



ALL. F – RELAZIONE GEOLOGICA – GEOTECNICA – IDROGEOLOGICA

**Domanda di autorizzazione unica per la realizzazione e gestione
di un impianto di recupero (R12 – R13) rifiuti non pericolosi**

Art. 208 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e art. 45 della L.R. 45/2007 e ss.mm.ii.



COMMITTENTE: ADRIATICA OLI S.R.L. SB
Contrada Cavallino n. 38, 62010 MONTECOSARO (MC)
P. IVA: 00456860436 e-mail: segreteria@adriaticaoli.com

DICEMBRE 2024

Il legale rappresentante: GIORGIO TANONI

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.P.R. n. 445 del 28/12/2000, del D.Lgs. n. 82 del 07/03/2005 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa.



GEOCONSULT s.a.s.

CONSULENZA GEOLOGICA E GEOTENICA – PROGETTAZIONE – SONDAGGI E PROVE IN SITU – PROVE DI LABORATORIO

**COMUNE DI MONTESILVANO
PROVINCIA DI PESCARA
Località: Via Danubio**

Committente: Ditta Adriatica Oli S.r.l.

Progetto per realizzare un impianto di recupero di olii vegetali esausti

- **Relazione geologica**
- **Relazione geotecnica sulle indagini geognostiche**
- **Relazione sulla modellazione sismica**

Montesilvano, aprile 2018

Dott. Geol. Gianluca Tomassoni



Dott. Geol. Giuseppe Tomassoni



I N D I C E

1 - RELAZIONE GEOLOGICA	Pag. 2
1.1 - PREMESSE	Pag. 2
1.2 – CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	Pag. 3
1.2.1 – Caratteristiche litostratigrafiche	Pag. 3
1.2.2 – Caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche	Pag. 4
1.3 - CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	Pag. 4
1.4 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE E SISMICHE DELL'AREA	Pag. 5
2 – RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	Pag. 6
2.1 – INTRODUZIONE	Pag. 6
2.2 – INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	Pag. 6
2.2.1 – Sondaggio geognostico e stratimetria	Pag. 7
2.2.2 – Prova penetrometrica dinamica	Pag. 8
2.3 - MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	Pag. 9
2.3.1 - Caratteristiche litologiche	Pag. 9
2.3.2 - Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni	Pag. 10
2.4 – OPERE DI FONDAZIONE	Pag. 13
2.4.1 – Analisi della capacità portante e dei cedimenti	Pag. 14
3 – RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA	Pag. 15
3.1 – GENERALITA'	Pag. 15
3.2 – TETTONICA E SISMICITÀ	Pag. 15
3.3 – INDAGINE GEOFISICA	Pag. 17
3.3.1 – Prospezione geosismica	Pag. 17
3.4 - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	Pag. 18
3.4.1 – Zonizzazione sismogenetica	Pag. 19
3.5 – RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)	Pag. 21
3.5.1 – Amplificazione stratigrafica	Pag. 22
3.5.2 – Amplificazione topografica	Pag. 23
3.6 - FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	Pag. 24
3.7 – MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO	Pag. 24
3.8 – FREQUENZA DI RISONANZA	Pag. 25
3.9 – VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	Pag. 26
4 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	Pag. 28
Allegati:	
1.1	Stralcio corografico
1.2	Stralcio carta geologica
1.3	Stralcio carta geomorfologica del PAI
1.4	Stralcio carta delle pericolosità del PAI
1.5	Stralcio carta dei rischi del PAI
1.6	Stralcio carta delle pericolosità del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)
2.1	Stralcio planimetrico con ubicazione prove geognostiche
2.2	Stratigrafia e stratimetria
2.3-2.4-2.5	Tabelle e diagrammi prova penetrometriche DPSH eseguite dalla Soiltest
2.6	Analisi della capacità portante fondazioni a plinti collegati
2.7	Analisi dei cedimenti fondazioni a plinti collegati
2.8	Analisi della capacità portante e dei cedimenti fondazione a platea
3.1	Elaborazioni e risultati della prova geofisica eseguita dalla Soiltest
3.2	Stralcio carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
3.3	Calcolo fattore di sicurezza per la verifica alla liquefazione
3.4	Calcolo fattore di sicurezza per la verifica alla liquefazione eseguita dal Geol. Ciabattoni

1 – RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 - PREMESSE

Su incarico ricevuto dalla Ditta Adriatica Olii S.r.l. è stata effettuata un'indagine di approfondimento ed integrativa ad una precedente svolta a gennaio 2018, condotta dal Geol. Fabio Ciabattoni, con rielaborazione geologica, geotecnica e geosismica, sull'area interessata dal progetto per realizzare un impianto di recupero oli vegetali esausti, in Via Danubio, nel Comune di Montesilvano (PE) - (all. 1.1). L'area di intervento ricade nelle particelle 452 e 85, del foglio 8.

I lavori in progetto consistono nella realizzazione di un tettoia in carpenteria metallica ed un edificio da adibire ad uffici e servizi.

Nella presente relazione di indagine geologica, geotecnica e geosismica verranno ripresi i risultati della predetta relazione di indagine geognostica e geotecnica, redatta dal Geol. Ciabattoni.

Per una migliore ubicazione e caratterizzazione delle opere in progetto, si fa riferimento agli elaborati progettuali approntati dallo Studio Tecnico del Dott. Arch. Aurelio Colangelo.

In riferimento al cap. 6.2.1 delle NTC (DM 17.01.2018) e al cap. 6.2.1 della circ. 617/2009, scopo dello studio è stato l'accertamento dei caratteri litologici stratigrafici, strutturali e geomorfologici per la caratterizzazione geologica con la definizione del modello geologico del sito in esame.

La presente indagine, con il rilevamento geognostico, ha valutato: la successione litostratigrafica con definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione, della loro degradabilità, i lineamenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici.

Per la caratterizzazione e modellazione geologica, al fine di valutare la stratimetria locale del sottosuolo, per un volume significativo interessato dalle opere in progetto, sono stati effettuati rilievi estesi ad un'area più ampia del territorio ed eseguite indagini geognostiche e prove geotecniche nell'area in esame.

In base all'assetto geomorfologico ed idrogeologico sono state rilevate le pericolosità geologiche e sismiche dell'esame nella cartografia tematica del PAI, di quella idraulica e della Microzonazione Sismica.

1.2 – CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il territorio in esame si inserisce nella fascia pedemontana adriatica dell'Appennino Centro Meridionale, comprendente la zona costiera lungo un importante bacino sedimentario plio-pleistocenico. E' presente la serie argilloso-limosa costituita da depositi marini (noti con il nome di argille azzurre), interrotti da una lacuna stratigrafica, e al tetto da "sabbie gialle" con copertura di terreni alluvionali fluviali e lacustri.

L'area in esame rientra nella fascia costiera ove si sono depositati formazioni marine che vanno dal Miocene al Pliocene, seguite da depositi alluvionali fluviali del Quaternario.

1.2.1 – Caratteristiche litostratigrafiche

Dall'esame della cartografia ufficiale (carta geologica d'Abruzzo), di cui si riporta uno stralcio (all. 1.2), è stata ricostruita la successione stratigrafica della zona in esame, confermata dall'indagine geognostica. La litologia dominante nell'area è quella tipica dei depositi alluvionali fluviali con fasi lacustri del Fiume . Il materasso alluvionale di spessore variabile e nell'ordine di una trentina di metri di spessore, copre una formazione geologica di età Calabrianica formata da argille sabbiose di colore grigio azzurro.

1.2.2 – Caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche

L'area oggetto di studio ricade, nella piana alluvionale del Fiume Saline, alla destra idrografica del Fiume stesso. Essa è caratterizzata da una superficie sub-pianeggiante.

Morfologicamente la zona in esame è caratterizzata da un'area pianeggiante, come visibile nello stralcio della carta geomorfologica (all. 1.3).

Per la natura e consistenza dei terreni presenti, l'area in oggetto è stabile; non sono stati osservati segni di dissesti morfogenetici in atto o pregressi.

Il sistema idrografico della zona è rappresentato fossi e fossati poco incassati e dalla rete e canalizzazione di smaltimento comunale delle acque.

Da un punto di vista idrogeologico va indicato che i terreni alluvionali sono dotati di discreta permeabilità per porosità degli orizzonti sabbiosi. Considerando la presenza di frequenti livelli di limo-argillosi interposti a questi, spesso si formano falde sospese.

Nel corso delle prove geognostiche eseguite, è stata intercettata la falda acquifera alla profondità di circa 7 m di profondità.

1.3 - CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

In base alle osservazioni di superficie, integrate da informazioni geologiche dirette e da bibliografia è stato definito l'assetto litostratigrafico del sito.

Per la ricostruzione del profilo litologico sono stati presi in considerazione la cartografia tematica (carta geologica - all. 1.2), e i risultati di precedenti indagini eseguite nel territorio comprendente l'area in esame.

La stratigrafia risultante, è rappresentata da:

- Limi sabbiosi passanti a sabbie con livelli limosi argillosi con inclusioni di ghiaietto, e strati ghiaiosi per uno spessore complessivo di circa m 30; alla base limi argillosi sabbiosi grigi di notevole spessore .

1.4 - PERICOLOSITA' GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO

La presente indagine geologica, ha permesso di definire la caratterizzazione litostratigrafica, litotecnica e sismica dell'area in oggetto.

In base alla modellazione geologica, sono stati riscontrati:

- limi sabbiosi con sottostanti sabbie con livelli limosi ed inclusioni di ghiaietto e strati ghiaiosi; lo spessore di tali terreni è di m 30 al disotto è presente la formazione di base costituita da limi argillosi sabbiosi, di notevole spessore; la falda idrica è stata incontrata a circa m 7 di profondità;
- le caratteristiche geotecniche dei terreni per un volume significativo indicano terreni sabbiosi limosi da moderatamente a discretamente addensati;
- in base alla caratterizzazione geologica del sito, in riferimento all'opera, non si registrano stati di pericolosità; né sono stati valutati fenomeni di instabilità;
- nella zona ove si estende l'area in esame, in base alla carta delle pericolosità e dei rischi del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), non si registrano stati di pericolosità e di rischio (all. 1.4-1.5);
- nella carta del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA), il sito non rientra in aree a pericolosità da alluvioni (all. 1.6);
- nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica allegata alla Microzonazione sismica di primo livello del Comune di Montesilvano, l'area rientra in una "zona stabile, suscettibile di amplificazioni locali" ed in una "zona che necessita di approfondimenti per verifica di instabilità per liquefazione". Tale aspetto verrà esaminato nel capitolo dedicato alla geosismica (cap. 3.7).

