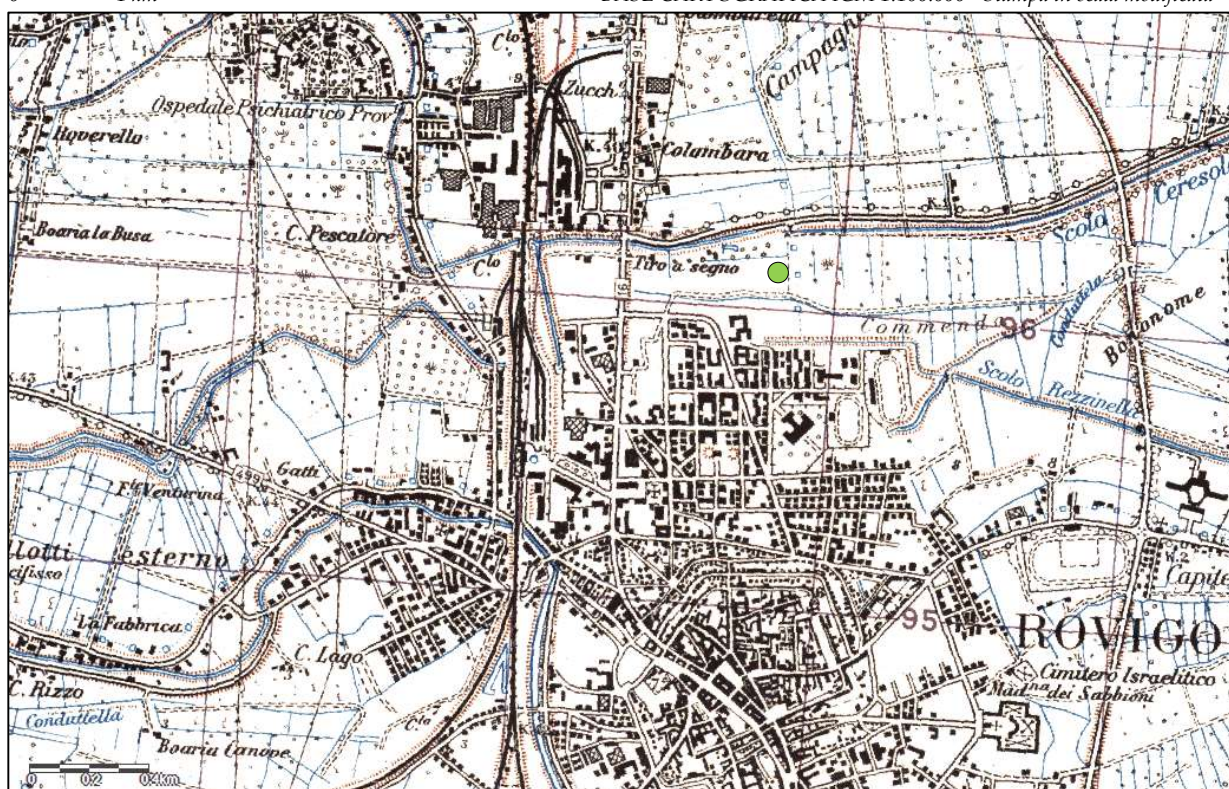


Figura 1 – Corografie con ubicazione dell'area in esame



LEGENDA ● AREA IN ESAME

	Latitudine (° N)	Longitudine (° E)	Quota slm (C.T.R.)
Sistema WGS84	45.082547°	11.792053°	2,7 m
Sistema ED50	45.083468°	11.793046°	

Figura 2 – Mappa con ubicazione dell'area in esame



Esecuzione della Prova Penetrometrica Statica con piezocono e cono sismico (SCPTU01)

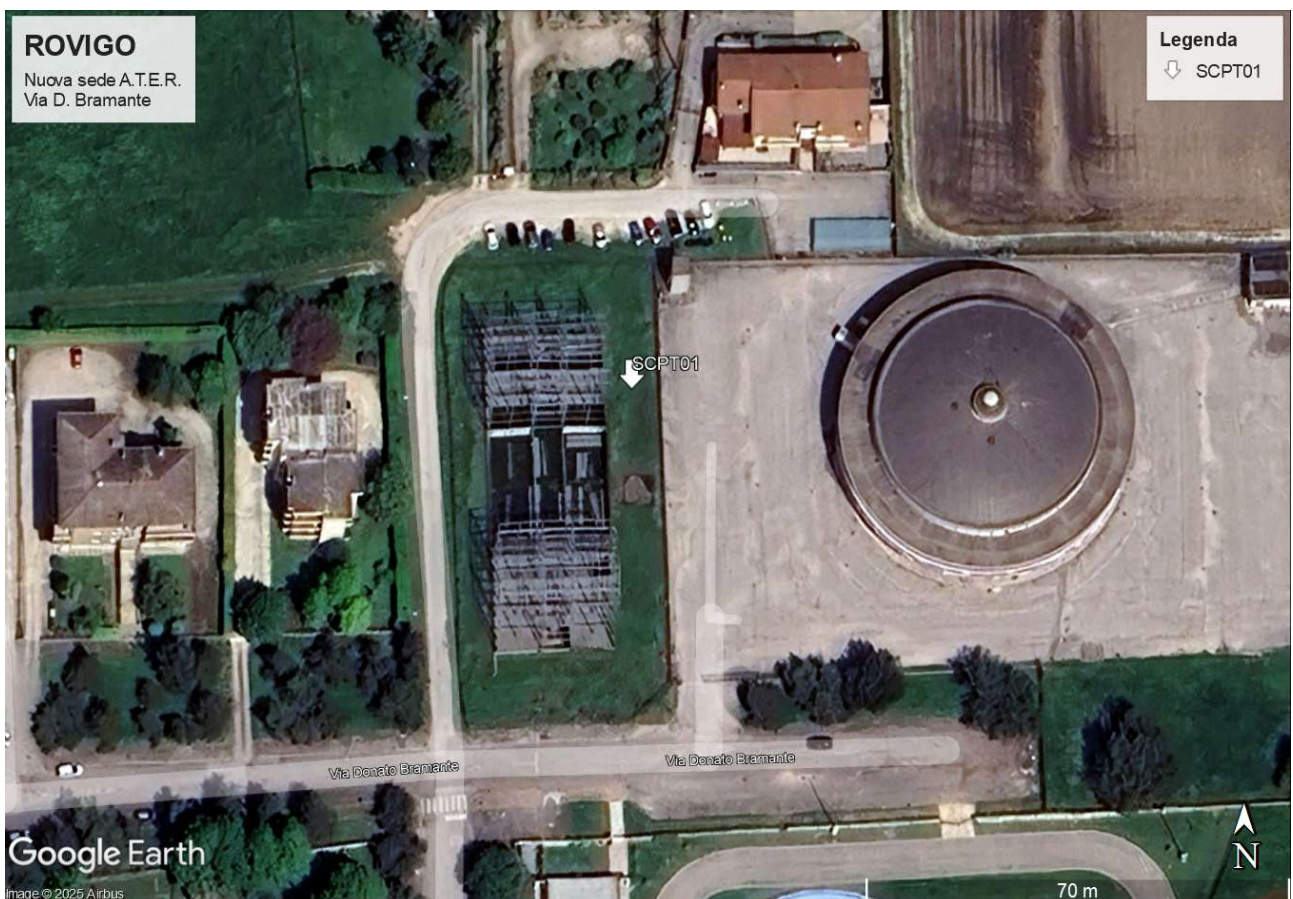
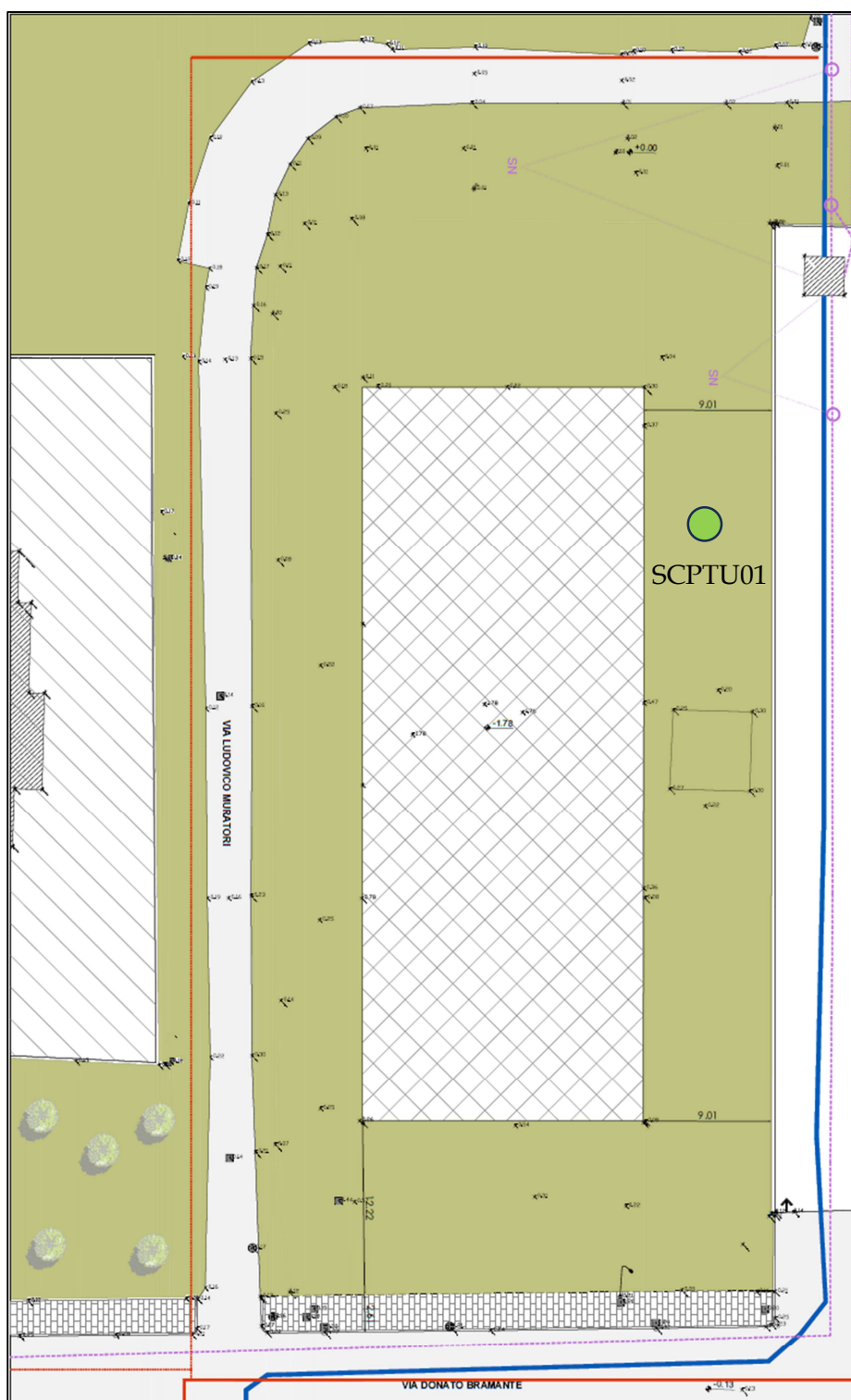


Figura 3 – Ubicazione della prova penetrometrica SCPTU01 effettuata il 30/05/2025



LEGENDA

- SCPTU01 Prova Penetrometrica Statica con sismo-piezocono effettuata il 30.05.2025

Figura 4 – Ubicazione della prova SCPTU01 su planimetria stato attuale (scala 1:500)

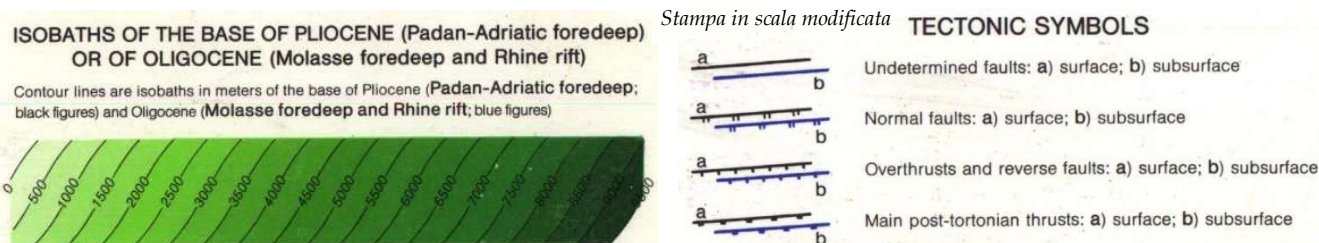


Figura 5 - Carta geologica strutturale

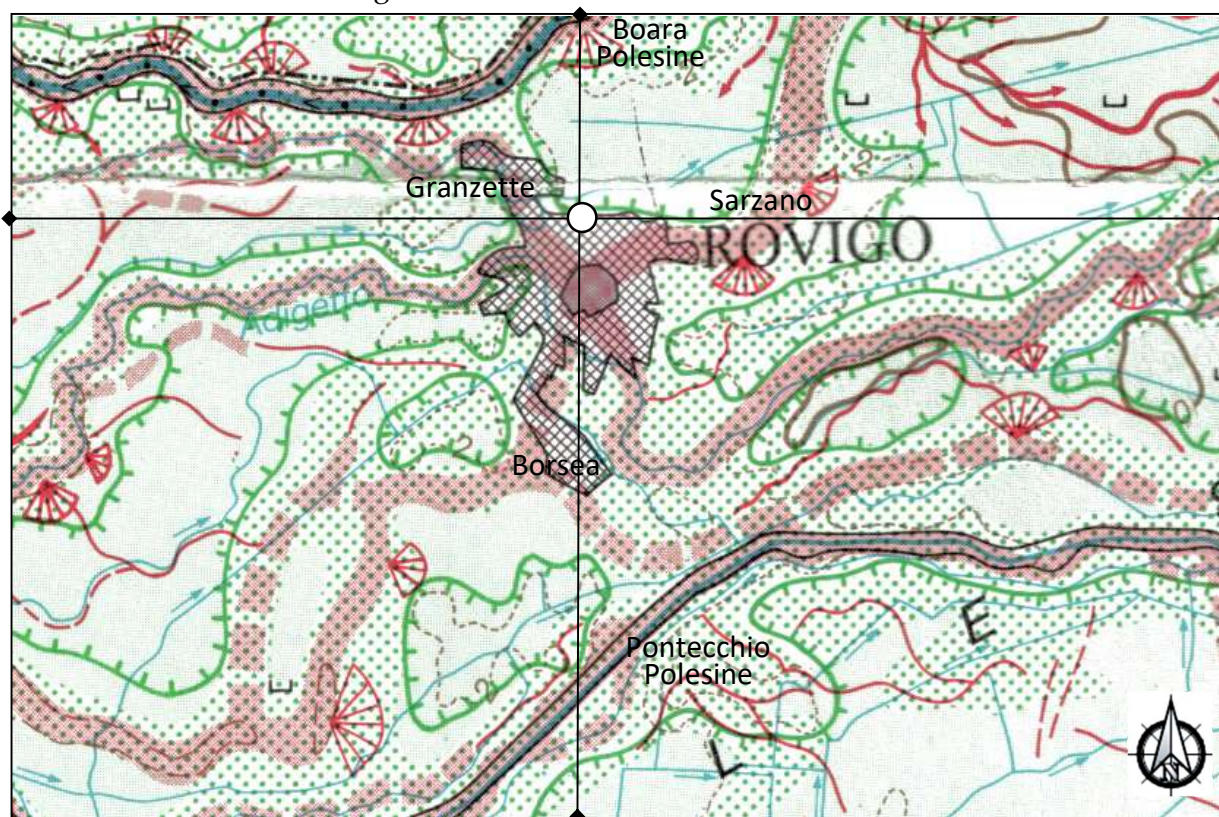
Pagina 11 di 53

mesozoico, formatasi dalla collisione fra la zolla africana e quella europea che diventa, nel Paleogene-Neogene, avampaseo appenninico della parte meridionale della catena alpina. La Pianura Padana è stata caratterizzata nel tempo da una lenta ma incessante subsidenza; in tale contesto la pianura veronese-polesana rientra in un settore caratterizzato da una generale debole immersione del substrato mesozoico verso sud con l'asse di basculamento localizzato lungo la fascia pedemontana dei monti Lessini che sta all'origine del sistema di fratture distensive (faglie dirette) aventi direzione NO-SE con abbassamento verso SE che caratterizza questa parte del territorio.

Dal Pliocene fino al Quaternario più antico (per intenderci da ~ 5 mil. fino a 700.000 anni fa), si è depositato uno spessore consistente di sedimenti marini (argille e sabbie) appartenenti ad un unico grande ciclo sedimentario. Poi l'ambiente è diventato continentale e, in concomitanza di una successione di glaciazioni e periodi più caldi interglaciali, si hanno cospicue sedimentazioni fluvioglaciali. Circa 18.000 anni fa il suolo è rimasto emerso per un lungo periodo e i sedimenti alluvionali presenti si sono consolidati; quel momento oggi si rileva nel sottosuolo dalla presenza di un particolare strato di argilla chiara sovraconsolidata (caranto). Dopo l'ultima glaciazione Würmiana (10.000-11.000 anni fa) si ebbero una serie di avanzamenti e retrocessioni della linea di costa per cui nell'area in esame si sono depositate delle alternanze di sedimenti alluvionali tipiche della pianura interfluviale; il territorio ha subito un continuo modellamento da parte dei corsi d'acqua più attivi (Po, Adige, Tartaro) che, nel tempo, hanno variato il loro tracciato a seguito di rotte ed esondazioni naturali. Verso il III-IV sec. d.C. si ha una variazione nelle direzioni di drenaggio ed una sostituzione delle unità fluviali; le ramificazioni secondarie del fiume Po vengono sostituite dal fiume Adige. I mutamenti nelle direzioni di flusso idrografico e nella toponomastica dei singoli corsi sono documentati dalla cartografica storica da cui si evince una ricostruzione paleoidrografica dell'andamento del basso fiume Po dal X sec. a.C. al XIV sec. d.C.. Il territorio di Rovigo è stato un nodo di disgiunzione di due direttrici di flusso di non ben identificata toponomastica fino al I sec. d.C.. Da quel momento in poi le acque dell'Adige, che scorrevano in direzione E-W a nord di Rovigo e che confluivano nel mare Adriatico poco più a sud di Chioggia, cambiano alveo confluendo poi nelle due sopracitate direttrici di flusso cui è stato attribuito il nome "Adige"; Rovigo cessa di essere nodo idrografico nel quadro evolutivo naturale del territorio.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Al fine di fornire un inquadramento dell'area in esame, si riporta di seguito lo stralcio ingrandito della "Carta delle Geomorfologica della Pianura Padana".



Rappresentazione ingrandita rispetto alla scala originale

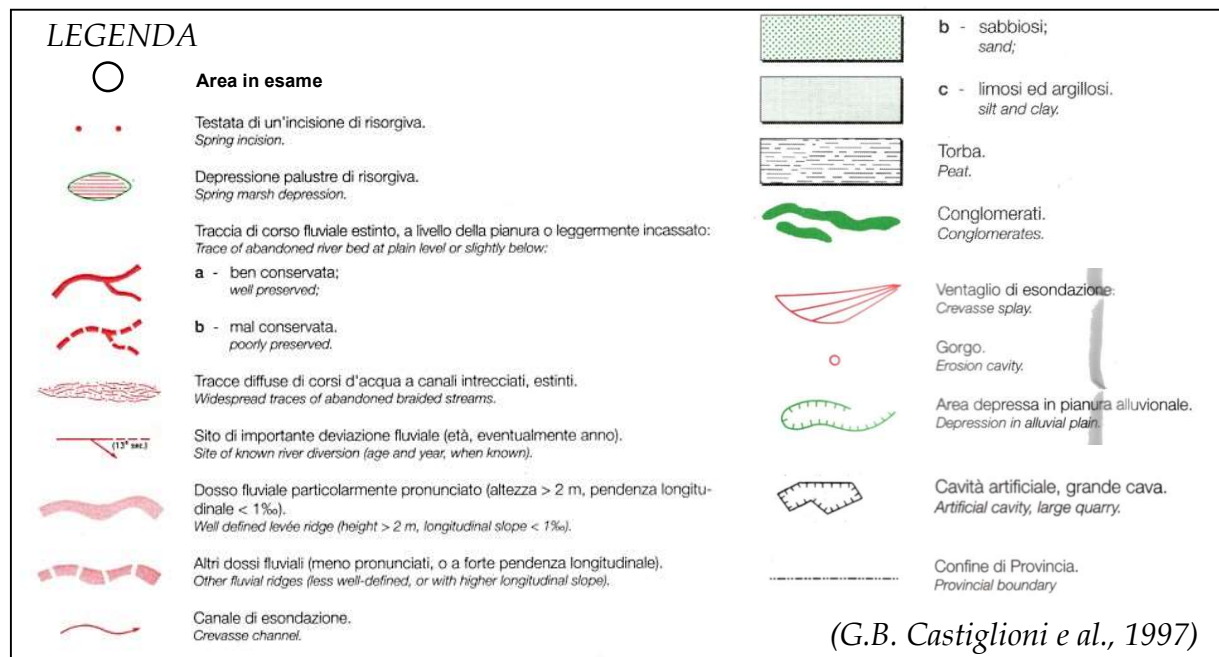


Figura 6 – Estratto della Carta Geomorfologica della Pianura Padana (scala 1:250000)



Scala dell'elaborato originale 1 : 15.000 - Stampa in scala modificata



COMUNE di ROVIGO
Provincia di Rovigo

P.A.T.

Elaborato

C

05

03

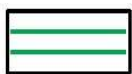
Scala

1:15.000

Carta Geomorfologica

QUADRO CONOSCITIVO
Art. 10 L.R. 23 Aprile 2004 N° 11

LEGENDA



Traccia di corso fluviale estinto, a livello di pianura o leggermente incassato



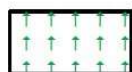
Traccia di corso fluviale estinto, a livello di pianura o leggermente incassato, incerto



Dosso fluviale



Rilevato stradale o ferroviario



Ventaglio di esondazione



AREA IN ESAME

Figura 7 – Estratto della Carta Geomorfologica (Elab. C 05 03 - PAT 2012 Rovigo)



Scala dell'elaborato originale 1 : 15.000 - Stampa in scala modificata



COMUNE di ROVIGO
Provincia di Rovigo

P.A.T.

Elaborato

C

05

01

Scala

1:15000

Carta Litologica

QUADRO CONOSCITIVO
Art. 10 L.R. 23 Aprile 2004 N° 11

LEGENDA



Campionamenti del terreno e numero relativo



Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa, poco permeabili

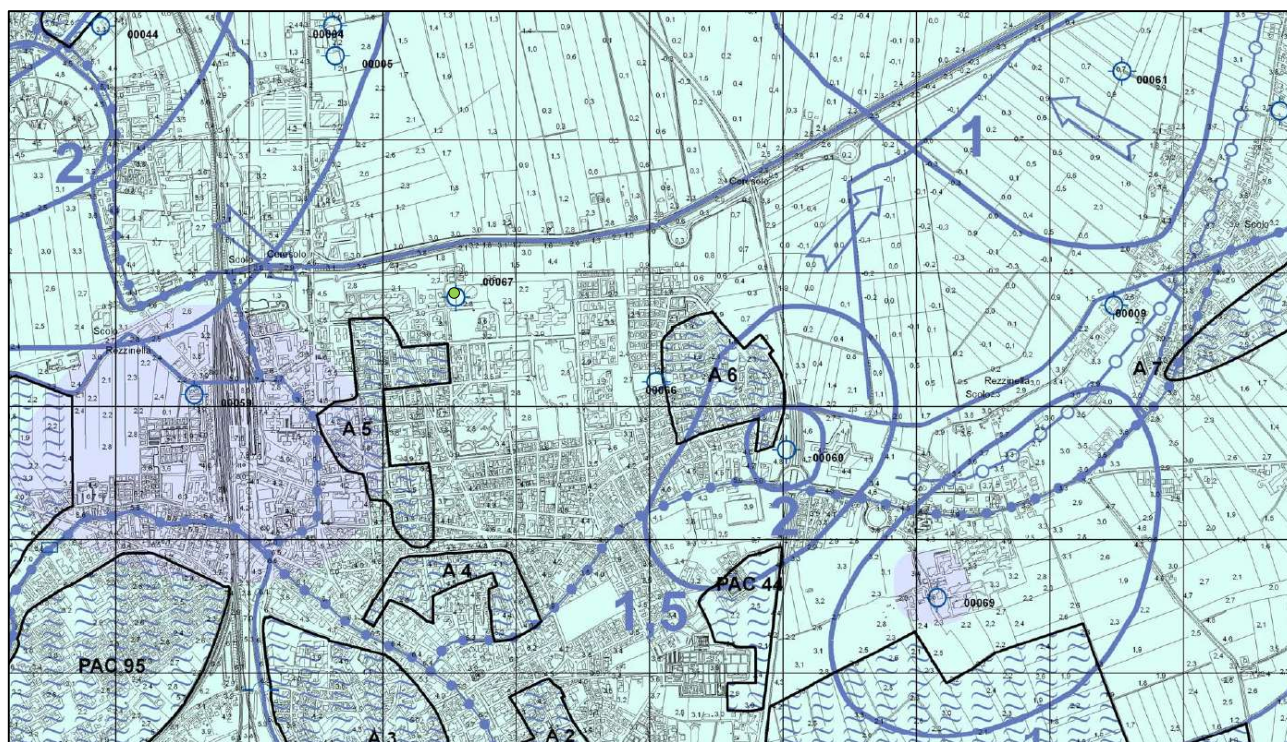


Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa, mediamente permeabili



AREA IN ESAME

Figura 8 – Estratto della Carta Litologica (Elab. C 05 01 - PAT 2012 Rovigo)



Scala dell'elaborato originale 1 : 15.000 - Stampa in scala modificata



COMUNE di ROVIGO
Provincia di Rovigo

P.A.T.

Elaborato

C

05

02

Scala

1:15.000

Carta Idrogeologica

QUADRO CONOSCITIVO

Art. 10 L.R. 23 Aprile 2004 N° 11

LEGENDA

- | | | | |
|--|---|--|---|
| | Area a deflusso difficoltoso e numero di riferimento | PAC = Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco | ● AREA IN ESAME |
| | | PP = Consorzio di Bonifica Padana Polesana | |
| | | A = Polesine Acque | |
| | Area con profondità di falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal p.c. | | |
| | Area con profondità di falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c. | | |
| | Linea isofreatica e sua quota assoluta | | Direzione di deflusso della falda freatica |
| | Limite di bacino idrografico e spartiacque locali | | Punto di lettura del livello di falda (Pozzo freatico o piezometro) e numero di riferimento |
| | Corso d'acqua permanente | | Idrovora |
| | Spartiacque sotterraneo | | Botte o sifone |

Figura 9 – Estratto della Carta Idrogeologica (Elab. C 05 02 - PAT 2012 Rovigo)

L'area in esame si trova nella Pianura Polesana, sulla destra idrografica del fiume Adige, ad una distanza di circa 2 km dal suo corso attuale e circa 150 m più a sud dello scolo Ceresolo. L'assetto del territorio in esame risulta determinato essenzialmente da una dinamica di tipo fluviale che ha generato, nel corso del tempo e mediante il susseguirsi di eventi, il deposito e l'accumulo di sedimenti alluvionali. Le sequenze stratigrafiche così formatesi sono caratterizzate dalla presenza di sabbie, limi ed argille in diversa percentuale, in funzione dell'energia idrodinamica e dei meccanismi di trasporto che le hanno coinvolte. Le forme ondulate tipiche del territorio rispecchiano dunque i processi sedimentologici legati al divagare naturale delle acque fluviali dei fiumi Adige, Tartaro Canalbianco e Po. Durante le piene eccezionali le acque potevano esondare o rompere gli argini ed uscire dall'alveo. Conseguentemente le particelle più grossolane, quali le sabbie, si depositavano in prossimità delle zone di uscita, mentre quelle più fini, quali i limi e le argille, mantenute in sospensione per maggiore tempo, venivano trasportate più lontano e si depositavano nei ristagni d'acqua. Con il passare del tempo quindi il maggiore tasso di sedimentazione e la bassa compressibilità dei depositi sabbiosi compensa la naturale subsidenza del terreno, mentre la presenza di sedimenti fini molto più compressibili e la sottoalimentazione che caratterizza le aree interfluviali ha originato zone morfologicamente depresse; in queste aree, spesso sede di ristagni d'acqua e paludi, era frequente l'accumulo di detrito vegetale in ambiente poco ossigenato che ha formato depositi ricchi della frazione organica e di torba. I fiumi sono venuti così ad essere delimitati da argini naturali formati da terreni prevalentemente sabbiosi che, come gli stessi alvei, rimangono più elevati rispetto al territorio circostante, accentuando nel tempo il dislivello con le piane alluvionali circostanti.

Il territorio urbano di Rovigo si è sviluppato sulla confluenza di diversi paleoalvei. Dalla Carta Geomorfologica presente tra gli elaborati del PAT 2012 di Rovigo (ved. Figura 7) si rileva che la zona in esame è compresa tra due dossi principali riconducibili ad antichi percorsi (paleoalvei) dell'Adige, si sviluppa su una superficie topografica regolare a quote intorno a +2,7 metri sul livello medio del mare (abbr. s.l.m.m.; quote riprese dalla C.T.R.).

Dalla Carta Litologica (ved. Figura 8) si osserva che il suolo è costituito da materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa, mediamente permeabili. Dal punto di vista geomorfologico si rileva più a nord, oltre lo scolo Ceresolo, un'ampia area topograficamente depressa, con quote minime di 0,1 m s.l.m., costituita da terreni poco permeabili a tessitura limo-argillosa.

Nell'area in esame la rete idrografica è compresa nel sottobacino Ceresolo gestito dal Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco.

Dalla Carta dell'Pericolosità Idraulica (tavola 4 - PAT 2012) si evince che l'area in esame è

compresa tra le aree soggette allo scolo meccanico del P.A.I. Fissero-Tartaro-Canalbiano.

Dalla Carta Idrogeologica (ved. Figura 9) si osserva che localmente la direzione di deflusso della falda freatica proviene da nord ovest (dal ventaglio di esondazione su cui si trova la frazione di Boara Polesine) per cui è alimentata dalle acque superficiali del fiume Adige e drenata dallo scolo Ceresolo. La profondità della falda freatica nel 2007 è stata registrata a meno di 2 m dal p.c.: si deve considerare che tale dato dipende da molte variabili, tra cui il controllo idraulico operato dal Consorzio di Bonifica, per cui può cambiare nel tempo in funzione degli eventi meteorici e delle quote idrografiche delle acque superficiali. L'area non è compresa tra le aree con difficoltà di deflusso superficiale per cui non sono stati segnalati eventi di allagamenti o altre criticità idrauliche nella Relazione di Compatibilità Idraulica presente tra i documenti del PAT 2012.

Ai fini dell'edificazione si rileva dalla Carta delle Fragilità (elab. B 03 – P.A.T. 2012) che il sito si trova in "Area idonea a condizione" per cui viene redatta la presente relazione di compatibilità geologica prevista dalla L.R. 11/2004.

In base all'assetto geomorfologico e valutando quanto emerso da precedenti indagini, oltre lo strato superficiale costituito da materiale di riporto in matrice sabbiosa, il sottosuolo è formato prevalentemente da alternanze di strati di terre fini coesive talora con elevato contenuto organico (argille, limi e resti torbosi), da poco a moderatamente consistenti e terreni granulari ed incoerenti (sabbie e limi) da sciolti ad addensati.

Le frequenti variazioni litologiche sia laterali che verticali che caratterizzano le aree di piana alluvionale, soprattutto in prossimità dei paleoalvei e delle zone di esondazione, rendono molto difficile la ricostruzione precisa del modello geologico del sottosuolo entro l'area in esame. A questo scopo è stato effettuato uno studio dettagliato considerando quanto riportato negli elaborati del PAT 2012 del Comune di Rovigo e quanto emerso da alcune relazioni geotecniche effettuate nel 2007, 2009 e 2015, gentilmente fornite dal committente, che si basano su diverse prove penetrometriche statiche, alcune con punta meccanica altre con piezocono, un sondaggio a carotaggio continuo, spinte fino alla profondità massima di 20,83 m di profondità dal piano campagna. Per avvalorare quanto riportato in questi documenti e per completare la caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico, è stata effettuata un'indagine geognostica in sito con l'esecuzione di una prova penetrometrica statica strumentata con piezocono e cono sismico, per la verifica puntuale della natura litologica, degli spessori, delle caratteristiche geotecniche dei terreni dell'area in esame oltre alla misura della velocità delle onde sismiche di taglio per definire il tipo di suolo sismico fino alla profondità massima di 30 m.

INQUADRAMENTO SISMICO

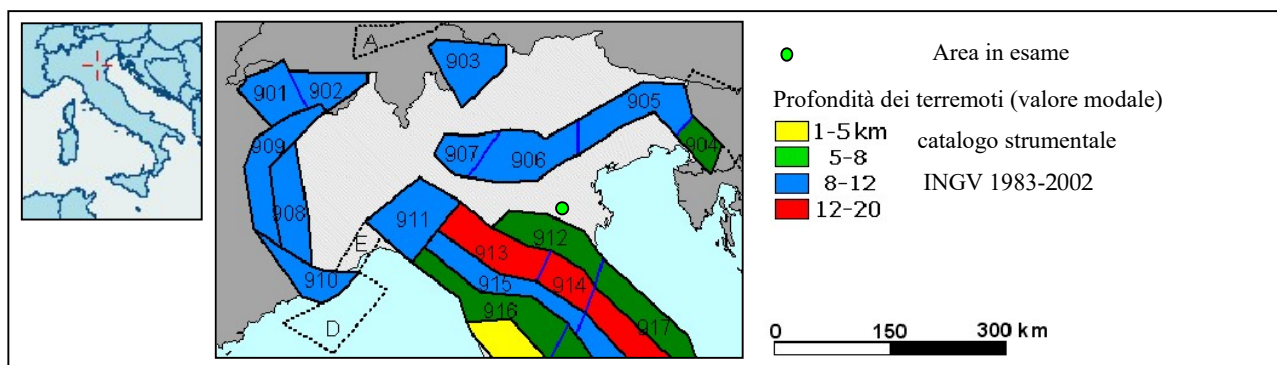


Figura 10 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia con classe di profondità delle ZS (App. 2 Rapporto Conclusivo Gruppo di Lavoro I.N.G.V. per la redazione della mappa di pericolosità sismica - Ordinanza P.C.M. n.3274 20/03/03)

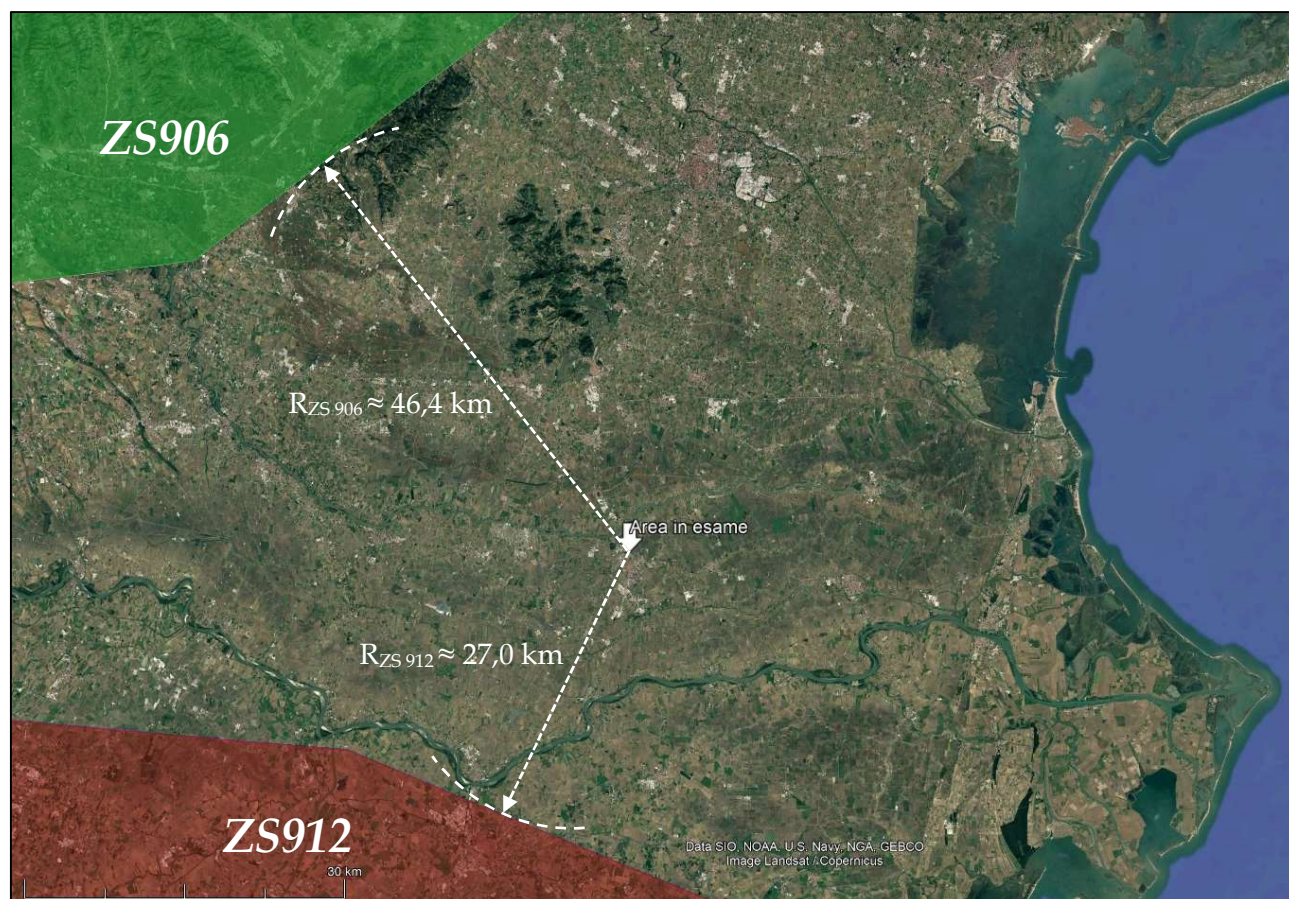


Figura 11 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia con classe di profondità delle ZS (App. 2 Rapporto Conclusivo Gruppo di Lavoro I.N.G.V. per la redazione della mappa di pericolosità sismica - Ordinanza P.C.M. n.3274 20/03/03)