In base all'Ordinanza del P. R. n° 3274 del 20/03/2003, l'area ricade in zona di sismicità 3°.

2 - RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

2.1 - INTRODUZIONE

Nella presente relazione, in riferimento alle NTC/18 e cap. 6.2.2 della Circ.617/2009, viene definita la caratterizzazione e il modello geotecnico con la descrizione dei risultati delle indagini geotecniche eseguite sull'area in esame e di quelle effettuate in zone vicine.

Il sito è interessato dal progetto per realizzare un impianto di recupero di olii vegetali esausti, in Via Danubio, nel Comune di Montesilvano (PE), per conto della Ditta Adriatica Oli S.r.l.

2.2 - INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA

Facendo seguito alle informazioni litologiche morfologiche e idrogeologiche, riferite nello studio geologico dell'area, come da "relazione geologica", è stato definito con il Progettista, il programma delle indagini, in riferimento alle opere in progetto.

Per la caratterizzazione puntuale dei terreni presenti nell'area di studio, per un volume significativo interessato dall'opera in progetto e per la determinazione dei parametri fisico-meccanici di quelli di fondazione, sono stati effettuati sondaggi geognostici. Inoltre sono stati presi i risultati delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite dal Geol. Ciabattoni in una precedente fase di studio dello stesso sito.

L'ubicazione delle prove, visibile nell'allegata planimetria (all. 2.1), ha tenuto conto della situazione litologico-morfologica e della posizione dell'opera in progetto.

2.2.1 - Sondaggio e stratimetria

Sull'area in esame, è stata effettuata una perforazione a carotaggio continuo fino a circa m 7, seguita da perforazione a distruzione di nucleo, spinta fino ad una profondità di m 10 dal p.c. (foto 1).



foto 1: esecuzione sondaggio S1

La campionatura dei terreni attraversati, durante il carotaggio continuo è stata disposta in apposite cassette catalogatrici.

Dai risultati del sondaggio, riportati nella stratimetria (all. 2.2), è stata ricostruita la litostratigrafia complessiva, espressa da:

- ✓ terreno vegetali e riporto, spessore circa m 1;
- ✓ limo sabbioso avana scuro, di spessore circa m 2.8;
- ✓ sabbia fine giallastra con livelli di sabbia limosa, per uno spessore indagato circa m 6.2;
- ✓ il livello della falda idrica è stato intercettato a circa m 7.

2.2.2 - Prova penetrometrica dinamica

Per le verifiche delle proprietà dei terreni, sono state eseguite, nella precedente indagine del Geol. Ciabattoni, prove penetrometriche dinamiche DPSH da parte della Soiltest. I risultati di tali prove vengono riportati negli allegati 2.3-2.4-2.5 e sono stati utilizzati per le caratterizzazioni e parametrizzazioni geotecniche del sottosuolo.

Le prove sono state ubicate come risulta dalla planimetria allegata (all. 2.1).

L'indagine penetrometrica consiste nella misura del numero di colpi N necessari ad infiggere cm. 20 di un'asta a punta conica.

La prova penetrometrica, correlata con sondaggi di taratura, consente di ottenere valide informazioni ai fini della ricostruzione dei profili stratigrafici dei terreni attraversati ed una stima dei valori della densità relativa, dell'angolo di resistenza al taglio, la coesione in condizioni non drenate, e quindi la capacità portante (q_a).

La prova fornisce il valore della resistenza di rottura dinamica alla punta (R_d), riconducibile alla formula degli olandesi:

$$R_d = \frac{M^2 h}{A (M+P) e}$$

M:	peso maglio	Kg. 76;
h:	altezza caduta	cm. 0;
A:	sezione punta	cm ² 0;
e:	10/N numero colpi	
P:	peso delle aste	Kg. cad.

Il carico ammissibile, con coefficiente di sicurezza $F = 3$, e' valutato mediante il rapporto: **$q_a = R_d/20$**

Le prove penetrometriche, danno inoltre, una valutazione del carico limite dei pali di fondazione, con l'indicazione del coefficiente "f" di attrito palo-terreno.

Per una corretta interpretazione dei risultati delle prove è in ogni caso, opportuno disporre dell'andamento stratigrafico ricavato dai sondaggi.

I risultati delle prove eseguite, sono riportati nei diagrammi (all. 2.3- 2.4-2.5), nei quali, in ordinata è rappresentata la profondità in metri, ed in ascisse, il numero di colpi N e RPD.

Interpretando i dati acquisiti si è presa in considerazione la stima dei parametri della prova n. 2, con i seguenti litostrati, fino al volume significativo interessato dalle fondazioni dell'opera in progetto:

- litostrato 1 $N_{SPT} = 2$ colpi fino a profondità di m 1.2;
- litostrato 2 $N_{SPT} = 5$ colpi fino a profondità di m 3.8;
- litostrato 3 $N_{SPT} = 19$ colpi fino a profondità di m 6.

Durante l'esecuzione della prova sono state osservate presenze idriche alla profondità di circa m 7.5.

2.3 – MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Al fine di pervenire ad una schematizzazione più dettagliata del sottosuolo del sito in esame, di seguito vengono illustrati i risultati dell'indagine geognostica, eseguita nell'area in esame, per una corretta definizione del modello geotecnico del sito.

Per la caratterizzazione e modellazione geotecnica dell'area di studio e per la determinazione dei loro parametri fisico-meccanici, sono stati elaborati e correlati i dati delle prove penetrometriche e delle prospezioni geosismiche eseguite nella precedente relazione di cui sopra.

2.3.1 – Caratteristiche litologiche

In base ai risultati dei sondaggi comparati con le prove penetrometriche e ai dati di precedenti indagini in aree vicine, è stata individuata la successione litologica, riferita al volume significativo considerato e indagato di circa m 8.

Si evince la definizione di due litotipi distinti, partendo dall'alto, al disotto dei terreni vegetali e riporto, di spessore circa m 1:

Litotipo a) limo sabbioso avana scuro, spessore circa m 2.8;

Litotipo b) sabbia fine giallastra con interstrati di sabbia limosa, spessore indagato m 6.

2.3.2 – Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

Dall'esame dei risultati delle prove di laboratorio e penetrometriche eseguite sul sito in esame, si nota che i caratteri geotecnici non variano in maniera notevole in senso orizzontale, in quanto le prove mostrano una certa omogeneità, denotando medie resistenze con picchi più o meno pronunciati.

Per la valutazione dei parametri geomeccanici sono state utilizzate le correlazioni empiriche note in bibliografia, dei dati penetrometrici, integrati da ulteriori dati desunti da precedenti indagini in zone vicine con le medesime caratteristiche litologiche e geotecniche.

Le correlazioni assunte sono:

1. Angolo di resistenza al taglio (ϕ)

Per la valutazione dell'angolo di resistenza al taglio in condizioni drenate è stata utilizzata la seguente formula della Road Bridge Specification, e del Japanese National Railway:

$$\begin{aligned}\Phi &= \sqrt{15 \times N_{SPT}} + 16 \times N < 10 \\ \phi &= 0,3 N + 27 \times N > 10\end{aligned}$$

2. Densità relativa (D_r)

La valutazione della densità relativa per terreni granulari è stata effettuata mediante la seguente correlazione da Fardis e Veneziano

$$D_r = 0,478 \times I_n(N) - 0,262 \cdot I_n(\sigma) + 2,84$$

N = numero di colpi;

D_r = densità relativa (in %);

σ = tensione verticale agente alla profondità a cui è eseguita la prova penetrometrica.

3. Modulo di deformabilità (E_s) in condizioni drenate

Esso viene valutato attraverso le seguenti correlazioni:

$$\begin{aligned} E_s &= 500 \times (N + 15) \quad \text{valida per sabbia n.c.} \\ E_s &= 320 \times (N + 15) \quad \text{valida per sabbia argillosa} \end{aligned}$$

con E_s espresso in kPa.

4. Coesione non drenata C_u – per terreni coesivi

Viene assunto il metodo di Terzaghi Peck: $C_u \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0.067 N_{SPT}$

5. Modulo elastico E_i (Kg/cm²)

Necessario per la valutazione del cedimento immediato, esso è ricavato dalle relazioni di Terzaghi: $E_u \text{ (MPa)} = B N^{1/2}$

per terreni incoerenti con $B = 7 \text{ MPa}$ e N numero di colpi della prova penetrometrica:

$$E_i \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = (150 \text{ :-} 300) C_u$$

per terreni coesivi con C_u , Coesione non drenata.

6. Modulo Edometrico (E_d) in terreni coesivi

Necessario per la valutazione del cedimento di consolidazione. Esso è ricavato dalla relazione di Stroud e Butler: $E_d \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = (5 \text{ :-} 6) N$ con N numero colpi della prova penetrometrica.

7. Modulo o coefficiente di sottofondazione (Winkler)

Viene definito quale relazione che esiste fra la posizione di contatto in ogni punto della fondazione e la relativa deformazione del terreno: $K_w = Q/s$

tenendo presente che detto modulo non è una proprietà del terreno, di esso viene data una semplice valutazione con le relazioni di Terzaghi: $K_w \text{ (Kg/cm}^3\text{)} = K_p ((B + 30) / 2B^2)$ ove B è la larghezza della fondazione, considerato = 100 cm e $K_p \text{ (Mpa)} N / 7.8$ con N numero di colpi medio dello strato di fondazione.

8. Coefficiente di spinta a riposo K_0

Viene assunta la relazione: $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi$

con φ angolo di resistenza di picco.

9. Modulo di taglio G

Viene assunto il metodo di Ohsaki e Iwasaki: $G \text{ (t/m}^2\text{)} = N_{\text{SPT}}^b$

con $a = 1400$ e $b = 0.78$;

oppure il metodo: $G = E / 2 (1 + \mu)$

con E = modulo del terreno e μ modulo di Poisson.