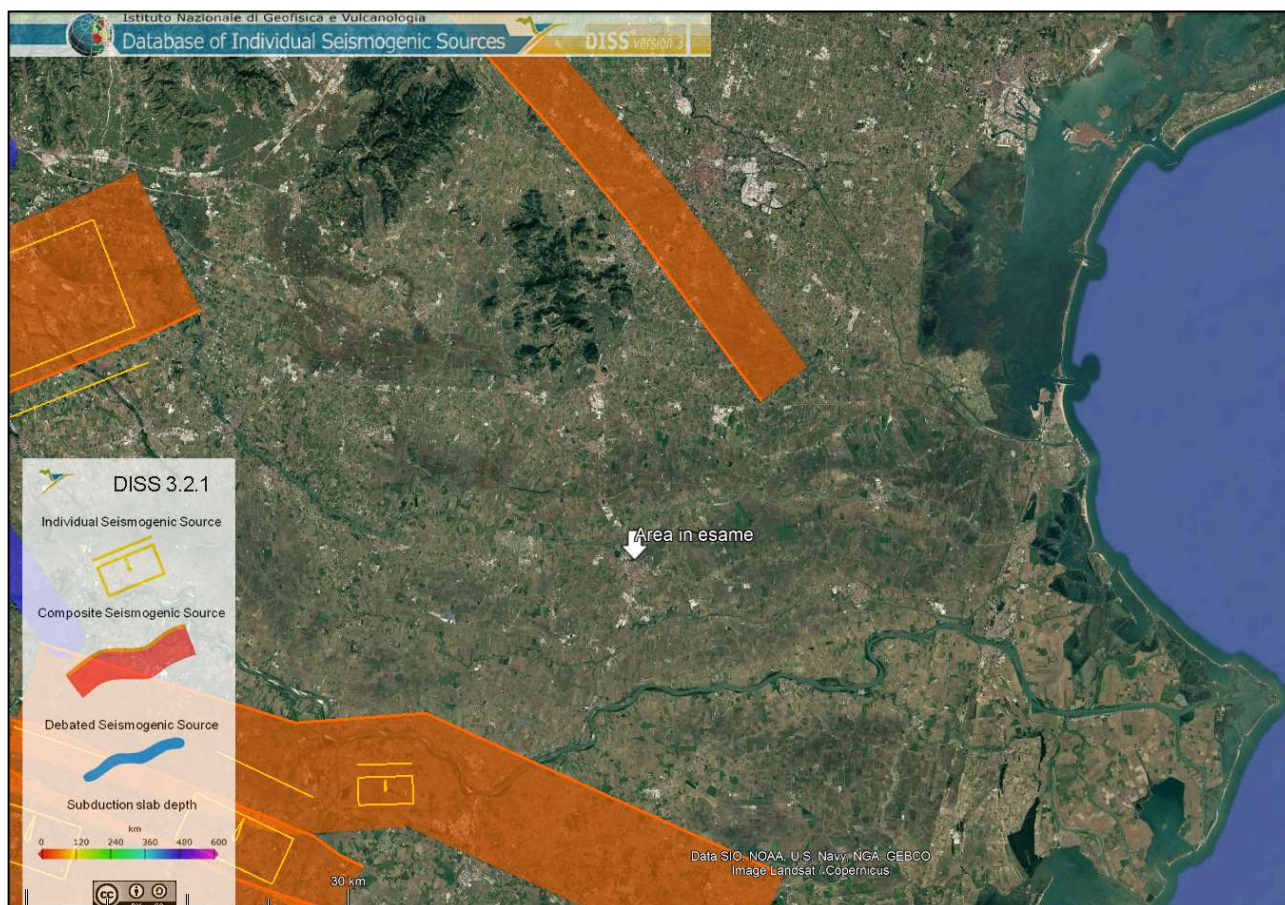


Figura 12 - Database of Individual Seismogenic Sources (I.N.G.V. - DISS versione 3)

Il Veneto rappresenta una Regione sismicamente attiva, sia perché sede di diverse zone sismogenetiche (*abbr.* ZS) capaci di forti terremoti, sia perché risente della sismicità delle regioni vicine. La valutazione della pericolosità sismica per la Regione Veneto è legata ad una complessa geologia regionale. Traspare per la nostra regione una generale mancata percezione del pericolo sismico, essenzialmente dovuta al fatto che i violenti terremoti sono accaduti per lo più in epoca storica.

Considerando la zonazione sismogenetica ZS9 riportata nella precedente figura, il sito in esame non si trova entro una zona attiva sismogenetica (ZS) ma può risentire dello scuotimento proveniente da due zone sorgenti vicine, una individuata più a nord, più lontana (ZS906) e l'altra più vicina a sud, a circa 27 km (ZS912).

La ZS906 (compresa tra Bassano del Grappa e Verona) si trova in corrispondenza della massima convergenza tra la placca adriatica e quella europea ed è caratterizzata da strutture a pieghe sud vergenti del Subalpino orientale e faglie inverse associate. In base alla moda delle distribuzioni di frequenza, in funzione delle profondità dei terremoti, si segnala una profondità efficace (in cui è

avvenuto il maggiore numero di terremoti) di 8 km con una magnitudo-durata $M_d = 4,7$ e una magnitudo momento massima $M_w = 6,60$.

La ZS912 (che comprende la parte settentrionale della Regione Emilia Romagna) è indotta da movimenti di fagliazione inversa dovuti a thrust compressivi localizzati sul fronte compressivo sepolto più avanzato dall'appennino settentrionale, a ridosso del fiume Po. Dagli archivi si evidenzia l'elevata frequenza di terremoti con una profondità efficace degli ipocentri di 7 km con una magnitudo-durata $M_d = 4,6$ e una magnitudo momento massima $M_w = 6,14$.

La normativa vigente richiede di approfondire la caratterizzazione sismica locale, in modo da definire l'accelerazione sismica massima attesa, in funzione di determinati tempi di ritorno e l'effetto dell'amplificazione sismica indotta dalle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche del suolo.

In base ai criteri definiti nell'O.P.C.M. 3519/2006 sono individuate quattro zone, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (A_g) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Ciascun Comune è stato classificato mediante un valore di accelerazione massima del suolo (A_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_s > 800\text{m/s}$, secondo il seguente schema:

Tabella Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (A_g)
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 \text{ g}$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g
4	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g

Tabella 1 - Classificazione delle zone sismiche

La nuova zonazione sismica approvata recentemente con la DGR n.244 del 9/03/2021 colloca il Comune di Rovigo nella zona 3 con $A_g = 0,15 \text{ g}$ (grado di sismicità basso).

Il sito non si trova entro una zona sismogenetica per cui si ritengono possibili eventi sismici di magnitudo massima non maggiore di 5. Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15 curato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV, archivio di 3212 terremoti con intensità massima $I_{max} \geq 5$ MCS scala Mercalli-Cancani-Sieberg del periodo 1000-2020) si rileva che l'intensità più alta registrata nel Comune di Rovigo è di 5-6 MCS (terremoto del 25/02/1695 con epicentro nell'Asolano $I_0 = 10$ MCS e magnitudo momento M_w di 6,40).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10	6.40
5-6	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
5	1570	11	17	19	10		Ferrarese	58	7-8	5.44

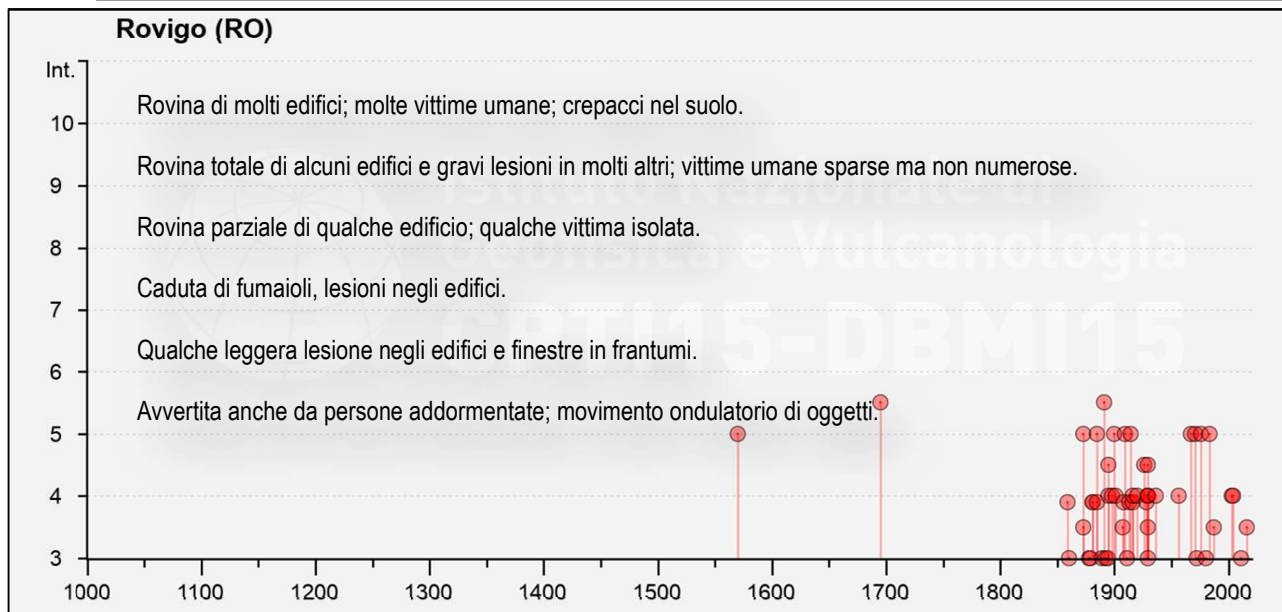


Figura 13 - Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

Intensità	Scossa	PGA in g	PGV in cm/s	Danni potenziali
I	impercettibile	<0,0017	<0,01	Nessuno
II - III	leggera	0,0017 - 0,014	0,01 - 1,1	Nessuno
IV	moderata	0,014 - 0,039	1,1 - 3,4	Nessuno
V	piuttosto forte	0,039 - 0,092	3,4 - 8,1	Molto lievi
VI	forte	0,092 - 0,18	8,1 - 16	Lievi
VII	molto forte	0,18 - 0,34	16 - 31	Moderati
VIII	rovinosa	0,34 - 0,65	31 - 60	Moderati - Gravi
IX	distruttiva	0,65 - 1,24	60 - 116	Gravi
X+	completamente distruttiva	>1,24	>116	Molto Gravi

Magnitudo Richter	Intensità Mercalli Modificata all'epicentro
1,0 - 3,0	I
3,0 - 3,9	II - III
4,0 - 4,9	IV - V
5,0 - 5,9	VI - VII
6,0 - 6,9	VII - VIII
7,0+	IX o maggiore

Tabella 2 – Tabelle di correlazioni indicative tra l'Intensità Mercalli Modificata di un terremoto, i danni potenziali, l'accelerazione registrata al suolo (PGA e PGV) e la magnitudo

DESCRIZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica è stata finalizzata alla verifica del modello geologico definito dalle indagini geognostiche effettuate dal 2007 al 2015 per la redazione di precedenti relazioni geotecniche nell'area in esame.

È stata eseguita una prova penetrometrica statica (SCPTU01) utilizzando un penetrometro statico Geo Deep Drill da 200 kN di spinta massima, montato su cingolo gommato, munito di punta elettrica e strumentato con sismo-piezocono Tecnopenta G1-CPL2IN.

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica, di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($2 \pm 0,5$ cm/s). Il dispositivo di spinta agisce su una batteria di aste (aste cave con il cavo di trasmissione dati all'interno), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura estensimetrico collegato alla punta, al manicotto laterale e ad un trasduttore di pressione per la misura della pressione interstiziale dei pori dovuta al carico idraulico istantaneo presente nell'intorno della punta, costituito da un setto poroso opportunamente saturato e disareato.

I dati della resistenza alla punta, al manicotto laterale, della pressione neutra e dell'inclinazione della punta vengono acquisiti ogni 2 cm e registrati su supporto digitale.

Le dimensioni della punta/manicotto standardizzate sono:

- ✓ diametro di base del cono $\varphi = 35,7$ mm
- ✓ area della punta conica $A_p = 10$ cm²
- ✓ angolo di apertura del cono $\beta = 60^\circ$

Nei diagrammi e nelle tabelle riportati negli allegati sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- ✓ q_c (MPa) = resistenza alla penetrazione della punta conica;
- ✓ f_s (kPa) = resistenza laterale all'avanzamento del manicotto;
- ✓ U (kPa) = pressione neutra dei pori rilevata dal setto poroso;

I dati acquisiti sono stati successivamente elaborati mediante un programma di calcolo e restituzione automatica che ha consentito il riconoscimento della natura litologica del terreno di fondazione ottenendo, mediante correlazioni empiriche, in funzione del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza al manicotto laterale, un profilo stratigrafico orientativo ai fini della valutazione dei parametri geotecnici del terreno.

MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Dalle analisi svolte emerge che l'area in esame è formata da un suolo sabbioso limoso con buona permeabilità. Il piano campagna (p.c.) è pianeggiante e si sviluppa alla quota di circa 2,7 m s.l.m.m. Oltre il primo metro il sottosuolo più profondo è formato da sedimenti fini coesivi, limi argillosi, argille limose ed argille talora con elevato contenuto organico, alternati a strati di sabbie e limi. Dalle misure effettuate nel 2007 e nel 2009 la falda freatica è sempre stata rilevata ad una profondità compresa tra 0 e 2 m dal p.c.

Il sottosuolo è caratterizzato da variazioni laterali della litologia e dei parametri geotecnici che sono state definite attraverso il confronto delle prove effettuate fino ad oggi.

Di seguito si descrive la litostratigrafia del sottosuolo desunta nel punto investigato con la prova penetrometrica statica strumentata con sismo-piezocono SCPTU01:

- Strato 1.** da 0,0 m fino a circa 0,8 m dal p.c. è stata rilevata la presenza di materiale di riporto granulare (ghiaia e blocchi di clasti eterogenei di varie dimensioni) per cui è stato effettuato un preforo per consentire l'uso del piezocono; da 0,8 m fino a circa 1,2 m dal p.c. vi sono sabbie e sabbie limose poco addensate ($Dr=30,4\%$), terre incoerenti permeabili con una resistenza alla penetrazione della punta conica (qc) di 1,42 MPa, da cui si ricava un angolo di attrito di $30,5^\circ$;
- Strato 2.** da 1,2 m fino a circa 4,3 m dal p.c. – limo argilloso e argilla limosa, terre prevalentemente fini coesive moderatamente consistenti e poco permeabili con una resistenza alla penetrazione della punta conica (qc) di 0,79 MPa, da cui si stima una coesione non drenata $c_u=37,7$ kPa e un modulo edometrico $Mo=3,8$ MPa;
- Strato 3.** da 4,3 m fino a circa 8,2 m dal p.c. – argilla e argilla deb. limosa, terre prevalentemente fini coesive di media consistenza, praticamente impermeabili con $qc=0,76$ MPa, $c_u=35,3$ kPa e un modulo edometrico $Mo=3,5$ MPa;
- Strato 4.** da 8,2 m a 8,9 m dal p.c. – sottili alternanze di sabbie e sabbie limose poco addensate con argille limose ed argille con un valore medio di $qc=2,53$ MPa;
- Strato 5.** da 8,9 m a 10,0 m dal p.c. – argilla limosa e argilla, terre prevalentemente fini coesive di media consistenza con $qc=0,91$ MPa, $c_u=40,4$ kPa e un modulo edometrico $Mo=4,0$ MPa;
- Strato 6.** da 10,0 m a 10,9 m dal p.c. – limo argilloso e argilla limosa, terre prevalentemente fini coesive molto consistenti con $qc=2,22$ MPa, $c_u=106,1$ kPa e un modulo edometrico $Mo=10,6$ MPa;
- Strato 7.** da 10,9 m a 27,3 m dal p.c. – sabbia pulita e sabbia limosa ben addensata ($Dr=75,4\%$),

interrotta da sottili strati di limo sabbioso con $q_c=13,42$ MPa ed un angolo di attrito di $30,5^\circ$;

Strato 8. da 27,3 m a 29,7 m dal p.c. – argilla limosa e argilla, terre prevalentemente fini coesive consistenti con $q_c=2,28$ MPa, $c_u=96,6$ kPa ed un modulo edometrico $M_o=9,7$ MPa;

Strato 9. da 29,7 m fino alla massima profondità raggiunta di 30 m dal p.c. – da limo sabbioso a sabbie mediamente addensate con $q_c=10,13$ MPa ed un angolo di attrito di $30,1^\circ$.

Durante l'indagine svolta il 30 maggio 2025 la profondità della falda freatica è stata rilevata nel foro della prova appena eseguita a 3,2 m dal p.c.. Si precisa che la quota della falda freatica è soggetta a variazioni stagionali legate agli eventi meteorici ed al livello di soggiacenza dell'acqua nella rete idrica per cui può subire delle variazioni.

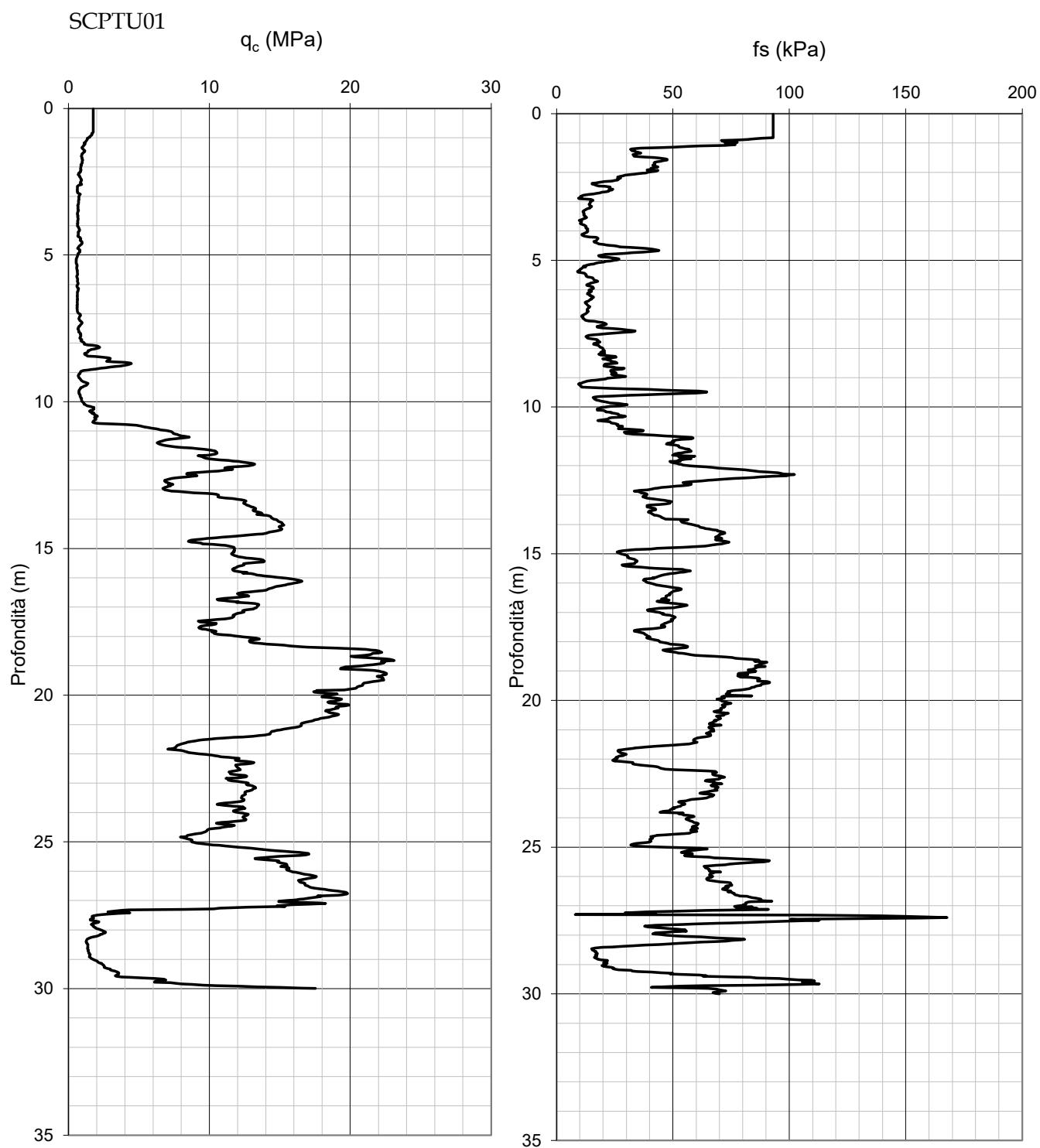


Figura 14 - Correlazione delle diagrafie delle resistenze alla penetrazione della punta conica q_c e del manicotto laterale f_s

Parametri geotecnici

I parametri geotecnici da valutare per l'esecuzione delle analisi e delle verifiche nei riguardi degli strati limiti ultimi e di esercizio dipendono dai modelli costitutivi adottati per descrivere il comportamento meccanico dei terreni. Pertanto i risultati delle indagini devono essere interpretati dal progettista che, sulla base dei dati acquisiti, della tipologia di opera e/o intervento, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, deve individuare i più appropriati modelli geotecnici del sottosuolo e definire i valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati.

Di seguito vengono riportate le tabelle con i valori medi dei parametri geotecnici ricavati dalle prove penetrometriche, opportunamente discretizzati per ogni strato in base alla sua natura prevalente (incoerente/coesiva). I parametri acquisiti sono relativi a condizioni non drenate, pertanto i valori della coesione non drenata c_u si riferiscono agli strati di terreni coesivi mentre l'angolo di attrito efficace ϕ' a quelli incoerenti.

Prof. <i>m</i>	q_c max MPa	q_c min MPa	q_c medio MPa	γ' Mg/m ³	c_u kPa	ϕ' (°)	D_R (%)	M_o MPa	$E_u - E'$ MPa
0,80 1,20	1,74	1,09	1,42	1,83	---	30,5	30,4	7,0	23,2
1,20 4,32	1,17	0,60	0,79	1,67	37,7	---	---	3,8	29,9
4,32 8,22	2,20	0,53	0,76	1,65	35,3	---	---	3,5	19,5
8,22 8,88	4,45	1,12	2,53	1,73	---	30,1	17,9	12,1	43,6
8,88 9,98	1,61	0,68	0,91	1,69	40,4	---	---	4,0	23,5
9,98 10,90	5,90	0,98	2,22	1,73	106,1	---	---	10,6	60,4
10,90 27,30	23,12	6,17	13,42	1,90	---	30,5	75,4	65,7	94,4
27,30 29,70	6,90	1,24	2,28	1,80	96,6	---	---	9,7	53,7
29,70 30,00	17,51	6,08	10,13	1,90	---	30,1	53,2	48,1	110,3

Tabella 3 - Parametri geotecnici ricavati dalla prova SCPTU01

Legenda

q_c Resistenza alla penetraz. della punta conica	D_R Densità relativa (Baldi e al., 1986)
ϕ' Angolo di attrito efficace (Kulhawy e Mayne, 1990)	c_u Coesione non drenata (Robertson, 2010)
γ' Peso specifico del terreno (Robertson, 2010)	M_o Modulo di deformazione edometrico (Kulhawy e Mayne, 1990)
E' Modulo di deformazione (Duncan and Buchignani, 1976)	E_u Modulo di deformazione 25% delle argille (Robertson, 2009)

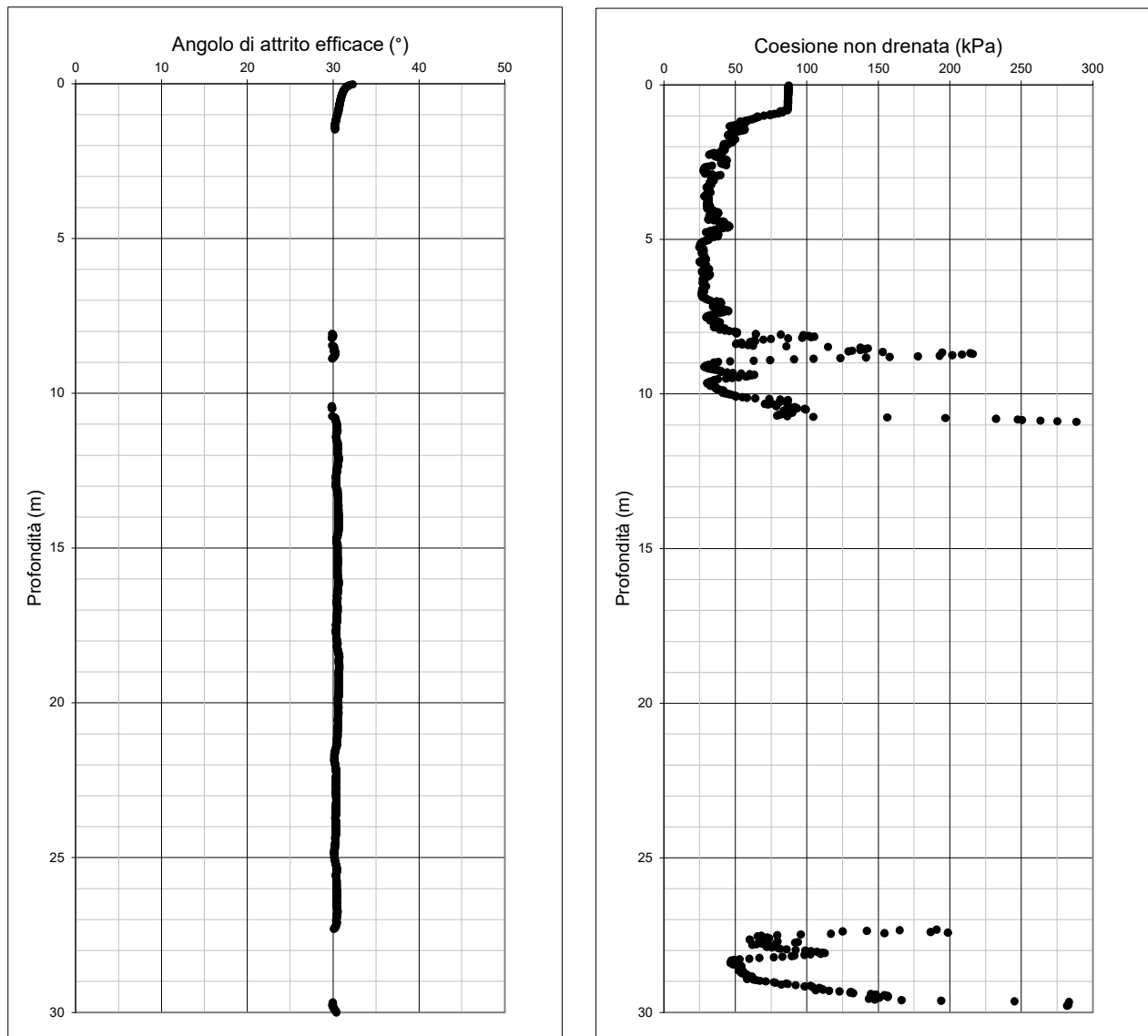
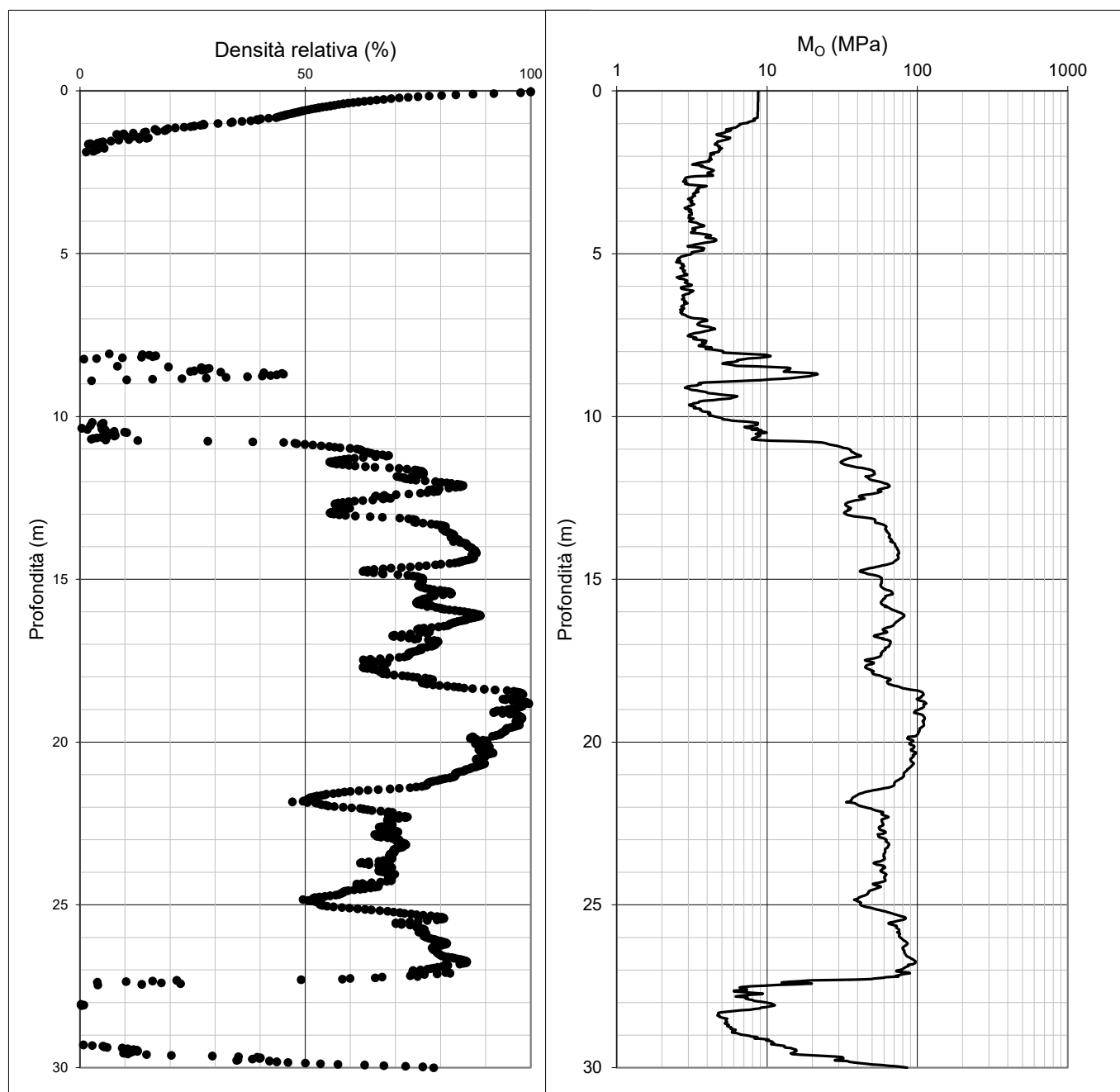


Figura 16 – SCPTU01 Grafici dei parametri geotecnici: angolo di attrito efficace ϕ' e coesione non drenata c_u



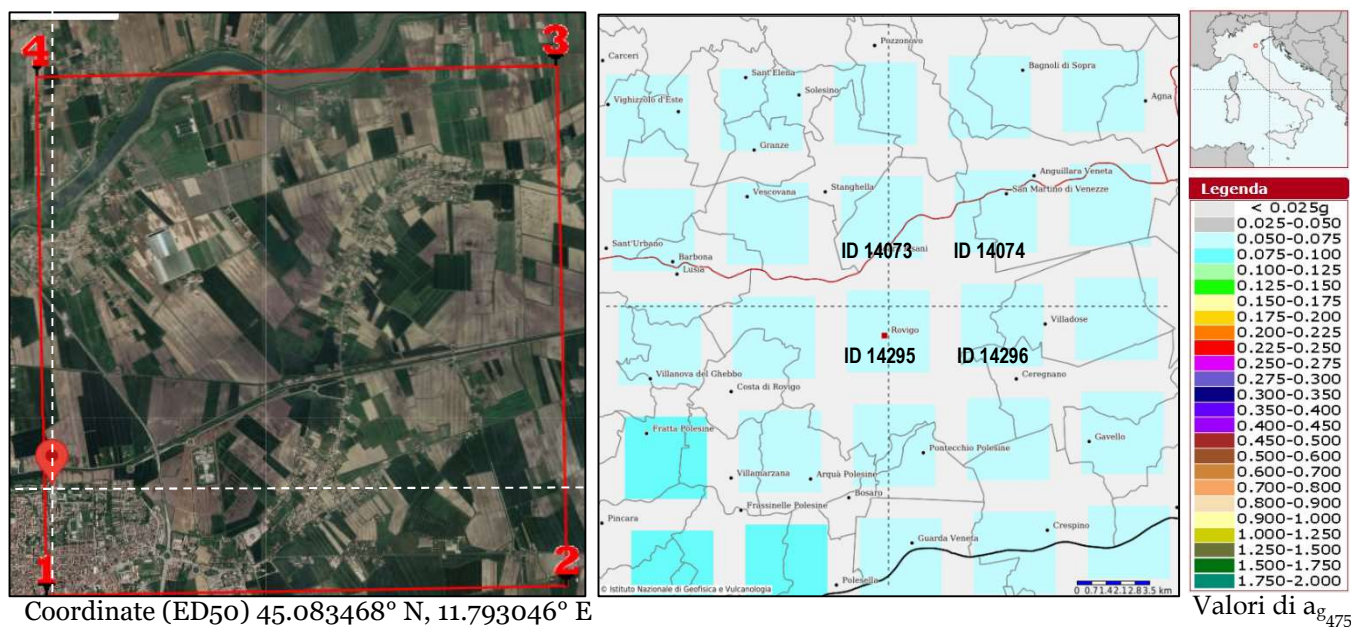
Terreno	DR
Molto sciolto	0-15
Sciolto	15-35
Mediamente addensato	35-65
Denso	65-85
Molto denso	85-100

Figura 17 – SCPTU01 Grafici dei parametri geotecnici: densità relativa% (DR); modulo edometrico (M_o)

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SECONDO D.M. 17/01/18

Secondo la recente normativa riportata nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (abbr. NTC18), la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A, come definito nella seguente tabella) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (definite in base agli stati limite scelti per la struttura), nel periodo di riferimento V_R (stabilite in base alla vita nominale e alla classe d’uso del fabbricato).

La pericolosità sismica nell’intervallo di riferimento è desunta dai dati pubblicati sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) <http://esse1.mi.ingv.it/>; inserendo le coordinate geografiche del sito si osserva quanto segue:



Parametro dello scuotimento (OPCM 3519/2006) (Coordinate del punto 1 lat: 45.073, lon: 11.792, ID: 14295)	Probabilità in 50 anni	Percentile	Periodo spettrale
a_g 0,050 ÷ 0,075	10%	50°	--
$S_e(T)$ 0,125 ÷ 0,150	10%	50°	0,10 s

Valore medi		
Magnitudo	Distanza epicentro	Deviazione ε
5,37	59,7 km	1,64

N.B. Dalla disaggregazione il valore modale indica una M 4,5-5,0 ad una distanza di 30-40 km.