Dalle suddette correlazioni dei dati emersi da tutte le prove sono stati definiti i valori nominali dei parametri geotecnici appropriati più significativi, dei litotipi interessati dalle fondazioni delle opere in progetto, avendo assunto il valore medio di $N = 5$ colpi per il litotipo a) ed $N = 19$ per il litotipo b):

Litotipo a) limo sabbioso avana scuro, spessore circa m 2.8

→ peso di volume	γ	=	1.8 t/m ³
→ angolo di resistenza al taglio	φ	=	23°
→ densità relativa	D_r	=	30%
→ modulo di deformabilità	E_s	=	60–70 Kg/cm ²
→ coesione	C'	=	0 Kg/cm ²

Litotipo b) sabbia fine giallastra con interstrati di sabbia limosa, spessore indagato circa m 6

→ peso di volume	γ	=	1.9 t/m ³
→ angolo di resistenza al taglio	φ	=	30-32°
→ densità relativa	D_r	=	45%
→ modulo di deformabilità	E_s	=	120 Kg/cm ²
→ coesione	C'	=	0 Kg/cm ²

Al fine di ottemperare alle nuove NTC/2008, sono stati valutati, con stima ragionata e cautelativa, i valori caratteristici, ulteriori rispetto a quelli appropriati, dei parametri geotecnici dei terreni per un volume significativo interessato dalle fondazioni di fabbricati in progetto, come da tabella 2.1.

Tabella 2.1: Valori caratteristici dei parametri geotecnici (volume significativo)

Litotipo	Spess. m	γ t/m ³	ϕ' °	C' Kg/cm ²	D _r %	K _{wv} Kg/cm ³	Es Kg/cm ²	EI Kg/cm ²	μ	G Kg/cm ²
a	2.8	1.8	23	0	30	4	65	150	0.25	60
b	6	1.9	31	0	45	8	120	300	0.30	115

γ : peso di volume

Φ' : angolo di attrito efficace

C': coesione

D_r: densità relativa

K_{wv}: modulo di Winkler

Es: modulo di compressibilità drenata

EI: modulo elastico (Young)

μ : coefficiente di Poisson

G: modulo di taglio

Per poter eseguire le verifiche geotecniche secondo l'approccio/combinazione scelto, relativo alle condizioni di tipo GEO, i valori caratteristici, precedentemente definiti, saranno ridotti utilizzando i coefficienti parziali di cui alla tabella 6.2.II delle NTC – 2008.

2.4 - OPERE DI FONDAZIONE

Come si è visto nel precedente paragrafo, i terreni di riporto superficiali (circa m 1), hanno caratteristiche meccaniche scadenti e si consiglia di impostare il piano fondale delle opere in progetto, nel passaggio tra i terreni del litotipo a) e litotipo b), con caratteristiche geomeccaniche da accettabili a discrete.

Per la realizzazione della tettoia in progetto, tali terreni sono adeguati per fondazioni a plinti collegati, posti ad una profondità di circa m 2.5, da raggiungere con sottofondazione di conglomerato cementizio (CLS), mentre per il fabbricato da destinare ad uffici viene consigliata una fondazione diretta a platea.

2.4.1 - Analisi della capacità portante e dei cedimenti

La capacità portante, quale resistenza del terreno, viene analizzata ai fini dell'individuazione dell'idonea profondità del piano di fondazione, delle più opportune scelte progettuali e delle verifiche agli SLU (carichi) e SLE (cedimenti).

Essa è stata analizzata, in termini di tensioni ammissibili, quale carico ultimo (Q_{ult}) sopportabile dal terreno di fondazione, in relazione all'area ($B \times L$) ed è stata calcolata con i metodi di Meyerhof, Brinch-Hansen, Vesic ed Eurocodice 7. La pressione ammissibile (q_a) viene data applicando un fattore di sicurezza globale $F_s = 3$.

Attraverso un programma computerizzato è stata analizzata la capacità portante con i descritti metodi, e la relativa formula assunta, inoltre, sono stati valutati i cedimenti immediati e di consolidazione.

E' stata analizzata, per la tettoia una fondazione diretta a plinti collegati di dimensioni m 2.2x2.2, poggiante su terreni con piano di posa a circa m 2.5. La falda è presente a profondità di circa m 7.

I parametri fisico-meccanici assunti, corrispondono ai valori caratteristici del par. 4.2. con assunzione di $N_{SPT} = 10$, quale media pesata tra il litotipo a e b. Per il fabbricato il valore $N_{SPT} = 7$.

Dai risultati delle analisi, riportati negli allegati 2.6 e 2.8, nei casi ipotizzati, si evince un carico ammissibile di:

$$Q_a = 1.2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ per la tettoia}$$

$$Q_a = ??? \text{ Kg/cm}^2 \text{ per il fabbricato}$$

compatibili con i cedimenti (all. 2.7-2.8).

3 - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

3.1 – GENERALITÀ

Nella presente relazione, ai sensi dei capp. 3.2 e 7.11 delle NTC/18 e cap. 3.2 della Circ. 617/09, viene riportato lo studio relativo alla pericolosità sismica di base e locale al fine di definire l'azione e risposta sismica del sito interessato dal progetto per realizzare un impianto di recupero di olii vegetali esausti, in Via Danubio, nel Comune di Montesilvano (PE), le cui coordinate sono: N 42.503, E 14.128.

3.2 – TETTONICA E SISMICITÀ

In riferimento all'OPCM 3274 del 20.03.03 il territorio comunale di Montesilvano è compreso tra quelli classificati come "zona sismica 3", con valore di $0.125 < a_g < 0.150$, in base all'OPCM 3519 del 28.04.2006.

L'attuale assetto morfostrutturale dell'area è dovuta per lo più, all'attività della tettonica quaternaria durante il Pleistocene medio-superiore. Dopo un sollevamento generalizzato del Plio-Pleistocene, lungo l'asse della catena appenninica con dorsali longitudinali, si ha avuto un sollevamento regionale differenziato. Ad esso è legato il generale basculamento verso E.N.E., con riattivazione quaternaria delle strutture compressive plioceniche del blocco periadriatico.

Da Ovest verso Est sono state identificate 3 province sismotettoniche:

P.S.A – Provincia sismotettonica appenninica;

P.S.B - Provincia sismotettonica pede-appenninica;

P.S.C – Provincia sismotettonica costiera.

In particolare, la "Provincia sismotettonica – C", ove ricade l'area in esame, è caratterizzata dalla presenza di pieghe sovrascorrimenti e faglie trascorrenti. Pertanto la sismicità è localizzata sulla crosta superiore, per la maggior parte, a profondità minore di 10 Km.

Dal catalogo ITHACA delle faglie capaci risulta che non vi sono faglie attive nel sito in studio

Consultando il Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (DBMI15 - <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), sono stati individuati i terremoti storici registrati nel territorio di Pescara, riportati nelle seguenti Tabella 3.1 e Figura 3.1. Il database fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche, provenienti da diverse fonti, relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia, nella finestra temporale che va dall'anno 1000 all'anno 2014 (INGV, 2015).

Montesilvano (Marina)									
PlaceID	IT_57334								
Coordinate (lat, lon)	42.515, 14.151								
Comune (ISTAT 2015)	Montesilvano								
Provincia	Pescara								
Regione	Abruzzo								
Numero di eventi riportati	10								
Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	MBDP	Io, Mw
5-6	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	5.5.69
3	1972	02	29	20	54	1	Gargano	21	6.4.71
4	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7.5.06
3	1987	09	04	16	42	4	Costa Marchigiana	75	6.4.66
3-4	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
2	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7.8.5.66
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7.5.72
3-4	2003	03	29	17	42	1	Adriatico centrale	68	5.43
NF	2004	11	25	06	21	1	Adriatico centrale	13	5.25
NF	2004	12	09	02	44	2	Teramano	213	5.4.09

Tabella 3.1: Sismicità storica di Montesilvano

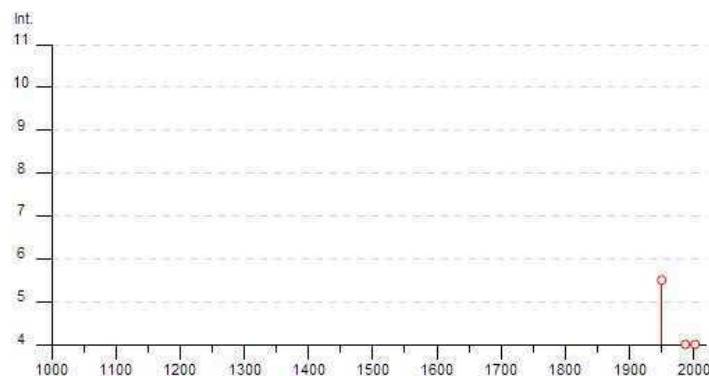


Figura 3.1: Intensità macrosismiche dei principali terremoti risentiti nel comune di Montesilvano

Secondo il database dell'INGV (<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>), l'area in esame ricade all'interno di una sorgente sismogenetica (Figura 3.2).

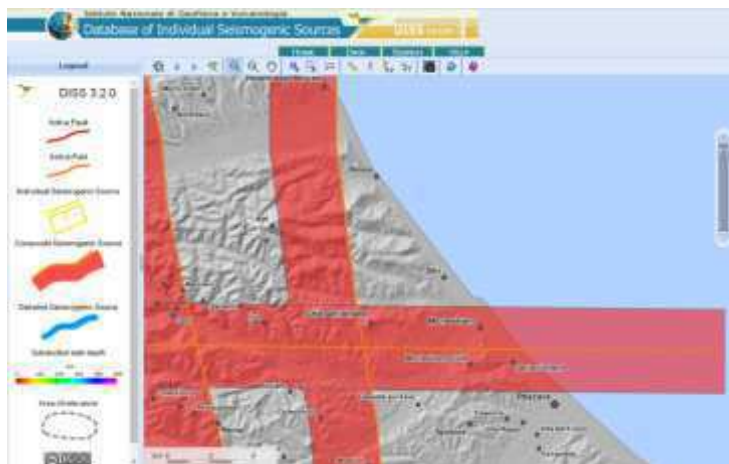


Figura 3.2: Sorgenti sismogenetiche nell'area in esame

3.3 – INDAGINE GEOFISICA

Ai fini della caratterizzazione sismica del sottosuolo sono stati consultati i risultati di una prospezione sismica con metodologia a rifrazione MASW, eseguita dal Geol. Ciabattoni, nel sito in esame.

In riferimento alle norme delle NTC/2018, mediante l'analisi e i risultati dell'indagine, sono forniti i dati per valutare l'effetto della risposta sismica locale.

3.3.1 - Prospezione geosismica

Per poter definire l'assetto strutturale profondo, secondo le ipotesi fatte in base ai soli dati geologici di superficie e per valutare la categoria di suolo in base al DM 14/01/2008, è stata eseguita, dal suddetto geologo una prospezione sismica a rifrazione MASW, che si basano sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde trasversali (onde S) nel sottosuolo al fine di valutare lo spessore delle formazioni, la profondità e litologia di esse.

E' stata disposta una base sismica, come da allegato 2.1, con energizzazione per mezzo di mazza battente da 12 Kg, estendimenti da 46 metri.