Si desume che il sito in esame non ricade in corrispondenza di uno dei 10571 nodi che costituiscono la maglia della pericolosità sismica di base per cui i valori dei parametri di riferimento sono calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. I parametri di riferimento del sito in esame sono:

- a_g accelerazione orizzontale massima del sito;
 F_0 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.

Orientativamente, considerando un'opera ordinaria (tipo di costruzione 1) le norme al § 2.4.1 prevedono un valore minimo della Vita nominale V_N di progetto di 50 anni; stabilendo che le opere si configurino nella classe d'uso II si utilizza un coeff. d'uso $C_U = 1,0$. Essendo la vita di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U$ risulta $V_R \geq 50$ anni, i periodi di ritorno T_R , relativi a ciascun stato limite di riferimento, sono riportati nella seguente tabella:

Stati Limite	P_{VR} :		T_R :
	Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R		Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni)
Stati limite di esercizio	SLO	Stato Limite di Operatività 81%	30
	SLD	Stato Limite di Danno 63%	50
Stati limite ultimi	SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita 10%	475
	SLC	Stato Limite di prevenzione del Collasso 5%	975

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si fa riferimento alla classificazione del sottosuolo, riportata nella seguente tabella, in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_S . I valori di V_S sono stati ricavati dai valori della resistenza alla penetrazione del cono q_t utilizzando la formula di Robertson (1990). La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita mediante la media armonica dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove

h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio dell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato caratterizzato da $V_S \geq 800$ m/s .

Durante la prova SCPTU01 è stata misurata direttamente la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m attraverso il sismocono: risulta una $v_{s30} = 190 \text{ m/s}$ pertanto il suolo si trova in classe C.

Classe	Tipo di suolo
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 m/s e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.
<i>Per qualsiasi condizione del sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la definizione delle azioni sismiche.</i>	

Tabella 4 - Categorie di sottosuolo previste nelle nuove NTC18 (§ 3.2.2)

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali considerate indipendenti tra di loro. Salvo casi particolari, la componente verticale viene considerata ove espressamente indicato e purché il sito di costruzione sia caratterizzato da un'accelerazione al suolo $a_{\max} \geq 0,15g$ (pari a $1,471 \text{ m/s}^2$). Valutando l'amplificazione indotta dalle caratteristiche topografiche e litologiche del sito (effetto di sito), si stimano le seguenti accelerazioni di progetto:

STATO LIMITE	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_g (g)$	0,028	0,033	0,063	0,076
F_o	2,517	2,536	2,747	2,804
$T_c^* (s)$	0,215	0,258	0,357	0,378
S_s	1,500	1,500	1,500	1,500
C_c	1,750	1,640	1,480	1,450
S_T	1,000	1,000	1,000	1,000
$a_{\max} (m/s^2)$	0,411	0,491	0,930	1,118

Tabella 5 - Parametri sismici del sito in esame - a_g : accelerazione orizzontale massima; F_o : fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; S_s : coefficiente di amplificazione orizzontale; C_c : coeff. in funzione della categoria di sottosuolo; S_T : coeff. di amplificazione topografica; $a_{\max}$: accelerazione orizzontale massima di progetto, amplificata dagli effetti di sito

Analisi della predisposizione del sito alla liquefazione

La progettazione delle fondazioni, in base alla normativa vigente (NTC18 §7.11.3.4), richiede preliminarmente la valutazione della sicurezza del sito nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche o dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- ☐ 1. accelerazioni massime attese al p.c. in condizioni di campo libero, minori di 0,1g;
- ☐ 2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., nel caso di p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- ☐ 3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $q_{cIN} > 180$ dove è q_{cIN} il valore della resistenza determinata da prove penetrometriche statiche normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- ☐ 4. distribuzione granulometrica esterna ai fusi indicati in normativa.

Considerando la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, l’accelerazione orizzontale massima relativa allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) risulta $a_{g\ 475} = 0,063g$; valutando l’amplificazione indotta dalle caratteristiche litologiche del sito avente un profilo di tipo C si stima un’accelerazione di progetto (effetto di sito) $a_{max} = 0,095g$ pertanto la condizione 1 è soddisfatta per cui la verifica alla liquefazione può essere omessa, tuttavia si procede comunque alla sua verifica per maggiore cautela.

Si compie la verifica con una metodologia empirica in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione (CRR) e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto (CSR). La falda freatica si considera alla profondità di 3,2 m dal p.c..

La verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni è effettuata attraverso la procedura riportata nel *flow chart* (Robertson, 2009 - ved. Figura 18), utilizzando i dati registrati durante la prova penetrometrica statica.

Essa consente una valutazione puntuale della sicurezza alla liquefazione a diverse profondità, calcolando il rapporto tra la resistenza ciclica alla liquefazione CRR e la sollecitazione ciclica indotta dall’azione sismica CSR per ciascun strato, che definisce il fattore di sicurezza FSL rispetto ad una soglia limite di riferimento prefissata dalla normativa (secondo l’eurocodice EC8 si assume $FSL=1,25$). Per la verifica si utilizzano i parametri di “pericolosità sismica di base” del sito

precedentemente descritti, ossia la magnitudo dell'evento di progetto atteso (non essendo il sito in una zona sismogenetica si assume $M=5$), un fattore di scala della magnitudo $MSF=1,919$ (Boulanger e Idriss, 2007) e l'accelerazione orizzontale massima relativa allo SLV considerando l'amplificazione indotta dalle caratteristiche litologiche del suolo $a_{max} = 0,095g$.

Il rischio di liquefazione viene stimato per ciascuna verticale di prova fino alla profondità massima $z = 20$ m, con il metodo dell'Indice di Potenziale Liquefazione (IPL) di Iwasaki e al. (1982).

$$IPL = \int_0^{20} F(z)W(z)\Delta z$$

$F(z)$ è una variabile con valori compresi tra 0 e 1, definita ad ogni profondità $0 \leq z \leq 20$ m in funzione del valore che, a quella profondità, assume il fattore di sicurezza FSL

$W(z)$ è un fattore di peso della profondità z

La severità degli effetti viene valutata con la seguente scala (Sonmez, 2003 con $FSL \geq 1,25$):

Valori dell'IPL	Rischio di liquefazione
IPL = 0	Non liquefacibile $FSL \geq 1,25$
$0 < IPL \leq 5$	Basso
$5 < IPL \leq 15$	Alto
$15 < IPL$	Molto alto

Con i dati registrati in corrispondenza della prova SCPTU01 si rileva un **IPL = 0,00** pertanto non vi sono depositi di terreni granulari liquefacibili.

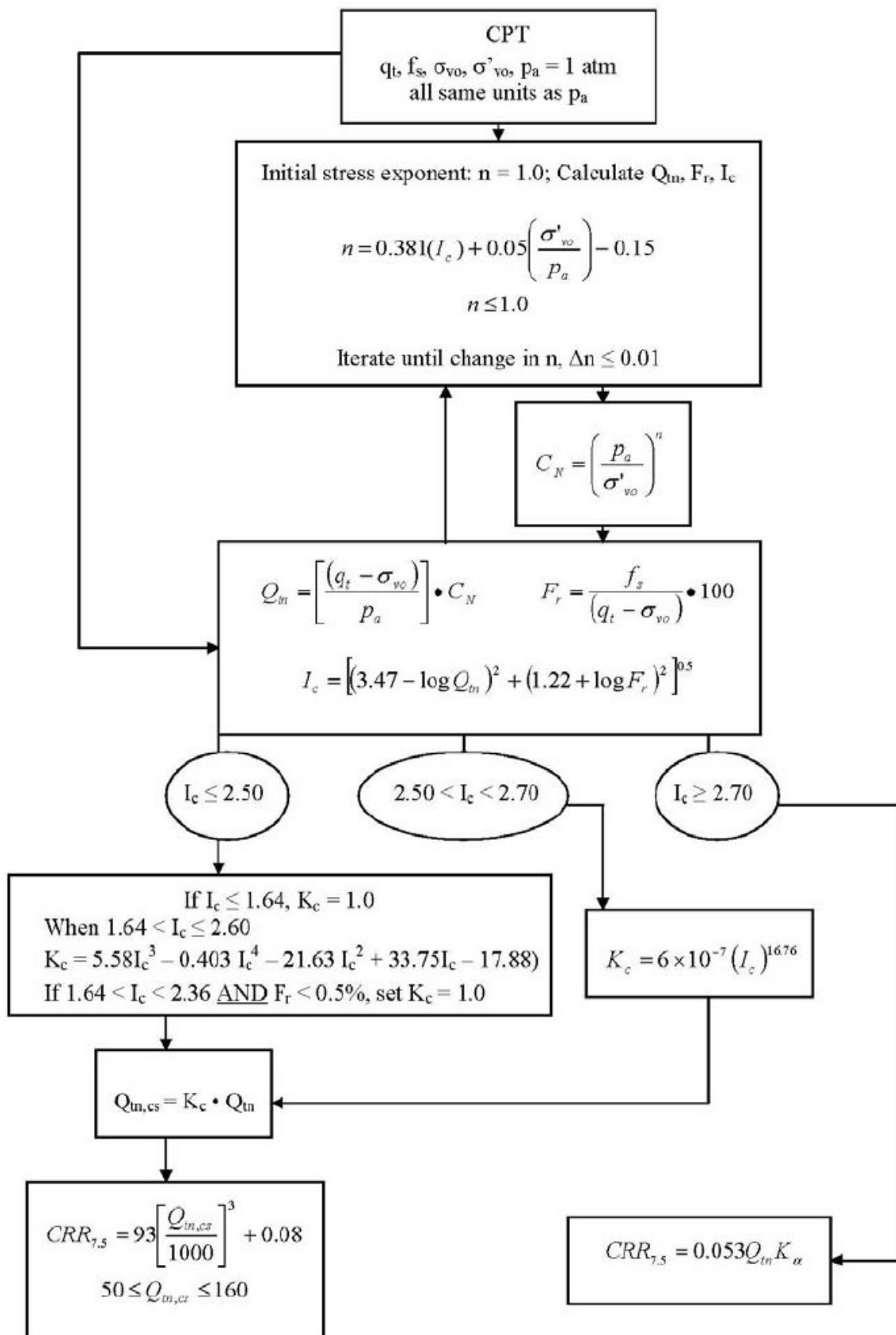


Figura 18 – Flow chart per valutare il rapporto della resistenza ciclica alla liquefazione (CRR_{7.5}) dalle CPT (Robertson, 2009), illustrato nei grafici della pagina seguente

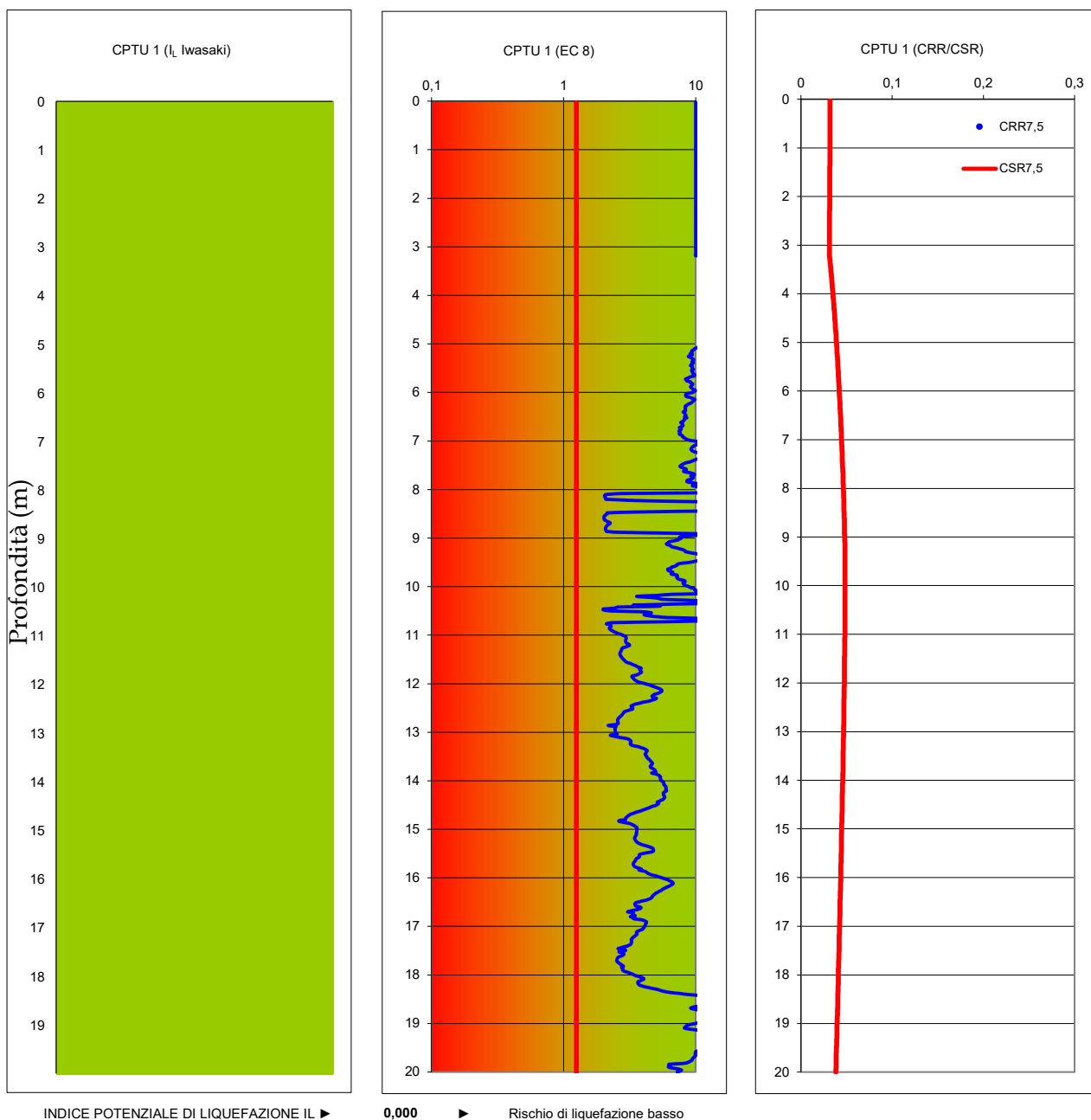


Grafico con gli strati liquefacibili Fattore di sicurezza alla liquefazione $> 1,2$

Figura 19 – Grafici per l'analisi della liquefazione ricavati nel punto investigato con la SCPTU01: non si rileva nessun strato di terreno in condizioni liquefacibili (IPL=0).

ANALISI DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI

Le scelte progettuali per le opere di fondazione devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto. Si definisce stato limite una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle NTC18.

Le strutture di fondazione devono possedere un adeguato margine di sicurezza nei confronti di ogni possibile meccanismo di collasso determinato dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa (Stati Limite Ultimi abbr. SLU). Inoltre le prestazioni della struttura geotecnica soggetta ai carichi di esercizio devono essere compatibili con il suo corretto funzionamento. Pertanto i cedimenti indotti nel sottosuolo dall'incremento del carico della struttura in progetto devono essere limitati e compatibili con la funzionalità, l'integrità e l'estetica dell'edificio (Stati Limite di Esercizio abbr. SLE).

Secondo le NTC18, affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU, deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d (valore di progetto dell'azione) è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa, mentre R_d (valore di progetto della resistenza del terreno) è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Per le verifiche agli SLU sono previste diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni ($A1$ e $A2$), per i parametri geotecnici ($M1$ e $M2$) e per le resistenze ($R3$). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione ($A1+M1+R1$) è generalmente più

severa nei confronti del dimensionamento strutturale (STR) delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione (A2+M3+R2) è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico (GEO). Nel secondo approccio progettuale è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti (A1+M1+R3), da adottare sia per le verifiche strutturali sia per quelle geotecniche.

Per le fondazioni superficiali le norme vigenti (§ 6.4.2.1 NTC18) indicano l'applicazione della combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

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

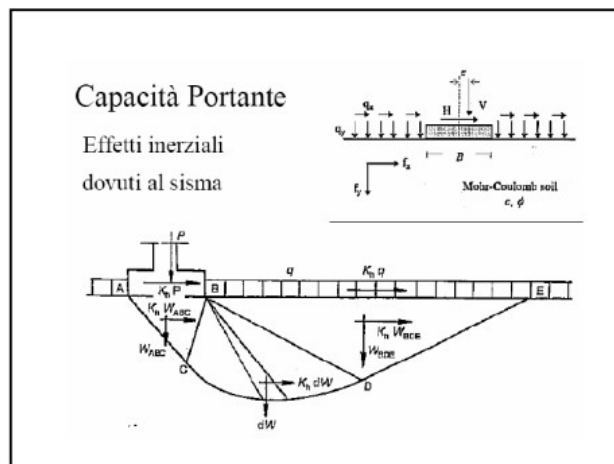
Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità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

Carico limite (SLU)

La determinazione della capacità portante limite del terreno è condotta adottando il metodo dell'equilibrio limite globale; tra le numerose soluzioni fornite in letteratura per il calcolo della q_{lim} come somma di termini dovuti a diversi contributi, si sceglie la formula di Brinch-Hansen (1970), estensione dell'equazione di Buisman (1935) e Terzaghi (1943), basata sull'assunzione di un comportamento rigido-plastico del terreno e perciò applicabile al caso di rottura generale.



Per valutare le azioni cinematiche del terreno in condizioni sismiche si introducono nella formula i fattori correttivi proposti da Paolucci-Pecker (1997):

$$q_{lim} = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c \xi_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q \xi_q z_q + 1/2 \gamma' B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \xi_\gamma z_\gamma$$

in cui:

q_{lim}	capacità portante ultima
c'	coesione efficace
ϕ'	angolo di resistenza al taglio
q'	sovraccarico agente ai lati della fondazione
γ'	peso dell'unità di volume sotto al piano di posa della fondazione
B	larghezza della fondazione
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante dipendenti da ϕ'
s_c, s_q, s_γ	fattori di forma della fondazione
i_c, i_q, i_γ	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico
b_c, b_q, b_γ	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base della fondazione
g_c, g_q, g_γ	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna
d_c, d_q	fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa della fondazione
ξ_c, ξ_q, ξ_γ	fattori correttivi di compressibilità
z_c, z_q, z_γ	fattori correttivi per gli effetti inerziali del terreno in condizioni sismiche

Nel caso di terreni coesivi e di analisi in termini di tensioni totali (a breve termine), con $\phi = 0$ e $c = c_u$, l'espressione è la seguente:

$$q_{lim} = c_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q'$$

Con i dati a disposizione è possibile valutare il carico limite di progetto della fondazione R_d (valore di progetto della resistenza del terreno) nei confronti di carichi normali ed applicati sul baricentro. Per la stima del carico allo stato limite si considera un'ipotesi di fondazione superficiale utilizzando i valori caratteristici del terreno rilevati entro la profondità del cuneo di rottura.

Fondazione superficiale a platea 21,30 m x 52,60 m con piano di posa a - 1,9 m dal p.c.

Tipo fondazione	Dimensioni <i>m x m</i>	Piano di posa <i>m</i>	c_{uk} <i>kPa</i>	E_{uk} <i>MPa</i>	γ' sopra <i>kN/m³</i>	γ' sotto <i>kN/m³</i>
Platea	21,3 x 52,6	1,9	35	19	18,43	16,24

Approccio 2 - combinazione (A1+M1+R3)

Coefficiente parziale per i parametri geotecnici (M1)	γ_M	1,0
Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU (R3)	γ_R	2,3
Capacità finale ultima	q_{lim}	226 kPa
Resistenza del terreno	R_d	98 kPa

Tabella 6 - Carico limite del suolo riferito ad un'ipotesi di fondazione superficiale a platea

Utilizzando questi dati e stimando i carichi permanenti e variabili della struttura in progetto (valore di progetto dell'azione E_d), il progettista potrà procedere alla verifica strutturale (STR) ed alla verifica geotecnica (GEO) considerando che deve essere: $E_d \leq R_d$

Si precisa che $E_d = G * \gamma_{G1} + Q * \gamma_Q$ con G = carico permanente e Q = carico variabile

Carico Ammissibile (SLE)

Al fine di assicurare che le fondazioni risultino compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione, deve essere verificata la condizione allo Stato Limite di Esercizio (SLE) per cui deve essere $E_d \leq C_d$

in cui C_d è il valore limite dell'effetto delle azioni (spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'uso della struttura, la sua efficienza e la sua estetica), mentre E_d (valore di progetto dell'azione) è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa.

Le verifiche agli stati limite di esercizio SLE risultano frequentemente più restrittive di quelle agli stati limite ultimi SLU.

I cedimenti assoluti ($w_{\max}$) influenzano il comportamento di una struttura in misura minore dei cedimenti differenziali ($\delta_{\max}$). La relazione tra $w_{\max}$ e $\delta_{\max}$ si può ricavare dal seguente grafico

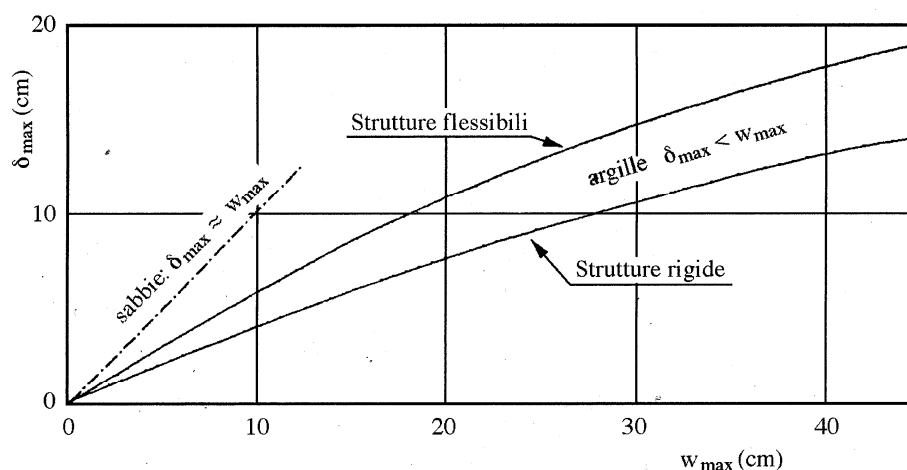


Figura 20 – Correlazione statistica tra il massimo cedimento assoluto ($w_{\max}$) ed il massimo cedimento differenziale ($\delta_{\max}$) – (Skempton e MacDonald, 1955; Polshin & Tokar, 1957; Bjerrum, 1963; Grant et al., 1974; Burland & Wroth, 1974)

Criterio	Fondazioni a platea	Fondazioni a travi continue e plinti
Distorsione angolare (fessure)	0,1	
Massimo cedimento differenziale		
Argille	3,5 cm	
Sabbie	2,5 cm	
Massimo cedimento assoluto		
Argille	8,2 cm	6,3 cm
Sabbie	5,0 cm	3,8 cm

Tabella 7 – Valori massimi raccomandati dei cedimenti differenziali ed assoluti tollerabili da edifici in muratura (Skempton e MacDonald, 1955)

Analisi dei cedimenti

La pressione massima trasmessa dalla fondazione ($q_{\text{ammissibile}}$) deve essere limitata per non indurre elevati cedimenti dovuti alla presenza nel sottosuolo di terreni plastici e soggetti a schiacciamento. E' noto infatti che il terreno, sottoposto all'incremento di carico delle fondazioni (Δq incremento netto), soprattutto se compressibile, tende a subire un cedimento per consolidazione che si esplica in un tempo più o meno lungo di deformazione. Dopo questo periodo il terreno viene ad avere un riassetto con caratteristiche fisico-meccaniche migliori.

Per questo motivo viene valutata l'entità del cedimento considerando le esperienze riportate in letteratura da vari autori (L'Herminier, 1953; Meyerhof 1956,1965; Sanglerat, 1972). Pertanto se i carichi di esercizio applicati alla profondità di posa D non supereranno quelli indicati, la struttura in progetto dovrebbe statisticamente sopportare in modo adeguato le deformazioni che ne conseguono.

L'incremento di pressione prodotto dal carico applicato è funzione sia della tipologia di fondazione sia delle caratteristiche geotecniche del terreno. Il metodo utilizzato per calcolare la tensione indotta nel sottosuolo è quello di Boussinesq (1885) basato sulla teoria dell'elasticità. Il calcolo dei cedimenti viene spinto fino alla profondità entro la quale l'aumento di tensione verticale è superiore al 10% della tensione geostatica preesistente (bulbo d'influenza delle pressioni indotte). Si precisa comunque che il calcolo dei cedimenti del suolo è soltanto la migliore "stima" empirica delle deformazioni da attendersi quando i carichi verranno applicati, passibili di scarti anche di $\pm 30\%$.

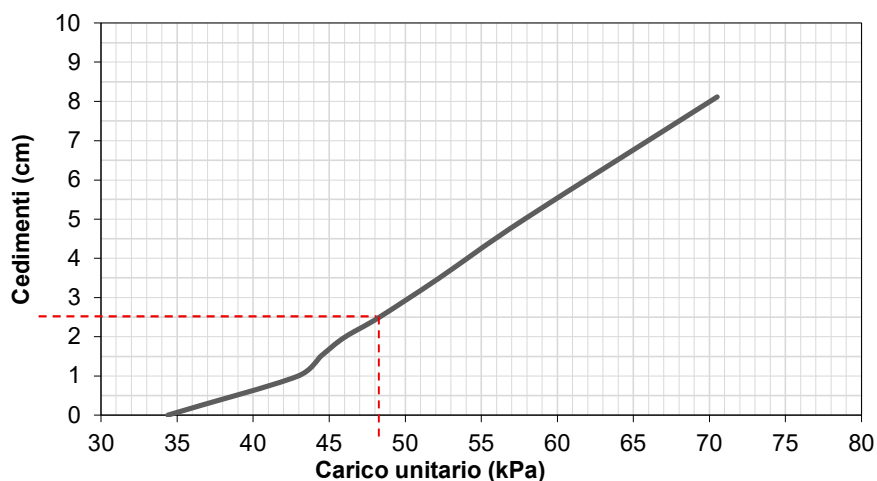
La stima dei cedimenti è condotta con il metodo edometrico valutando, per strati omogenei di altezza $h = 20$ cm, l'incremento di tensione verticale $\Delta\sigma_v$ indotto dal carico di fondazione al centro della superficie di carico ed il modulo edometrico M_0 ricavato in base al prodotto di un fattore α dedotto dalla litologia con la resistenza alla penetrazione della punta. La formula utilizzata è la seguente:

$$s_c = n \cdot \sum \left(\frac{h \cdot \Delta \sigma_v}{M_0} \right)$$

in cui n = coeff. di riduzione (≤ 1) che tiene conto della rigidità strutturale, assunto di 0,85 per la platea.

Il carico ammissibile viene calcolato considerando di limitare il cedimento differenziale della fondazione entro le soglie indicate in letteratura.

Dai dati ricavati dalla prova effettuata in prossimità della struttura esistente, considerando le caratteristiche della platea descritte nelle pagine precedenti, si suggerisce cautelativamente di contenere il cedimento a 2,5 cm che potrebbe essere indotto da un incremento netto di carico di 13,9 kPa ossia ad un carico ammissibile di 48,3 kPa. Per contenere l'entità dei cedimenti è importante eludere plasticizzazioni degli strati coesivi meno consistenti per cui, dalle valutazioni svolte, si suggerisce di non superare l'incremento di carico di 36 kPa.



Prova	Tipo di fondazione	Dimensioni <i>m</i>	Profondità di posa D dal p.c. (<i>m</i>)	$q_{\text{ammissibile}}$ (<i>kPa</i>)	$\Delta q_{\text{incremento netto}}$ (<i>kPa</i>)	Profondità del bulbo d' influenza (<i>m</i>)	Cedimento assoluto s_c (<i>cm</i>)
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	34,4	0,0	0,0	0,0
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	42,9	8,5	8,1	1,0
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	44,5	10,1	9,9	1,5
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	46,0	11,6	11,1	2,0
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	48,3	13,9	12,7	2,5
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	52,2	17,8	15,1	3,5
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	57,9	23,5	17,9	5,0
SCPTU01	Platea	21,3x52,6	1,9	70,5	36,1	22,5	8,1

Tabella 8 – Carico ammissibile e cedimento indotto ricavate dai dati della prova SCPTU01

Il carico applicato ($q_{\text{ammissibile}}$) è dato dalla somma del peso proprio della fondazione e dai carichi trasmessi dalla struttura. Il calcolo dei cedimenti è riferito agli incrementi di tensione nel sottosuolo calcolati per il “carico netto” ($\Delta q_{\text{incremento netto}}$) ottenuto sottraendo al carico applicato, il valore γD della tensione litostatica agente sul piano di posa prima della realizzazione della fondazione. Il carico ammissibile si suppone verticale e applicato sul baricentro della fondazione.

CONCLUSIONI

La presente relazione ha avuto lo scopo di verificare la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica dell'area in esame ubicata a Rovigo in via Donato Bramante, dove è in progetto la realizzazione di un edificio che si svilupperà su tre piani fuori terra oltre al seminterrato esistente, che ospiterà la nuova sede direzionale dell'A.T.E.R. e 12 unità abitative destinate all'edilizia residenziale pubblica (E.R.P.).

Dal punto di vista geologico geomorfologico l'area in esame si trova in una pianura formata da sedimenti di origine alluvionale in prossimità di antichi paleoalvei riconducibili ad antiche divagazioni dell'Adige. Il suolo in superficie è costituito da sedimenti incoerenti a tessitura prevalentemente sabbiosa e limosa, deposti in un ambiente con elevata energia idrodinamica. A partire da circa 1,2 m di profondità rispetto al piano campagna (p.c.), si rinvencono sedimenti più fini e coesivi, a tessitura limoso-argillosa. Le indagini geognostiche condotte nel 2009 avevano evidenziato la presenza di argille con un elevato contenuto organico fino alla profondità di circa 11 m. Tale potente strato coesivo poggia su depositi granulari ben addensati, a tessitura sabbiosa-limosa che continuano fino a circa 27 m.

Considerando la complessità dei meccanismi di sedimentazione alluvionale e la variabilità dei fattori locali, è comune riscontrare una certa eterogeneità litologica laterale nelle aree comprese tra paleoalvei. Altre indagini geognostiche svolte nel 2015 avevano evidenziato la presenza di strati di argilla organica e torba con spessori e caratteristiche tali da influenzare significativamente l'entità e la tempistica dei cedimenti indotti dai carichi previsti sulla platea del progetto iniziale del 2004 per cui il progetto è stato opportunamente modificato nel 2015 in modo da risultare compatibile con i cedimenti di consolidazione previsti.

La prova penetrometrica statica effettuata per la presente relazione ha confermato la sequenza litostratigrafica descritta nelle precedenti relazioni geotecniche.

Per completare la caratterizzazione geologica secondo i criteri delle vigenti "Norme Tecniche per le Costruzioni" del D.M. 17/2018, sono state svolte delle valutazioni geotecniche della capacità portante e del carico ammissibile stimando i relativi cedimenti di consolidazione indotti dall'incremento di carico: tali indicazioni sono da considerarsi puramente orientative ed esulano dallo scopo del presente elaborato. Resta inteso che le verifiche geotecniche dettagliate della capacità portante della fondazione sono di competenza del progettista strutturale.

Si osserva che la platea di fondazione esistente è stata realizzata circa 10 anni fa per cui si suppone ragionevolmente che i cedimenti di consolidazione indotti dall'incremento di carico applicato dalla struttura attuale si siano esauriti andando a migliorare le caratteristiche geotecniche del terreno di

sedime della platea esistente.

Secondo la cartografia tematica allegata al P.A.T. 2012 del Comune di Rovigo, l'area non è soggetta a rischio di allagamento per criticità idrauliche. Dal punto di vista sismico, la zonazione definita dalla DGR n. 244 del 09/03/2021 classifica il Comune di Rovigo in zona sismica 3 ($a_g = 0,15g$, bassa sismicità). Le misurazioni effettuate durante la prova penetrometrica statica, tramite cono sismico, attribuiscono al sito una classe di sottosuolo C ($V_{s30} = 190 \text{ m/s}$).

Sulla base della pericolosità sismica di base del sito, l'accelerazione orizzontale massima corrispondente allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) risulta pari ad $a_{g475} = 0,063g$. Considerando l'amplificazione dovuta alle caratteristiche litologiche locali, l'accelerazione di progetto (a_{max}) è pari a $0,095 g$.

Le verifiche effettuate per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni granulari saturi hanno evidenziato che non vi sono le condizioni per rendere potenzialmente liquefacibili tali strati.

In conclusione, le analisi condotte non hanno rilevato problematiche dovute a criticità geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche che possano pregiudicare la fattibilità dell'opera in progetto.