Sulla base della distanza tra il punto di scoppio e quello di ricezione e dei sistemi di arrivo dei segnali sismici, si sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si è risaliti, tramite opportuno programma computerizzato di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione. L'interpretazione delle basi sismiche è stata controllata mediante un programma di tracciamento delle dromocrone che, basandosi su un modello del terreno riproduce la forma di esso, come da allegato 3.1.

Le indagini sismiche, hanno portato all'identificazione di un modello del sottosuolo costituito da 5 sismostrati. Il valore calcolato quale media armonica secondo la relazione delle NTC/2018, porta ad una velocità delle onde S dei primi strati di terreno, di $V_s = 435$ m/s, che caratterizza il terreno di classe B, in base alla tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo) delle NTC/2008.

3.4 - PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Nelle NTC/2008 la pericolosità sismica di base di un sito 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, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico al $T = 0$. Inoltre essa è descritta dalla probabilità (P_{VR}) che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_R), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità pari ad un valore prefissato.

In particolare i parametri che caratterizzano il moto sismico su detto sito di riferimento sono funzione della distribuzione sul territorio nazionale e sono rappresentati da:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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;
- le forme spettrali sono caratterizzate da P_{VR} (associate a ciascuno degli stati limite) e V_R della costruzione.

I valori di detti parametri possono essere ricavati direttamente dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), accedendo ad esso con le coordinate geografiche sopra descritte.

3.4.1 – Zonazione sismogenetica

Nella nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni, le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche si innestano sul quadro di evoluzione cinematica Plio-Quaternaria. La ZS9 è corredata, per ogni zona sismogenetica (ZS), da una stima della profondità media dei terremoti (*Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica*, 2004). L'area in esame rientra in zona 918 in tale zonazione sismogenetica, in cui si verificano terremoti per lo più distensivi, con meccanismi anche trascorrenti, che storicamente non hanno raggiunto valori elevati e che hanno profondità epicentrali profonde.

Nella nuova mappa della pericolosità sismica di riferimento dell'INGV, del 28.04.2006 n. 3519, l'area in esame è individuata con il valore $0.125 < a_g < 0.150$, tratto da: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, (fig. 3.3-3.4 e tabella 3.2).

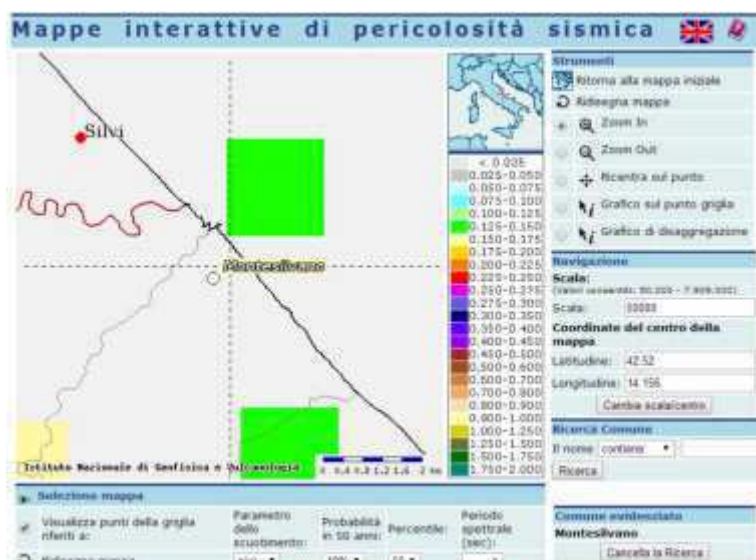


Figura 3.3: Valori di pericolosità sismica secondo l'O.P.C.M. 3519/2006

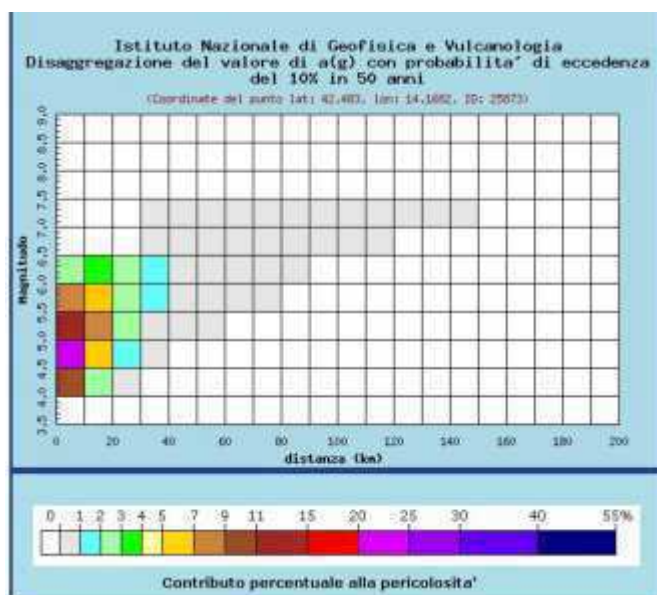


Figura 3.4: Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.483, lon: 14.5682, ID: 25873)											
	Magnitudo											
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0	
0-10	0.000	10.300	20.500	13.000	7.090	2.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
10-20	0.000	2.240	6.970	7.540	6.490	3.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20-30	0.000	0.109	1.050	2.180	2.830	2.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
30-40	0.000	0.000	0.043	0.515	1.260	1.370	0.601	0.412	0.000	0.000	0.000	
40-50	0.000	0.000	0.000	0.043	0.471	0.922	0.986	0.751	0.000	0.000	0.000	
50-60	0.000	0.000	0.000	0.001	0.089	0.440	0.697	0.625	0.000	0.000	0.000	
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.159	0.445	0.465	0.000	0.000	0.000	
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.034	0.254	0.321	0.000	0.000	0.000	
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.123	0.202	0.000	0.000	0.000	
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.110	0.000	0.000	0.000	
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.060	0.000	0.000	0.000	
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.023	0.000	0.000	0.000	
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.300	14.100	0.755

Tabella 3.2: Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

3.5 – RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

Le norme delle NTC 2018, forniscono i criteri generali per la valutazione delle azioni sismiche di progetto a partire da una valutazione della pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, tenendo conto del modello stratigrafico geotecnico e della strategia di progettazione delle opere, come descritto nel precedente capitolo.

Il sisma trasmettendosi dal substrato rigido alla superficie subisce delle modifiche in ampiezza durata e frequenza per effetti stratigrafici e topografici, definite nella Risposta Sismica Locale (RSL). Nello specifico l'area in esame ha coordinate: N 42.503, E 14.128, per l'opera in oggetto si ipotizza una vita nominale $V_n = 50$ anni ed una classe d'uso C_u : II classe, con conseguente vita di riferimento, $V_r = 50$ anni.

In base alle coordinate, si passa all'individuazione della pericolosità del sito, utilizzando il software Spettri NTC, sono stati calcolati i valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* , che rappresentano la pericolosità sismica di base del sito. Con l'utilizzo del software Spettri NTC è stato possibile calcolare i suddetti parametri (figura 3.5) e i grafici degli stati limite (figura 3.6).

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,062	2,467	0,313
SLD	101	0,077	2,466	0,330
SLV	949	0,166	2,493	0,364
SLC	1950	0,239	2,518	0,368

Figura 3.5: principali parametri sismici da software Spettri NTC

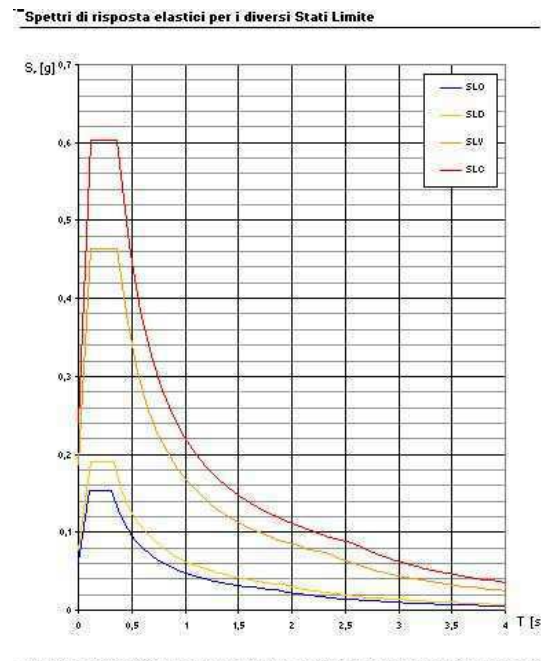


Figura 3.6: grafici degli spettri elastici sismici da software Spettri

Inoltre vengono di seguito forniti i parametri e i grafici utili per la determinazione delle azioni di progetto (fig. 3.7).



Figura 3.7: parametri e grafici per la determinazione dell'azione di progetto da software Spettri NTC

3.5.1 - Amplificazione stratigrafica

Detta amplificazione, legata alla successione litostratigrafica e alle proprietà dei terreni, con il metodo semplificato, è ottenuta sull'individuazione di "categorie di sottosuolo" riportate nelle tabelle 3.2.II e 3.2.III delle NTC/18.

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo è stato prescelto il metodo, raccomandato dalle NTC, della misura diretta della velocità equivalente delle onde di taglio entro i primi trenta metri di profondità delle V_{s30} . Essa è ottenuta, come stabilito dalle NTC, quale media armonica delle velocità (V_s), delle onde nei singoli strati a partire dal piano di posa delle fondazioni.

Nella presente indagine la velocità equivalente è stata determinata in base a prospezioni geofisiche i cui risultati sono riportati nel cap. 3.3.

Da essi il sottosuolo dell'area in esame risulta sismicamente omogeneo e appartenente alla "categoria B", come da tabella 3.2.II delle NTC, con S_s come da tabella 3.2.III.

3.5.2 – Amplificazione topografica

Tale amplificazione è legata alla configurazione topografica del piano di campagna. Essa va attribuita alla concentrazione delle onde sismiche in prossimità delle creste e rilievi a seguito del fenomeno delle riflessioni delle onde.

Adottando il metodo semplificato l'amplificazione topografica viene definita in riferimento alle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC.

Nel caso in esame, caratterizzato da una superficie topografica con inclinazione minore di 15° , l'area rientra nella categoria T1.

Definita la tipologia di sottosuolo e la categoria topografica, l'azione di progetto, relativa ad un suolo di categoria A ed orizzontale viene modificata attraverso i coefficienti S_s , C_c e S_t per riportarlo alle condizioni specifiche del sito. Detti coefficienti sono in relazione allo stato limite considerato.