Lendinara, 17 giugno 2025

GEOLOGO

dott. Davide Bernardinello

DOCUMENTO CON FIRMA DIGITALE

Vietate le riproduzioni e riservati i diritti di autore ai termini di legge

CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA STATICA

NEOGEO STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO

CANTIERE: Via Donato Bramante - Rovigo (RO) COMMESSA: C046/25 RDP N°: 223/25 DATA: 30/05/2025										PROVA N°: SCPTU01 PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20 PREFORO (m da p.c.): 0.80 PIEZOCOONO: TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66] OPERATORE: Zanirato									
prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi
0.82	1.74	93.09	6.95	0.21	2.82	0.63	10.33	3.26	0.51	4.82	0.79	19.56	123.32	0.97	6.82	0.60	12.52	159.74	1.51
0.84	1.70	88.25	10.58	0.21	2.84	0.64	10.75	2.95	0.50	4.84	0.81	18.00	117.30	0.99	6.84	0.60	12.07	161.40	1.51
0.86	1.65	84.11	13.29	0.21	2.86	0.62	10.48	2.46	0.50	4.86	0.78	18.34	107.76	1.00	6.86	0.60	11.64	163.55	1.51
0.88	1.63	82.11	16.61	0.24	2.88	0.66	9.42	1.48	0.50	4.88	0.78	19.16	147.37	1.00	6.88	0.61	11.12	218.29	1.51
0.90	1.66	78.19	42.87	0.25	2.90	0.73	9.78	0.06	0.50	4.90	0.80	22.29	102.35	1.07	6.90	0.62	10.88	223.95	1.52
0.92	1.61	70.85	30.57	0.25	2.92	0.84	14.66	0.55	0.54	4.92	0.74	24.73	126.95	1.06	6.92	0.62	10.85	223.46	1.52
0.94	1.55	71.47	22.02	0.24	2.94	0.81	15.36	0.86	0.54	4.94	0.69	26.26	125.85	1.07	6.94	0.64	11.49	226.47	1.52
0.96	1.49	73.32	29.34	0.01	2.96	0.76	15.67	1.48	0.55	4.96	0.67	26.90	132.30	1.09	6.96	0.66	11.37	230.35	1.51
0.98	1.50	77.62	29.03	0.03	2.98	0.75	15.03	2.95	0.54	4.98	0.67	26.38	137.78	1.09	6.98	0.69	11.40	235.64	1.53
1.00	1.41	72.35	29.34	0.04	3.00	0.74	14.57	4.31	0.57	5.00	0.67	24.64	137.10	1.09	7.00	0.77	11.73	251.75	1.52
1.02	1.32	73.27	29.83	0.04	3.02	0.75	14.39	6.03	0.56	5.02	0.64	23.05	186.86	1.08	7.02	0.82	12.16	262.39	1.53
1.04	1.33	75.28	27.56	0.07	3.04	0.73	14.57	7.38	0.57	5.04	0.62	21.32	145.10	1.09	7.04	0.84	12.40	220.63	1.53
1.06	1.32	76.72	0.74	0.06	3.06	0.73	14.39	8.86	0.57	5.06	0.61	20.25	133.17	1.09	7.06	0.85	13.93	180.71	1.53
1.08	1.29	72.21	17.47	0.06	3.08	0.72	14.09	10.70	0.57	5.08	0.58	18.11	141.47	1.10	7.08	0.80	16.24	180.90	1.54
1.10	1.28	61.82	2.46	0.08	3.10	0.75	14.06	12.79	0.57	5.10	0.57	16.74	147.00	1.11	7.10	0.78	17.83	187.97	1.56
1.12	1.24	56.54	1.11	0.08	3.12	0.72	14.33	14.39	0.58	5.12	0.56	16.04	147.80	1.11	7.12	0.76	19.63	181.45	1.55
1.14	1.20	50.57	0.06	0.08	3.14	0.70	14.45	15.50	0.60	5.14	0.55	14.79	154.02	1.12	7.14	0.75	20.79	190.49	1.57
1.16	1.16	44.33	0.62	0.08	3.16	0.69	15.00	17.22	0.59	5.16	0.55	13.30	164.84	1.13	7.16	0.74	21.12	206.48	1.57
1.18	1.09	36.10	1.85	0.10	3.18	0.71	14.88	19.01	0.61	5.18	0.54	12.78	197.99	1.12	7.18	0.74	21.46	210.11	1.57
1.20	1.17	32.53	9.96	0.13	3.20	0.71	14.30	20.67	0.62	5.20	0.53	11.62	195.60	1.12	7.20	0.76	20.69	212.94	1.58
1.22	1.17	31.77	3.51	0.14	3.22	0.71	14.27	22.02	0.62	5.22	0.55	12.54	201.07	1.15	7.22	0.78	19.23	225.98	1.58
1.24	1.13	32.41	3.20	0.15	3.24	0.69	13.54	23.43	0.63	5.24	0.53	11.44	184.59	1.16	7.24	0.84	17.95	248.92	1.59
1.26	1.07	32.35	0.55	0.15	3.26	0.68	12.81	25.28	0.63	5.26	0.53	11.04	174.56	1.15	7.26	0.87	17.37	253.91	1.58
1.28	1.07	33.66	1.60	0.18	3.28	0.68	12.35	26.88	0.63	5.28	0.54	10.74	197.26	1.16	7.28	0.91	17.49	209.44	1.59
1.30	1.02	33.88	0.25	0.19	3.30	0.65	11.93	28.42	0.64	5.30	0.56	10.16	183.54	1.16	7.30	0.96	19.53	184.03	1.60
1.32	0.97	35.16	0.25	0.19	3.32	0.64	11.59	30.39	0.64	5.32	0.59	10.10	170.93	1.16	7.32	0.96	23.25	192.34	1.60
1.34	0.94	36.23	4.80	0.19	3.34	0.66	11.44	31.92	0.65	5.34	0.60	10.04	130.83	1.16	7.34	0.91	26.30	161.03	1.61
1.36	0.96	35.31	14.45	0.21	3.36	0.68	11.53	33.95	0.66	5.36	0.59	9.31	134.58	1.15	7.36	0.88	28.37	167.86	1.60
1.38	1.00	33.94	14.95	0.21	3.38	0.68	11.65	35.55	0.67	5.38	0.60	9.09	154.26	1.15	7.38	0.84	30.99	166.32	1.61
1.40	1.06	32.75	15.75	0.22	3.40	0.67	11.87	36.54	0.67	5.40	0.59	9.27	160.60	1.14	7.40	0.80	33.77	158.75	1.63
1.42	1.10	33.18	7.75	0.22	3.42	0.66	11.90	37.64	0.66	5.42	0.58	10.22	167.73	1.15	7.42	0.78	33.64	158.94	1.64
1.44	1.15	33.24	8.24	0.23	3.44	0.67	11.66	38.93	0.67	5.44	0.57	11.93	162.63	1.16	7.44	0.73	32.15	169.95	1.64
1.46	1.15	33.52	7.87	0.23	3.46	0.67	11.81	40.90	0.67	5.46	0.58	12.41	173.02	1.15	7.46	0.70	28.49	170.44	1.65
1.48	1.12	37.76	7.75	0.24	3.48	0.70	11.84	41.70	0.68	5.48	0.58	12.66	177.64	1.15	7.48	0.68	24.56	170.55	1.64
1.50	1.06	42.05	69.75	0.25	3.50	0.67	12.39	42.26	0.69	5.50	0.58	12.84	177.88	1.18	7.50	0.67	21.78	173.15	1.63
1.52	1.01	45.13	71.04	0.25	3.52	0.67	12.70	43.18	0.70	5.52	0.61	12.63	154.08	1.18	7.52	0.66	18.49	175.11	1.64
1.54	0.98	47.12	76.33	0.29	3.54	0.65	12.94	43.67	0.70	5.54	0.60	12.78	134.52	1.19	7.54	0.68	15.75	177.94	1.64
1.56	0.94	47.48	67.11	0.27	3.56	0.64	12.45	44.72	0.71	5.56	0.61	13.42	112.31	1.21	7.56	0.71	13.95	179.79	1.64
1.58	0.94	47.58	78.36	0.28	3.58	0.63	11.66	46.01	0.71	5.58	0.61	14.76	118.46	1.22	7.58	0.74	12.94	181.82	1.64
1.60	0.93	46.02	83.22	0.29	3.60	0.61	11.20	47.30	0.72	5.60	0.61	15.58	132.61	1.22	7.60	0.73	12.67	181.63	1.65
1.62	0.90	44.77	93.55	0.30	3.62	0.62	10.41	49.21	0.71	5.62	0.63	15.74	135.26	1.23	7.62	0.71	13.34	181.08	1.65
1.64	0.89	43.31	104.19	0.31	3.64	0.66	9.77	52.22	0.72	5.64	0.64	15.98	120.06	1.23	7.64	0.74	13.12	183.54	1.65
1.66	0.93	42.24	96.94	0.32	3.66	0.67	10.35	54.56	0.72	5.66	0.65	16.04	93.92	1.23	7.66	0.82	13.70	186.62	1.65
1.68	0.93	41.85	91.89	0.32	3.68	0.65	10.87	55.23	0.72	5.68	0.61	16.47	82.67	1.24	7.68	0.85	15.83	180.47	1.65
1.70	0.97	42.22	91.22	0.32	3.70	0.65	10.72	56.34	0.73	5.70	0.59	17.41	87.22	1.25	7.70	0.87	17.30	110.59	1.66
1.72	0.95	42.34	88.76	0.33	3.72	0.66	10.51	58.00	0.74	5.72	0.57	17.72	90.72	1.25	7.72	0.83	17.79	115.02	1.66
1.74	0.96	42.19	79.10	0.33	3.74	0.67	10.14	59.36	0.74	5.74	0.58	16.50	97.80	1.25	7.74	0.87	17.51	120.86	1.66
1.76	1.01	41.40	73.93	0.33	3.76	0.67	10.54	60.40	0.74	5.76	0.58	15.67	101.67	1.26	7.76	0.86	18.12	120.00	1.67
1.78	0.98	42.16	73.32	0.32	3.78	0.67	11.06	61.63	0.75	5.78	0.62	14.67	105.86	1.26	7.78	0.85	18.70	118.71	1.67
1.80	0.98	42.98	79.35	0.34	3.80	0.67	12.03	62.80	0.73	5.80	0.63	14.12	107.64	1.27	7.80	0.80	18.18	119.20	1.67
1.82	0.97	43.62	65.69	0.34	3.82	0.65	12.34	64.09	0.74	5.82	0.65	13.33	108.25	1.28	7.82	0.79	16.99	120.25	1.68
1.84	0.98	42.22	60.22	0.35	3.84	0.65	12.80	65.69	0.75	5.84	0.65	12.96	107.95	1.28	7.84	0.79	16.02	122.52	1.70
1.86	0.97	40.55	51.61	0.36	3.86	0.65	12.80	67.29	0.75	5.86	0.64	13.33	107.09	1.28	7.86	0.87	15.93	125.91	1.70
1.88	0.94	41.10	49.64	0.37	3.88	0.65	12.68	68.70	0.76	5.88	0.63	14.30	108.81	1.29	7.88	0.94	17.30	118.77	1.70
1.90	0.89	40.70	39.92	0.37	3.90	0.64	12.65	70.18	0.76	5.90	0.63	15.49	125.54	1.31	7.90	0.91	18.04	117.79	1.70
1.92	0.87	38.83	15.75	0.35	3.92	0.66	13.36	146.27	0.82	5.92	0.64	15.79	134.52	1.32	7.92	0.87	18.22	119.51	1.72
1.94	0.91	43.55	32.97	0.37	3.94	0.63	13.48	146.08	0.82	5.94	0.66	15.76	145.84	1.32	7.94	0.94	18.46	124.37	1.72
1.96	0.87	42.82	44.72	0.37	3.96	0.64	13.15	146.14	0.83	5.96	0.68	15.91	149.65	1.33	7.96	1.00	18.80	130.40	1.73
1.98	0.86	40.93	29.71	0.37	3.98	0.64	13.18	147.13	0.83	5.98	0.67	15.43	136.12	1.32	7.98	1.07	19.47	136.67	1.73
2.00	0.86	38.83	29.28	0.38	4.00	0.62	13.51	147.99	0.84	6.00	0.65	14.45	134.89	1.32	8.00	1.11	19.83	137.78	1.73
2.02	0.86	38.56	29.59	0.39	4.02</														

NEOGEO STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO

CANTIERE: Via Donato Bramante - Rovigo (RO)										PROVA N°: PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20										SCPTU01									
COMMESSA: C046/25										PREFORO (m da p.c.): 0.80																			
RDP N°: 223/25										PIEZOCONO: TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66]																			
DATA: 30/05/2025										OPERATORE: Zanirato																			
prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi										
10.82	5.11	36.96	60.71	2.15	12.82	7.40	39.18	90.11	3.19	14.82	9.45	43.15	122.28	3.87	16.82	12.10	51.40	145.47	3.84										
10.84	5.17	33.15	70.80	2.16	12.84	7.08	35.70	158.45	3.13	14.84	9.49	40.47	149.28	3.82	16.84	11.91	50.34	169.39	3.82										
10.86	5.40	29.14	149.16	2.15	12.86	7.26	33.41	147.31	3.15	14.86	10.28	33.70	148.30	3.82	16.86	12.83	44.25	168.47	3.82										
10.88	5.64	29.41	153.28	2.17	12.88	7.13	34.91	140.55	3.15	14.88	10.84	30.26	148.79	3.82	16.88	13.23	41.69	169.02	3.82										
10.90	5.90	29.90	159.00	2.18	12.90	6.97	35.86	135.07	3.15	14.90	11.15	28.31	148.97	3.81	16.90	13.48	39.86	168.53	3.82										
10.92	6.17	33.04	164.53	2.18	12.92	6.84	36.31	130.95	3.14	14.92	11.39	26.88	149.59	3.81	16.92	13.51	39.07	167.67	3.82										
10.94	6.35	36.06	166.56	2.18	12.94	6.74	37.87	128.37	3.15	14.94	11.55	26.09	148.42	3.81	16.94	13.48	39.34	168.22	3.84										
10.96	6.54	42.13	168.90	2.19	12.96	6.70	38.69	127.81	3.17	14.96	11.73	26.27	149.34	3.81	16.96	13.41	40.98	168.78	3.85										
10.98	6.91	46.27	161.21	2.20	12.98	6.74	39.00	129.17	3.17	14.98	11.78	26.91	150.20	3.79	16.98	13.39	42.75	168.96	3.84										
11.00	7.18	50.69	147.25	2.20	13.00	6.85	38.78	132.06	3.17	15.00	11.78	27.61	150.51	3.80	17.00	13.35	44.33	168.90	3.84										
11.02	7.29	56.30	122.59	2.22	13.02	7.05	37.96	137.16	3.17	15.02	11.78	28.52	150.14	3.79	17.02	13.32	44.76	170.62	3.84										
11.04	7.36	58.16	104.63	2.22	13.04	7.30	37.26	143.25	3.17	15.04	11.78	29.71	150.51	3.79	17.04	13.21	45.91	171.42	3.85										
11.06	7.40	58.73	96.88	2.23	13.06	7.70	37.04	151.68	3.18	15.06	11.79	30.38	150.82	3.79	17.06	13.13	45.49	171.98	3.85										
11.08	7.44	57.82	88.69	2.23	13.08	8.33	37.68	163.86	3.20	15.08	11.72	30.59	151.31	3.78	17.08	12.81	47.22	170.25	3.86										
11.10	7.61	53.70	99.27	2.25	13.10	8.91	38.66	171.18	3.20	15.10	11.76	30.80	152.11	3.78	17.10	12.52	48.68	171.12	3.86										
11.12	7.72	51.81	106.90	2.24	13.12	9.78	40.36	178.19	3.20	15.12	11.74	30.56	151.80	3.77	17.12	12.36	49.59	172.16	3.86										
11.14	7.82	50.77	117.05	2.25	13.14	10.26	42.01	182.56	3.21	15.14	11.65	30.86	151.56	3.77	17.14	12.45	50.32	174.99	3.86										
11.16	8.01	49.70	128.12	2.24	13.16	10.51	44.29	187.17	3.21	15.16	11.61	31.90	152.79	3.77	17.16	12.46	51.02	175.05	3.89										
11.18	8.29	50.46	141.16	2.26	13.18	10.65	46.30	190.12	3.22	15.18	11.57	32.87	152.42	3.76	17.18	12.33	50.65	175.18	3.89										
11.20	8.57	50.21	157.77	2.28	13.20	10.65	48.04	190.49	3.24	15.20	11.60	33.69	154.02	3.77	17.20	12.16	50.59	175.18	3.89										
11.22	8.48	48.68	162.81	2.29	13.22	10.62	49.26	189.01	3.24	15.22	11.70	33.93	153.83	3.77	17.22	11.97	49.98	176.04	3.91										
11.24	8.00	47.64	160.91	2.29	13.24	10.60	49.14	187.54	3.24	15.24	11.78	34.60	154.57	3.76	17.24	11.84	49.15	178.13	3.91										
11.26	7.50	47.21	157.46	2.31	13.26	10.71	48.59	177.64	3.27	15.26	11.91	34.72	155.19	3.76	17.26	11.72	49.58	180.71	3.93										
11.28	7.16	48.70	156.91	2.32	13.28	11.13	48.62	140.61	3.26	15.28	12.07	34.30	155.49	3.76	17.28	11.67	49.85	183.72	3.94										
11.30	6.94	50.90	158.88	2.33	13.30	11.64	46.76	142.51	3.27	15.30	12.32	33.68	156.72	3.75	17.30	11.75	49.42	186.43	3.95										
11.32	6.79	52.51	162.32	2.34	13.32	11.98	44.32	137.22	3.29	15.32	12.60	33.65	157.89	3.75	17.32	11.73	48.32	186.43	3.95										
11.34	6.63	52.41	164.78	2.35	13.34	12.25	40.56	143.56	3.29	15.34	13.05	33.65	160.11	3.75	17.34	11.67	47.77	186.31	3.96										
11.36	6.50	52.65	166.56	2.37	13.36	12.46	38.95	143.99	3.29	15.36	13.38	33.03	163.24	3.74	17.36	11.61	47.04	186.37	3.98										
11.38	6.36	53.20	167.86	2.38	13.38	12.61	38.94	142.95	3.30	15.38	13.67	28.19	170.32	3.74	17.38	11.44	46.49	185.57	3.98										
11.40	6.30	54.29	170.01	2.40	13.40	12.51	39.00	141.84	3.30	15.40	13.82	28.40	174.99	3.74	17.40	11.12	46.00	181.63	4.00										
11.42	6.34	55.17	174.81	2.41	13.42	12.49	39.67	141.59	3.33	15.42	13.84	29.77	176.28	3.73	17.42	10.59	45.26	174.68	4.01										
11.44	6.44	57.03	181.26	2.42	13.44	12.44	41.01	141.78	3.31	15.44	13.91	32.18	179.54	3.72	17.44	10.06	44.89	168.78	4.03										
11.46	6.56	57.18	182.93	2.43	13.46	12.42	42.23	144.05	3.32	15.46	13.84	36.38	180.03	3.74	17.46	9.56	45.69	164.72	4.04										
11.48	6.77	57.36	180.16	2.46	13.48	12.53	42.68	148.30	3.35	15.48	13.31	39.70	174.07	3.72	17.48	9.20	46.54	165.89	4.04										
11.50	7.01	57.81	176.84	2.47	13.50	12.60	42.62	149.65	3.34	15.50	12.73	42.81	168.04	3.74	17.50	9.30	46.50	173.82	4.05										
11.52	7.25	57.72	173.70	2.47	13.52	12.63	41.73	148.05	3.35	15.52	12.42	50.34	168.47	3.73	17.52	9.72	45.16	186.92	4.07										
11.54	7.66	55.22	167.12	2.50	13.54	12.76	40.24	147.56	3.35	15.54	12.41	54.12	173.82	3.74	17.54	10.20	42.84	192.03	4.08										
11.56	8.07	53.54	165.70	2.51	13.56	12.88	39.72	147.44	3.35	15.56	12.45	55.21	176.84	3.75	17.56	10.49	40.68	177.02	4.09										
11.58	8.73	52.25	153.34	2.51	13.58	12.99	39.44	149.59	3.36	15.58	12.35	57.56	175.67	3.74	17.58	10.45	36.93	167.98	4.10										
11.60	9.20	50.76	125.29	2.52	13.60	13.11	40.02	152.17	3.38	15.60	12.11	56.28	172.65	3.76	17.60	10.19	34.24	166.63	4.10										
11.62	9.60	50.63	93.49	2.53	13.62	13.21	40.72	154.88	3.38	15.62	11.99	54.72	172.78	3.75	17.62	9.75	33.30	159.55	4.11										
11.64	10.03	49.87	54.31	2.54	13.64	13.30	41.05	154.88	3.39	15.64	11.95	52.98	173.45	3.75	17.64	9.45	33.54	157.52	4.11										
11.66	10.20	53.25	35.61	2.54	13.66	13.26	41.56	153.83	3.40	15.66	11.83	51.06	173.39	3.75	17.66	9.36	34.85	159.12	4.13										
11.68	10.42	59.40	26.94	2.54	13.68	13.16	41.90	151.68	3.39	15.68	11.72	48.95	172.10	3.76	17.68	9.29	35.70	160.72	4.13										
11.70	10.42	52.57	35.49	2.55	13.70	13.10	43.14	151.62	3.39	15.70	11.67	47.18	169.95	3.76	17.70	9.25	37.26	162.20	4.16										
11.72	10.51	53.91	41.46	2.55	13.72	13.15	44.21	154.51	3.41	15.72	11.62	46.05	166.01	3.78	17.72	9.29	37.68	165.15	4.16										
11.74	10.52	56.07	47.24	2.55	13.74	13.30	44.91	157.15	3.41	15.74	11.68	45.17	166.38	3.78	17.74	9.48	37.99	170.50	4.17										
11.76	10.55	57.78	52.47	2.57	13.76	13.51	45.15	159.98	3.43	15.76	11.75	44.25	166.50	3.78	17.76	9.74	38.38	177.39	4.19										
11.78	10.43	55.46	58.49	2.57	13.78	13.64	45.81	161.71	3.45	15.78	11.97	43.58	167.98																