3.6 - FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

Il fattore di amplificazione (F_a), può essere considerato un parametro che riassume tutte le valutazioni, considerazioni e misurazioni del sito in studio. Esso infatti dipende dalla accelerazione massima di progetto e del bedrock.

Nel calcolo dell'accelerazione massima (ag_{max}), intervengono il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s), quello di amplificazione topografica (S_t) e il fattore di amplificazione iniziale (F_0), che compare nel calcolo di S_s . E' stato considerato, nella consultazione delle tabelle delle NTC/08, un tempo di ritorno di 50 anni con una probabilità di superamento del 10%.

La formula utilizzata per il calcolo del fattore di amplificazione è: **$F_a = ag_{max}/ag$**

Nel calcolo $ag_{max} = ag \times S_s \times S_t$; in cui $S_s = 1.4 - (0.4 \times F_0 \times ag/g)$. In base alle coordinate geografiche, si determinano nell'allegato B delle NTC/08 il valore di accelerazione (ag), ed il fattore di amplificazione spettrale max (F_0).

Nel caso in studio, sono stati assunti i valori di $ag = 0.558$, $F_0 = 2.47$, $S_s = 1.344$ ed $S_t = 1$, pertanto il fattore di amplificazione calcolato risulta: **$F_a = 1.344$** .

3.7 – FREQUENZA DI RISONANZA

Per la valutazione della frequenza di risonanza è stata analizzata l'acquisizione dei dati di campagna della prova eseguita per la caratterizzazione della velocità delle onde sismiche di taglio V_s (sismica a rifrazione - cap. 3.3.1). In essa i geofoni verticali impiegati hanno una frequenza propria di 4.5 Hz, ed entrano in risonanza per determinate frequenze. Le registrazioni ed elaborazioni sono riportate nel precedente capitolo (cap. 3.3.1 all. 3.1). Nella carta delle frequenze allegata alla Microzonazione Sismica, i diagrammi delle indagini HVSR, ricadenti nella zona dell'area in esame, mostrano picchi alla frequenza di 1.4 Hz. La relazione di Okamoto consente di determinare il periodo e la frequenza di risonanza delle alluvioni.

Tale frequenza di risonanza è data da: $Fr = Vs/4H$, ove Vs è la velocità in relazione alla frequenza, H lo spessore dello strato sabbioso limoso. Nel sito in esame la frequenza di risonanza è: $Fr = 329 \text{ (m/s)}/68 \text{ (m)} = 4.84 \text{ Hz}$.

Pertanto al fine di scongiurare il fenomeno della cosiddetta doppia risonanza, la frequenza fondamentale della costruzione dovrà essere convenientemente lontana da tale valore.

3.8 – MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO

Nel territorio comunale di Montesilvano è stato condotto lo studio di Microzonazione Sismica (MZS) di primo livello. Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), allegata al predetto studio, l'area in esame rientra in zona 7: "zona stabile suscettibile di amplificazioni locali", in cui vi sono circa 6 m di limi sabbiosi e sabbie limose da poco a moderatamente consistenti, seguiti da 10 m di ghiaie sabbiose e limi sabbiosi da moderatamente addensate ad addensate, quindi fino a 50 m di profondità limi argillosi e sabbiosi da poco a moderatamente consistenti. Inoltre il sito rientra in una "zona che necessita di approfondimenti per verifica di instabilità per liquefazione (all. 3.2).

Dalle indagini geosismiche e rilievi svolti, risulta che la segnalata suscettibilità all'amplificazione locale delle onde sismiche non inciderà, in caso di sisma, in maniera compromettente sulle opere in progetto, perché la morfologia del sito non è particolarmente predisponente ad amplificazione delle onde sismiche.

Per effetto della disaggregazione il valore a_g , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni può raggiungere la magnitudo massima di 5.3 Richter, in base ai grafici di disaggregazione dell'INGV.

3.9 – VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Come precedentemente detto l'area in esame rientra in una "zona in cui è necessario un approfondimento per l'instabilità alla liquefazione" (all. 3.3).

La liquefazione è un fenomeno per cui, in conseguenza dell'applicazione di azioni dinamiche, quali le azioni sismiche, agenti in condizioni non drenate, un terreno perde la propria resistenza al taglio. Nel rispetto delle NTC e da quanto riportato su "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", a cura del Dipartimento di Protezione Civile, ai fini della progettazione è importante valutare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione che deve essere accertato in base alla possibilità di concomitanza di fattori scatenanti (caratteristiche dei terremoti attesi) e predisponenti (suscettibilità dei terreni). La probabilità che un deposito incoerente, costituito da terreni sabbiosi saturi di bassa densità, raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende prevalentemente dalle proprietà geotecniche, dallo stato di addensamento del deposito, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche (caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata) e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale, tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. La probabilità che in terreni sabbiosi saturi si manifesti la liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni, in base alle NTC/2018, la verifica alla propensione alla liquefazione:

- 1 evento sismico atteso al sito di magnitudo inferiore a 5;
- 2 accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- 3 profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c.;
- 4 depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 5 distribuzione granulometrica esterna a determinate zone indicate in curve granulometriche.

Nell'area in studio, storicamente non si sono registrati valori di magnitudo superiore a 5. Nel predetto studio si evidenzia che per effetto della disaggregazione, ovvero il contributo di diverse sorgenti sismiche che contribuiscono alla pericolosità sismica di un sito, si hanno valori medi della Magnitudo $M = 5.30$.

Nello studio di MZS per il Comune di Montesilvano, viene prescritto, nelle zone suscettibili alla liquefazione, la necessità di approfondimento per la verifica di detta instabilità. Pertanto viene eseguita la verifica della suscettibilità alla liquefazione.

E' stato scelto l'approccio che permette di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un fattore di sicurezza (F_s), dato dal rapporto fra la R , resistenza del terreno agli sforzi di taglio e T , sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, ossia $F_s = R/T$, secondo la formula di Andrus-Stokoe (1997). Quando $F_s < 1,25$ il deposito è suscettibile alla liquefazione. Dalla verifica in oggetto è stata analizzata, con l'utilizzo di un foglio di calcolo visibile nell'allegato 3.3, risulta **$F_s = 2.21$** , confermata anche dalla verifica eseguita dal Geol. Ciabattini nella sua indagine (all. 3.4).

Pertanto i terreni dell'intero deposito possono essere considerati **non liquefacibili**, essendo superiore al minimo valore della normativa (1.25).

4 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente indagine geologica, geotecnica e geosismica, ha permesso di definire la situazione litostratigrafica e litotecnica dell'area interessata dal progetto per realizzare una tettoia in carpenteria metallica, da adibire ad impianto di recupero di olii vegetali esausti, in Via Danubio, nel Comune di Montesilvano (PE), per conto della Ditta Adriatica Oli S.r.l.

In base al modello geotecnico del sottosuolo (cap. 2.3), sono stati riscontrati:


- limo sabbioso passante a sabbie con livelli limosi-argillosi e inclusioni di ghiaietto e strati di ghiaia; lo spessore di tali terreni è di circa 30 m; al disotto è presente la formazione di base costituita da limi argillosi sabbiosi, di notevole spessore; la falda idrica è stata riscontrata a circa m 7 di profondità;
- le caratteristiche geotecniche dei terreni per un volume significativo indicano terreni sabbiosi addensati, dei quali è stata analizzata la capacità portante quale orientamento per le verifiche agli stati limite;
- le opere in progetto sono consentite nell'ambito dei carichi trasmessi in fondazione, come da analisi della capacità portante svolta (cap. 2.4.1, all. 2.6-2.7-2.8).
- in base alla caratterizzazione geologica del sito, in riferimento all'opera, non si registrano stati di pericolosità; né sono stati valutati fenomeni di instabilità;
- nella zona ove si estende l'area in esame, in base al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), non si registrano stati di pericolosità e rischi (all. 1.4-1.5);
- nella carta del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA), il sito non rientra in aree a pericolosità alluvioni (all. 1.6).

In base all'Ordinanza del P.R. n° 3274 del 20/03/2003, l'area ricade in zona di sismicità 3; nella Relazione sulla modellazione e pericolosità sismica del sito (cap. 3), sono riportati i dati per l'analisi dell'azione e risposta sismica di progetto.

Questo Studio resta a disposizione per ulteriori chiarimenti e verifiche.




Allegato 1.1 Stralcio corografico
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

 Area in esame




stralcio corografico non in scala

Allegato 1.2 Stralcio carta geologica
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

 Area in esame

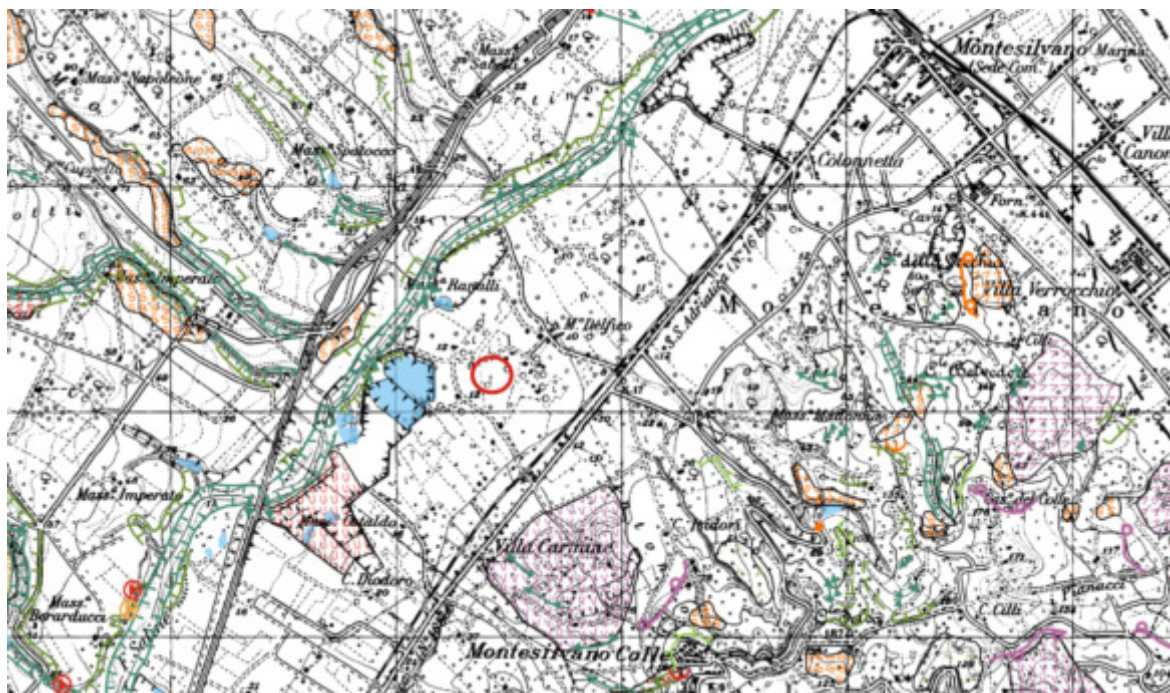


stralcio carta geologica (foglio 141-Pescara) non in scala

 1t: depositi fluviali e alluvionali terrazzati (*Olocene-Pleistocene sup.*).

Allegato 1.3 Stralcio carta geomorfologica del PAI
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)


○ Area in esame

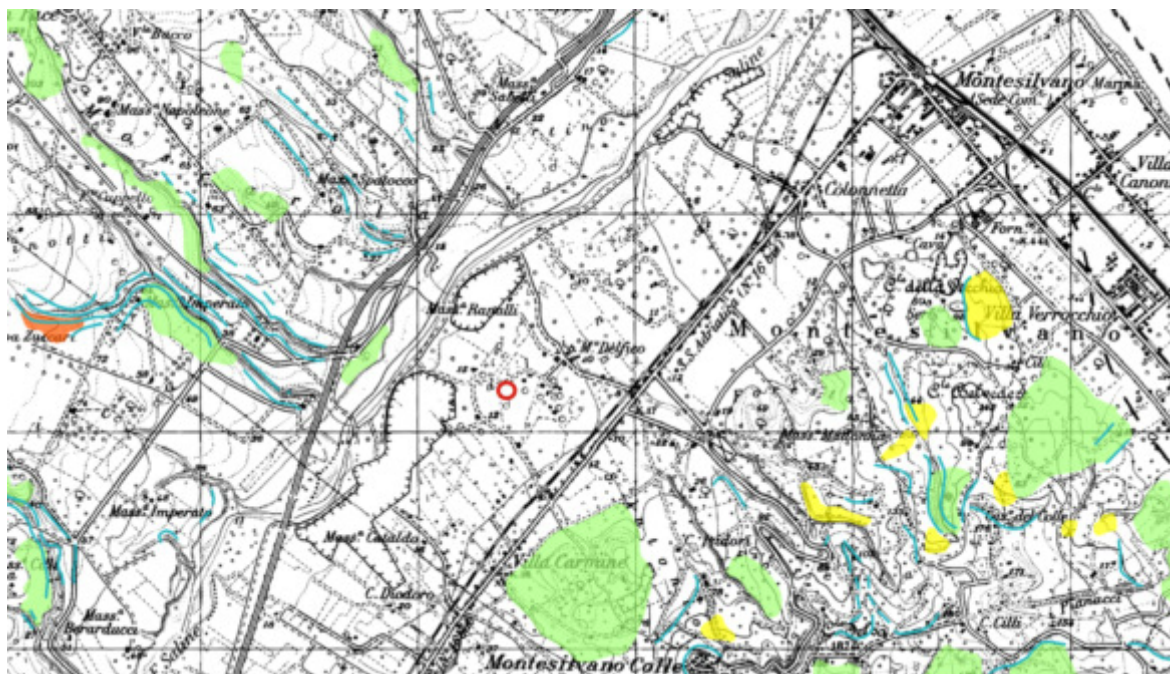


stralcio carta geomorfologica del PAI non in scala

	STATO DI ATTIVITA'		
	ATTIVO	QUESCENTE	NON ATTIVO
Olio di scarpata di degradazione allo il frana			
Trincea o fessura			
Fessura di trazione			
Scarpata molto recente, interrotta da deformazioni profonde			
Trincea interrotta da deformazioni superficiali lente			
Corpi di frana di crollo e ribaltamento			
Corpi di frana di scorrimento per traslazione o rotazione			
Corpi di frana di colamento			
Corpi di frana di genesi complessa (ricchi i fenomeni di trasporto in massa)			
Prossima frana o gruppo di piccole frane non rivasate			
Corrispondenza significativa nel corpo di frana			
Olio di scarpata di erosione fluviale transitoria			
Alture con erosione laterale o quando in accrescere			
Alture con tendenza all'approfondimento			
Salco di trasformazione concitata			
Superficie a calcoli e forme conici			
Superficie con forme di alluvione predominante attive			
Superficie con forme di alluvione predominante inattive			
Conoidi alluvionali			
Coni di origine mista			
Depressioni palustre			

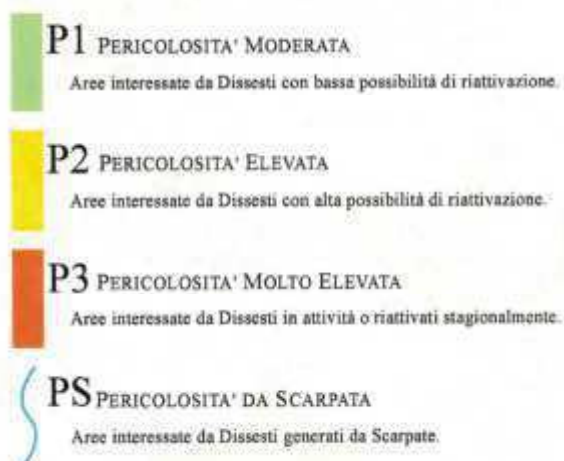
Allegato 1.4 Stralcio carta delle pericolosità del PAI
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

 Area in esame




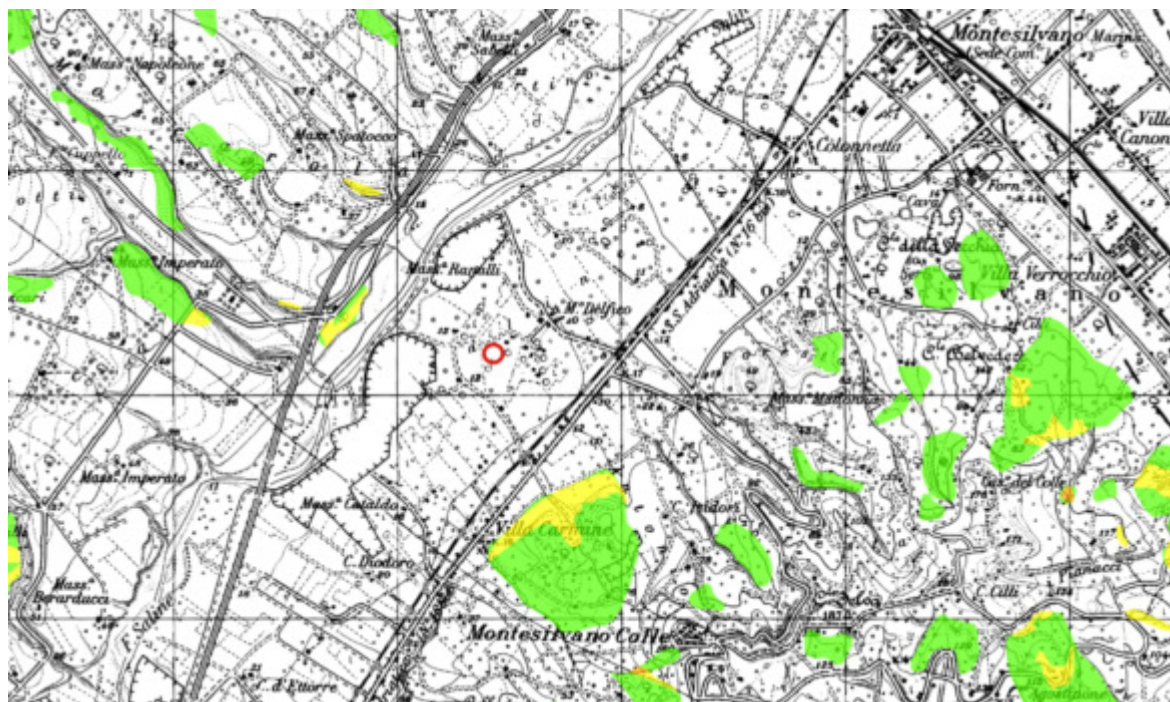
stralcio carta delle pericolosità del PAI non in scala

CLASSI DI PERICOLOSITA'



Allegato 1.5 Stralcio carta dei rischi del PAI
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)


 Area in esame

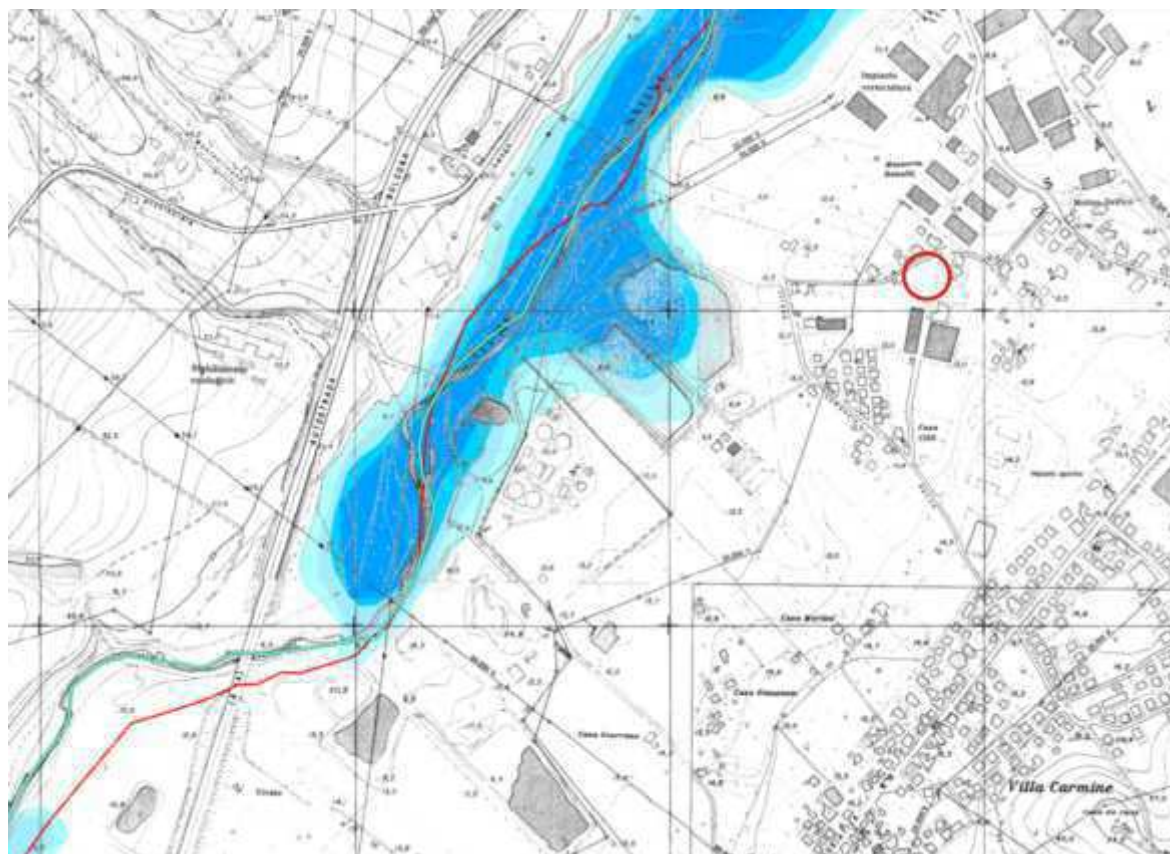


stralcio carta delle pericolosità del PAI non in scala



Allegato 1.6 Stralcio carta delle pericolosità del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