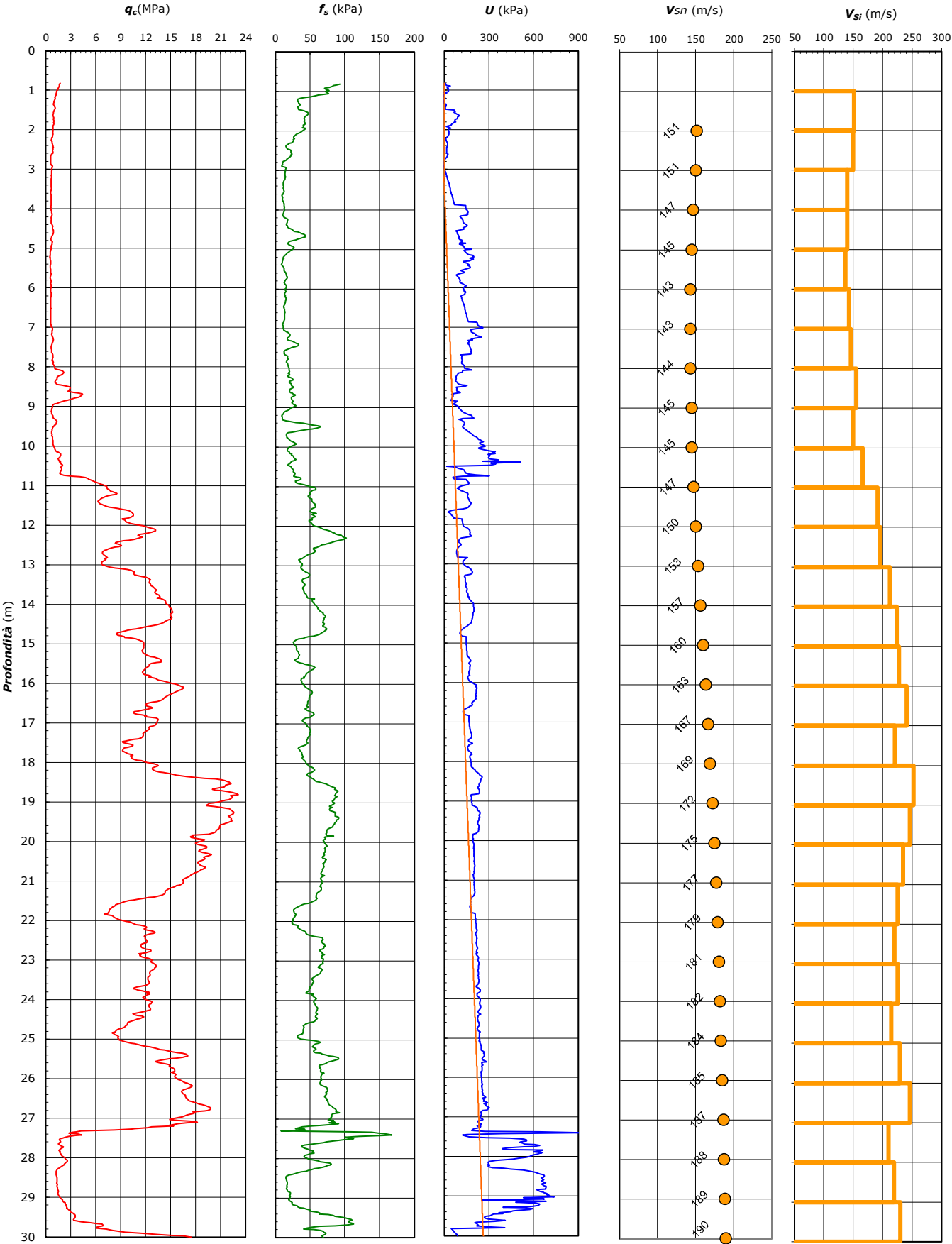
NEOGEO STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO

CANTIERE: Via Donato Bramante - Rovigo (RO)										PROVA N°: SCPTU01									
COMMESSA: C046/25										PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20									
RDP N°: 223/25										PREFORO (m da p.c.): 0.80									
DATA: 30/05/2025										PIEZOCONO: TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66]									
										OPERATORE: Zanirato									
prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi
20.82	17.75	66.46	204.58	4.85	22.82	12.00	68.68	215.96	5.06	24.82	8.37	39.77	230.47	5.68	26.82	19.09	87.23	290.13	6.46
20.84	17.44	70.67	200.46	4.82	22.84	11.18	71.00	224.38	5.07	24.84	7.94	39.78	242.34	5.68	26.84	17.67	92.55	259.93	6.47
20.86	17.41	68.11	194.67	4.81	22.86	11.44	67.23	216.39	5.07	24.86	8.17	36.18	237.54	5.67	26.86	17.95	83.26	252.61	6.48
20.88	17.29	67.17	196.46	4.81	22.88	11.32	68.05	214.91	5.07	24.88	8.31	34.05	237.73	5.68	26.88	17.68	82.07	247.26	6.49
20.90	17.13	65.58	196.58	4.81	22.90	11.34	66.34	218.85	5.08	24.90	8.49	32.59	238.96	5.68	26.90	17.38	81.31	248.55	6.51
20.92	16.86	65.40	198.98	4.81	22.92	11.58	66.71	225.86	5.08	24.92	8.69	31.92	239.33	5.67	26.92	16.99	81.37	249.97	6.51
20.94	16.64	65.73	200.09	4.80	22.94	12.01	69.12	228.87	5.09	24.94	8.77	32.19	237.91	5.67	26.94	16.68	81.34	249.42	6.53
20.96	16.54	66.40	200.82	4.80	22.96	12.32	69.36	230.41	5.10	24.96	8.70	33.66	236.38	5.67	26.96	16.42	80.24	248.49	6.53
20.98	16.50	67.40	203.10	4.80	22.98	12.62	69.14	231.76	5.10	24.98	8.71	37.01	237.42	5.67	26.98	16.11	80.94	234.78	6.55
21.00	16.52	67.37	203.59	4.80	23.00	12.77	69.08	229.43	5.12	25.00	8.76	47.22	235.76	5.67	27.00	15.54	77.89	246.52	6.56
21.02	16.54	67.36	202.92	4.80	23.02	12.73	68.16	228.44	5.12	25.02	8.86	54.63	236.81	5.68	27.02	14.93	76.51	238.10	6.56
21.04	16.52	67.57	205.38	4.81	23.04	12.62	68.16	227.89	5.14	25.04	9.07	61.88	239.64	5.71	27.04	14.92	84.10	255.75	6.57
21.06	16.46	66.05	202.30	4.80	23.06	12.70	69.04	230.23	5.14	25.06	9.38	64.81	240.50	5.70	27.06	15.92	80.74	262.39	6.60
21.08	16.29	65.77	204.39	4.81	23.08	12.91	67.00	234.96	5.13	25.08	9.83	62.28	235.76	5.72	27.08	17.81	86.08	251.57	6.60
21.10	16.09	65.00	203.96	4.81	23.10	13.10	65.83	233.85	5.14	25.10	10.24	59.35	243.02	5.72	27.10	18.25	77.50	228.69	6.54
21.12	15.73	64.36	202.18	4.82	23.12	13.21	64.31	234.47	5.15	25.12	10.69	56.27	241.85	5.72	27.12	17.04	91.09	227.83	6.54
21.14	15.53	66.10	203.78	4.82	23.14	13.27	62.78	233.61	5.15	25.14	11.13	55.42	244.00	5.73	27.14	15.92	80.39	238.84	6.59
21.16	15.29	66.15	203.59	4.81	23.16	13.29	61.62	232.75	5.16	25.16	11.52	54.26	247.39	5.73	27.16	15.37	64.35	233.49	6.58
21.18	15.05	66.27	203.35	4.83	23.18	13.20	62.89	230.96	5.15	25.18	12.06	53.58	247.26	5.74	27.18	14.78	53.13	253.23	6.56
21.20	14.79	66.24	203.28	4.82	23.20	13.07	66.36	229.98	5.16	25.20	12.58	55.93	248.92	5.73	27.20	15.37	38.89	249.91	6.56
21.22	14.60	65.29	204.95	4.83	23.22	13.08	67.58	230.96	5.16	25.22	13.00	58.25	249.17	5.75	27.22	12.72	34.65	221.12	6.53
21.24	14.45	63.98	205.68	4.82	23.24	12.96	66.75	230.78	5.16	25.24	13.44	58.30	249.17	5.75	27.24	12.26	29.46	246.46	6.47
21.26	14.37	62.30	204.95	4.84	23.26	12.79	66.93	229.98	5.17	25.26	13.78	56.66	249.17	5.75	27.26	10.72	42.20	245.11	6.46
21.28	14.34	60.44	207.59	4.85	23.28	12.65	65.71	229.12	5.19	25.28	14.28	54.98	251.14	5.77	27.28	10.29	42.57	223.15	6.47
21.30	14.33	60.01	206.79	4.86	23.30	12.53	65.28	229.67	5.20	25.30	14.71	55.22	249.97	5.79	27.30	8.25	8.05	204.15	6.37
21.32	14.30	59.03	206.61	4.86	23.32	12.51	64.43	229.30	5.19	25.32	15.24	57.84	254.09	5.80	27.32	4.25	108.77	192.83	6.40
21.34	14.18	59.09	205.81	4.86	23.34	12.51	62.90	231.33	5.21	25.34	15.89	65.71	264.49	5.81	27.34	3.73	139.07	184.46	6.39
21.36	13.94	58.81	204.70	4.88	23.36	12.54	60.61	231.76	5.22	25.36	16.44	67.81	270.88	5.81	27.36	3.24	148.79	273.65	6.38
21.38	13.52	59.05	201.93	4.89	23.38	12.57	57.96	231.33	5.21	25.38	16.85	73.75	266.39	5.84	27.38	2.78	160.59	640.73	6.39
21.40	13.09	58.87	197.93	4.90	23.40	12.49	56.73	230.04	5.22	25.40	17.04	77.56	271.68	5.84	27.40	3.92	167.69	917.21	6.39
21.42	12.36	60.39	191.35	4.90	23.42	12.40	55.54	229.86	5.22	25.42	17.07	83.26	272.05	5.87	27.42	4.34	155.95	386.64	6.38
21.44	11.78	59.45	186.92	4.92	23.44	12.30	53.10	230.04	5.22	25.44	16.84	88.99	270.21	5.87	27.44	3.53	120.59	155.86	6.39
21.46	11.06	58.41	182.25	4.93	23.46	12.30	52.49	232.19	5.23	25.46	16.45	91.39	267.75	5.87	27.46	2.79	100.51	125.78	6.41
21.48	10.47	57.00	179.42	4.94	23.48	12.28	53.13	231.89	5.22	25.48	15.64	91.02	264.61	5.88	27.48	2.37	108.31	142.95	6.42
21.50	9.99	53.98	177.02	4.94	23.50	12.25	54.19	231.89	5.24	25.50	14.90	89.13	260.00	5.89	27.50	2.03	112.82	168.16	6.43
21.52	9.54	51.24	177.27	4.96	23.52	12.32	55.14	234.35	5.26	25.52	14.26	84.74	256.06	5.89	27.52	1.77	100.65	285.64	6.43
21.54	9.24	47.95	178.31	4.97	23.54	12.37	55.11	234.90	5.26	25.54	13.62	79.98	255.75	5.91	27.54	1.66	90.65	445.01	6.44
21.56	8.97	42.85	179.23	4.97	23.56	12.47	54.04	234.10	5.27	25.56	13.23	76.95	260.55	5.91	27.56	1.68	84.92	537.40	6.47
21.58	8.72	38.68	176.84	4.98	23.58	12.46	53.61	233.49	5.28	25.58	13.24	74.48	276.36	5.92	27.58	1.76	74.55	554.56	6.47
21.60	8.41	36.54	176.41	5.00	23.60	12.39	53.40	232.01	5.29	25.60	13.66	72.37	284.84	5.94	27.60	1.79	69.09	553.82	6.48
21.62	8.35	33.92	179.05	4.99	23.62	12.22	52.21	231.70	5.30	25.62	14.30	68.52	252.86	5.95	27.62	1.67	58.79	533.46	6.48
21.64	8.20	32.67	177.94	5.00	23.64	11.94	51.75	227.83	5.30	25.64	14.81	64.62	255.38	5.96	27.64	1.53	53.82	508.37	6.50
21.66	8.01	29.93	174.81	5.03	23.66	11.63	50.04	223.34	5.31	25.66	14.93	63.39	251.32	5.97	27.66	1.53	42.72	530.45	6.50
21.68	7.89	27.76	174.93	5.02	23.68	11.02	50.77	215.83	5.31	25.68	14.83	64.15	260.98	5.97	27.68	1.71	38.24	540.72	6.51
21.70	7.80	26.51	176.16	5.03	23.70	10.63	49.52	214.91	5.31	25.70	14.88	63.87	256.37	5.98	27.70	1.89	37.85	610.28	6.50
21.72	7.71	26.33	176.53	5.04	23.72	10.55	48.91	221.12	5.31	25.72	15.12	64.69	254.21	5.99	27.72	2.16	39.31	641.71	6.51
21.74	7.66	26.48	178.50	5.05	23.74	10.79	48.97	232.99	5.32	25.74	15.32	65.45	255.26	6.00	27.74	2.13	42.40	607.02	6.52
21.76	7.63	27.43	180.40	5.06	23.76	11.06	48.45	238.53	5.32	25.76	15.47	65.63	254.40	6.01	27.76	1.89	46.54	531.86	6.51
21.78	7.60	27.40	181.57	5.06	23.78	11.6													

NEOGEO STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO

CANTIERE: Via Donato Bramante - Rovigo (RO)
COMMESSA: C046/25
RDP N°: 223/25
DATA: 30/05/2025

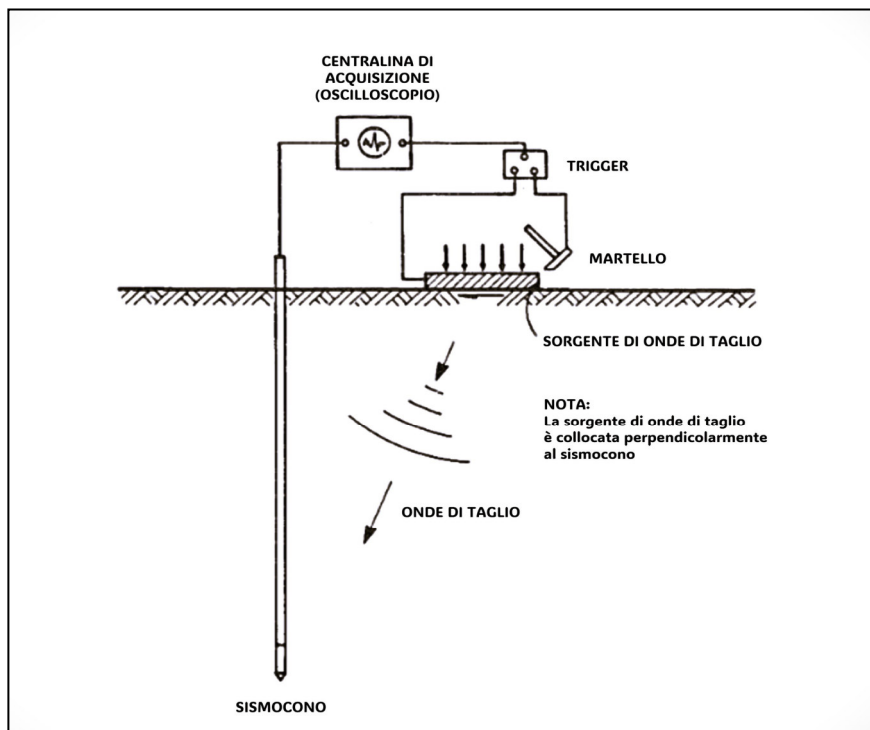
PROVA N°: SCPTU01
PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20
PREFORO (m da p.c.): 0.80
PIEZOCONO: TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66]
OPERATORE: Zanirato



CANTIERE: Via Donato Bramante - Rovigo (RO)
COMMESSA: C046/25
RDP N°: 223/25
DATA: 30/05/2025

PROVA N°: SCPTU01
PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20
PREFORO (m da p.c.): 0.80
PIEZOCONO: TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66]
OPERATORE: Zanirato

Prova Down Hole ASTM D 7400



Profondità (m)	Ts (ms)	L (m)	Vs (m/s)	Vis (m/s)
1.0	T0	1.00	-	-
2.0	6.60	2.00	151	151
3.0	13.26	3.00	151	150
4.0	20.43	4.00	147	140
5.0	27.59	5.00	145	140
6.0	34.90	6.00	143	137
7.0	41.91	7.00	143	143
8.0	48.75	8.00	144	146
9.0	55.19	9.00	145	155
10.0	61.88	10.00	145	150
11.0	67.90	11.00	147	166
12.0	73.11	12.00	150	192
13.0	78.22	13.00	153	196
14.0	82.92	14.00	157	212
15.0	87.38	15.00	160	224
16.0	91.76	16.00	163	228
17.0	95.91	17.00	167	241
18.0	100.43	18.00	169	221
19.0	104.39	19.00	172	253
20.0	108.45	20.00	175	246
21.0	112.71	21.00	177	235
22.0	117.15	22.00	179	226
23.0	121.68	23.00	181	221
24.0	126.12	24.00	182	225
25.0	130.78	25.00	184	214
26.0	135.14	26.00	185	229
27.0	139.21	27.00	187	246
28.0	143.96	28.00	188	210
29.0	148.51	29.00	189	220
30.0	152.86	30.00	190	230

CATEGORIA SOTTOSUOLO

C

$V_{s,30} = 190 \text{ m/s}$

D = Distanza centro trave generatrice ond
 Profondità = Profondità punta da piano campagna
 Ts = Tempo percorrenza onda di taglio
 L = Lunghezza percorso onda di taglio
 Vs = Velocità onde di taglio da piano campagna alla profondità indicata = 1.00 m
 Vis = Velocità onde di taglio nello strato di terreno compreso fra le due profondità indicate

NEOGEO STUDIO GEOLOGICO ED AMBIENTALE DEL TERRITORIO

CANTIERE:	Via Donato Bramante - Rovigo (RO)	PROVA N°:	SCPTU01
COMMESSA:	C046/25	PROF. FALDA (m da p.c.):	3.20
RDP N°:	223/25	PREFORO (m da p.c.):	0.80
DATA:	30/05/2025	PIEZOCONO:	TECNOPENTA G1-CPLSTI 231029[a = 0.66]
		OPERATORE:	Zanirato

UBICAZIONE

Località: Via Donato Bramante - Rovigo (RO)

LAT. (WGS 84): 45.082547°

LONG. (WGS 84): 11.792053°