 Area in esame



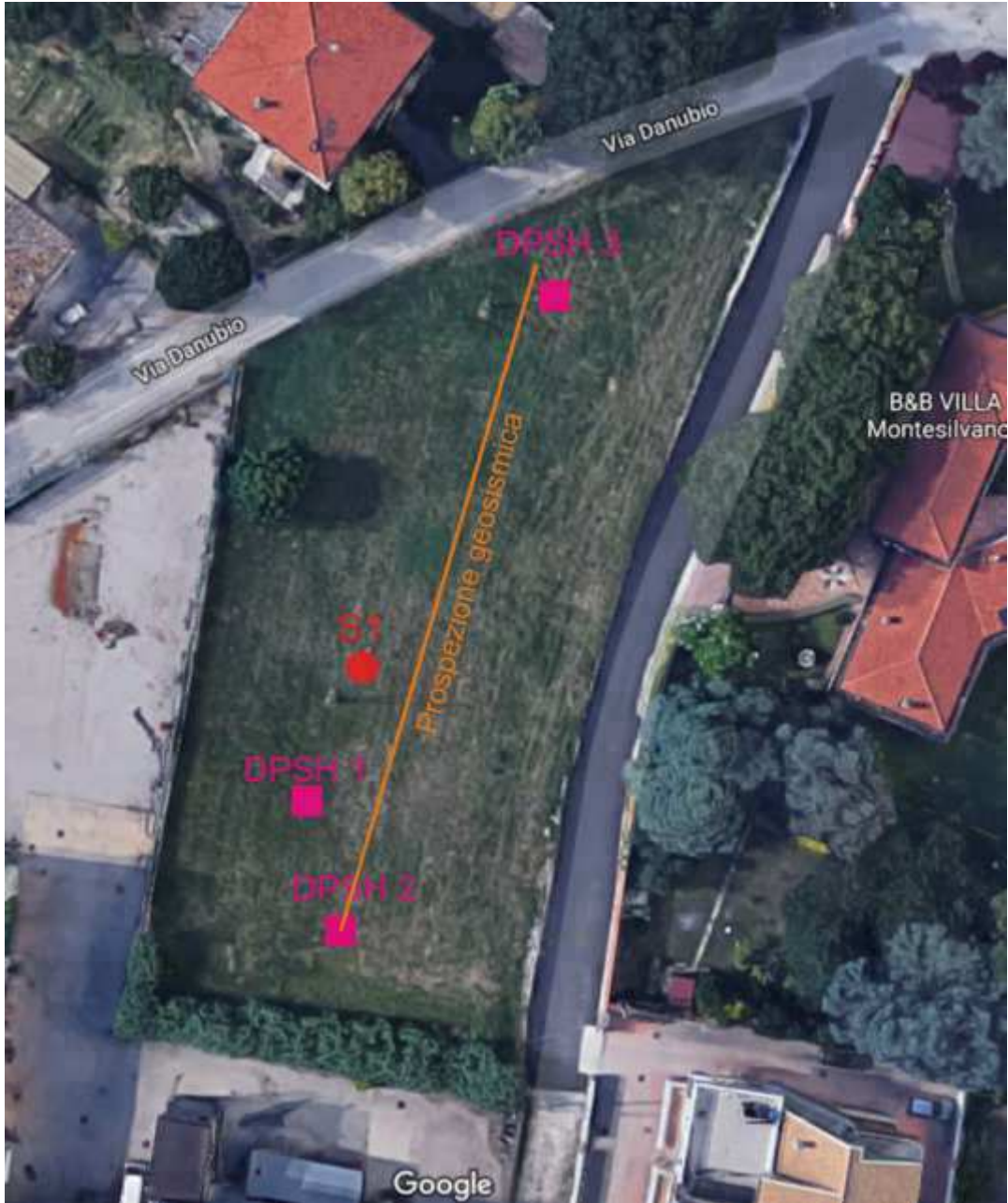
stralcio carta delle pericolosità del PAI non in scala

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{m}$ $v_{50} > 1\text{m/s}$	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ $h_{100} > 1\text{m}$ $v_{100} > 1\text{m/s}$	
	Pericolosità media $h_{100} > 0\text{m}$	
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{m}$	

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica

Allegato 2.1 Stralcio planimetrico con ubicazione prove geognostiche
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)



stralcio planimetrico non in scala

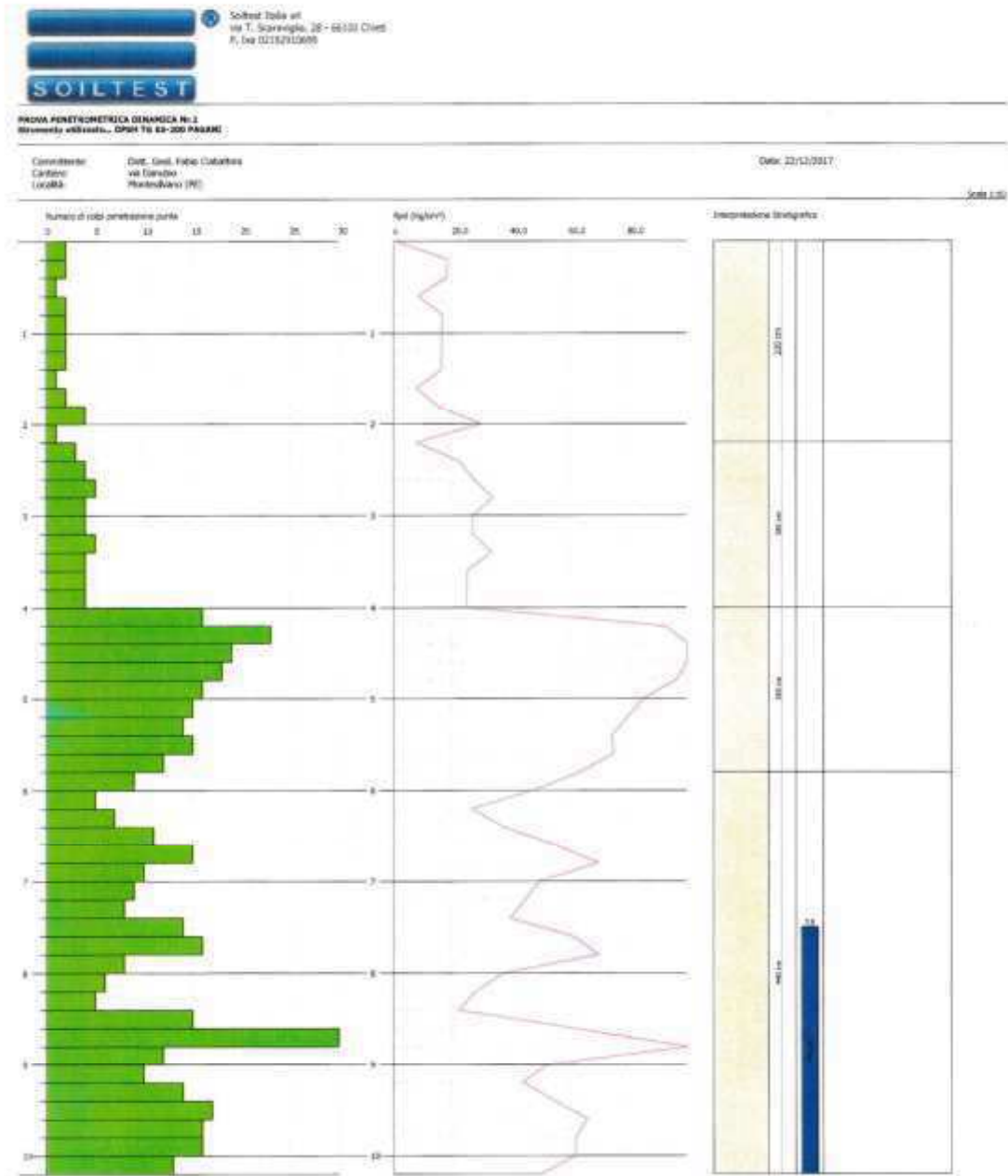
- S: sondaggio geognostico
- P: prove penetrometriche
- Prospezione geosismica

Allegato 2.2

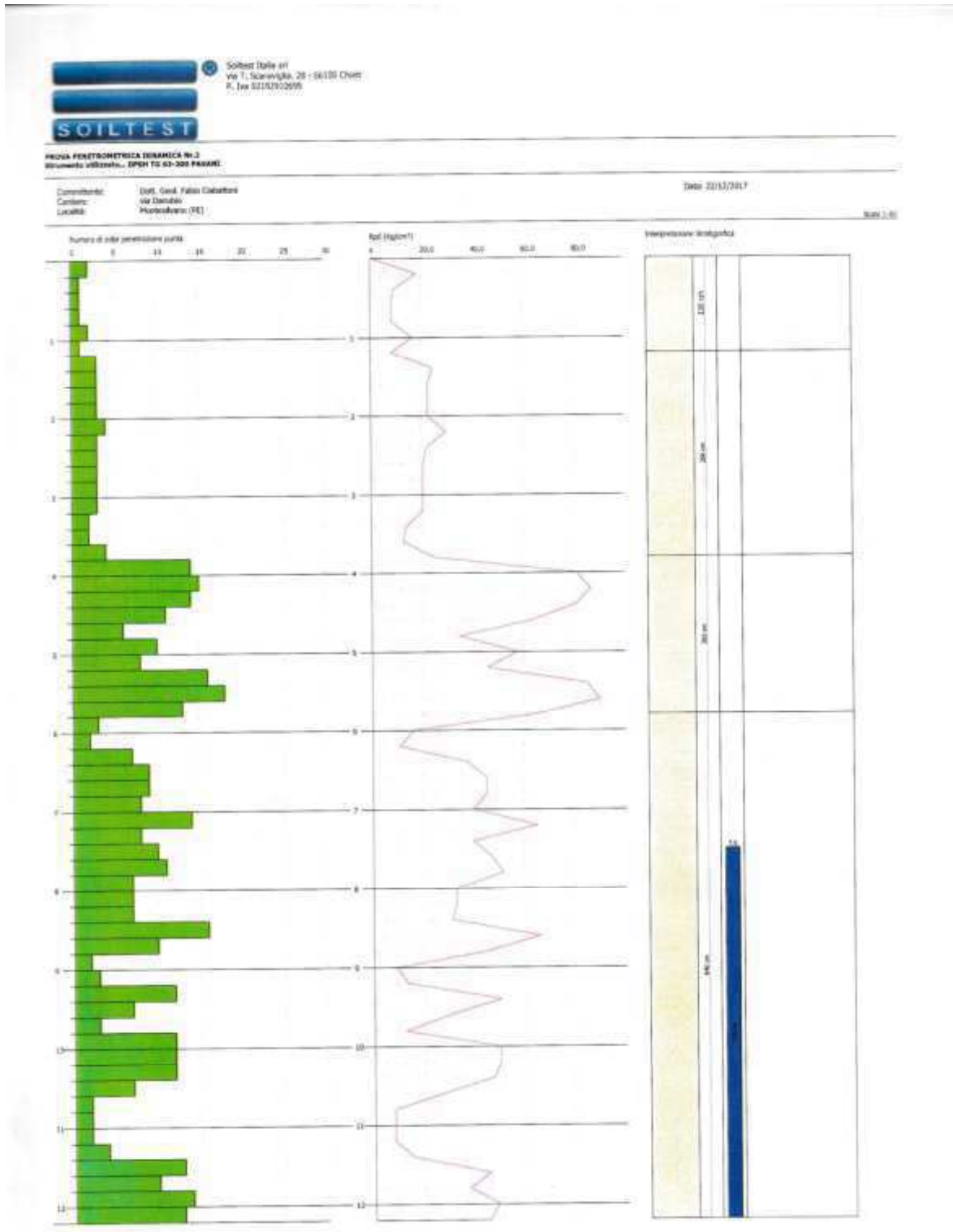
Committente:	Adriatica O&G	Stratigrafia:	S1
Contesto:	Progetto per realizzare un impianto di recupero di vegetali esausti	Metodo di perforazione:	sand. a carotaggio continuo
Località:	Via Danubio - Montebelluna (PC)	Nota:	livello falda incontrato a m. 7
Data della prova:	03/04/2018	Scala:	1:100

Prof. (m)	Potenza Stato	FORMAZIONI ATTRAVERSE		S cm	T kg/cm ²	W _p %	γ _s g/cm ³	C _u MPa	α ₁ gradi	SPT	
		STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA							profond. h (m)	colpi n°
1,00	1,00		terreno vegetale e riporto								
3,60	2,60		limo sabbioso scuro								
10,00	6,70		sabbia fine giallastra con livelli di sabbia limosa								

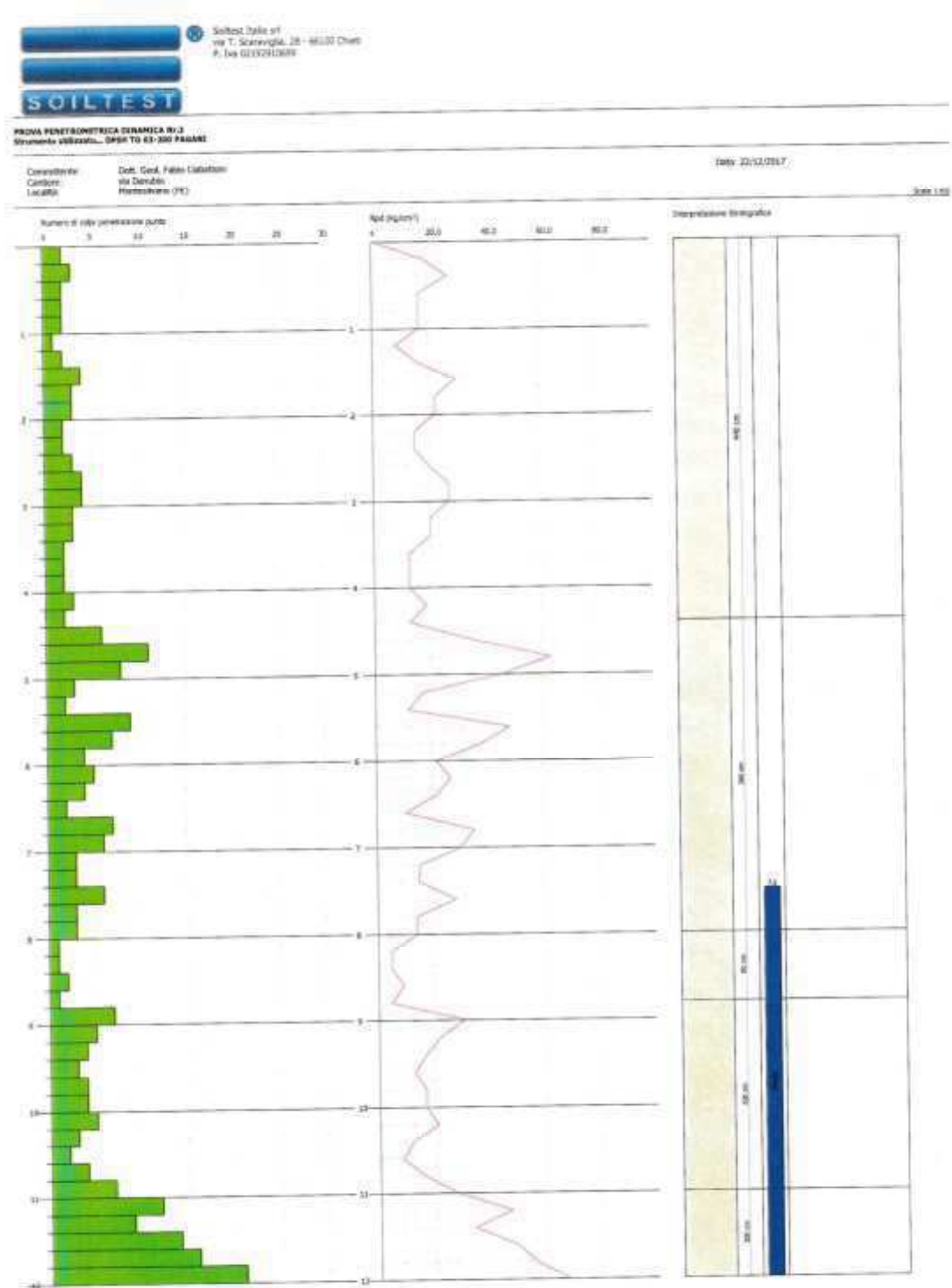
Allegato 2.3 Risultati prova penetrometrica DPSH 1 della Soiltest
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)



Allegato 2.4 Risultati prova penetrometrica DPSH 2 della Soiltest
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)



Allegato 2.5 Risultati prova penetrometrica DPSH 3 della Soiltest
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)



Allegato 2.6 Analisi della capacità portante fondazione a plinti collegati
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DA PROVA SPT o SCPT

Elaborazione valida per:
 Fondazione a plinto quadrato
 Profondità di appoggio (m): 2,50
 Quota falda dall'appoggio (m): 7,00
 Carico Verticale (kN) : non noto
 Momento (kNm) : non noto
 Forza di Taglio alla base (kN): non nota
 Inclinazione dell'appoggio (°): nulla
 Inclinazione del pendio (°): nulla
 Zona sismica con coefficiente sismico: 0,00
 Valore di N rappresentativo del terreno di fondazione: 10

FORMULA RISOLUTIVA (Brinch-Hansen e Vesic)

$$q_{lim} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_g \cdot s_g \cdot d_g \cdot r_b \cdot i_g \cdot b_g \cdot g_g$$

N_q, N_g = Fattori di capacità portante
 s_q, s_g = Fattori di forma
 d_q, d_g = Fattori di profondità
 r_b = Fattore di larghezza di Bowles
 i_q, i_g, b_q, b_g, g_q, g_g = Fattori di inclinazione
 q = γ · d_f
 γ = Peso di volume
 d_f = Profondità d'imposta

RISULTATI

Parametri di calcolo

B	gamma	phi_o	phi_s
2,2	18,4	27,2	27,2
2,2	18,4	27,2	27,2
2,2	18,4	27,2	27,2
2,2	18,4	27,2	27,2
2,2	18,4	27,2	27,2
2,2	18,4	27,2	27,2

phi_o = angolo d'attrito da N
 phi_s = angolo d'attrito in sisma

Fattori di capacita' portante, di profondita' e di forma

B	Nq	Ng	dq	sq	dg	sg	rb
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99
2,2	13,5	11,2	1,26	1,51	1,00	0,60	0,99

Fattori di inclinazione (i=carico ; b=appoggio ; g=pendio)

B	iq	ig	bq	bg	gq	gg
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

CAPACITA' PORTANTE

B (m)	Ql	Qa	Qc
2,2	1323,2	441,1	107,3
2,2	1323,2	441,1	107,3
2,2	1323,2	441,1	107,3
2,2	1323,2	441,1	107,3
2,2	1323,2	441,1	107,3
2,2	1323,2	441,1	107,3

Ql = capacita' portante limite (kPa)

Qa = capacita' portante ammissibile (kPa) con Fattore di Sicurezza = 3

Qc = capacita' portante ammissibile (kPa) per un cedimento di 25 mm. (Carico centrato - non sismico)

Allegato 2.7 Analisi dei cedimenti fondazione a plinti collegati
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

ANALISI DEI CEDIMENTI da Prova SCPT

Metodo di Burland-Burbridge

Larghezza della fondazione (m): 2,2

Lunghezza della fondazione (m): 2,2

Profondita' d'imposta (m): 2,5

Carico di tipo statico

Probabilita' di stima del valore del cedimento (%): 80,0

Profondita' d'influenza: 4,2

Indice di Compressibilità: 0,14053

Fattore di forma: 1,00

Fattore reologico: 1,46

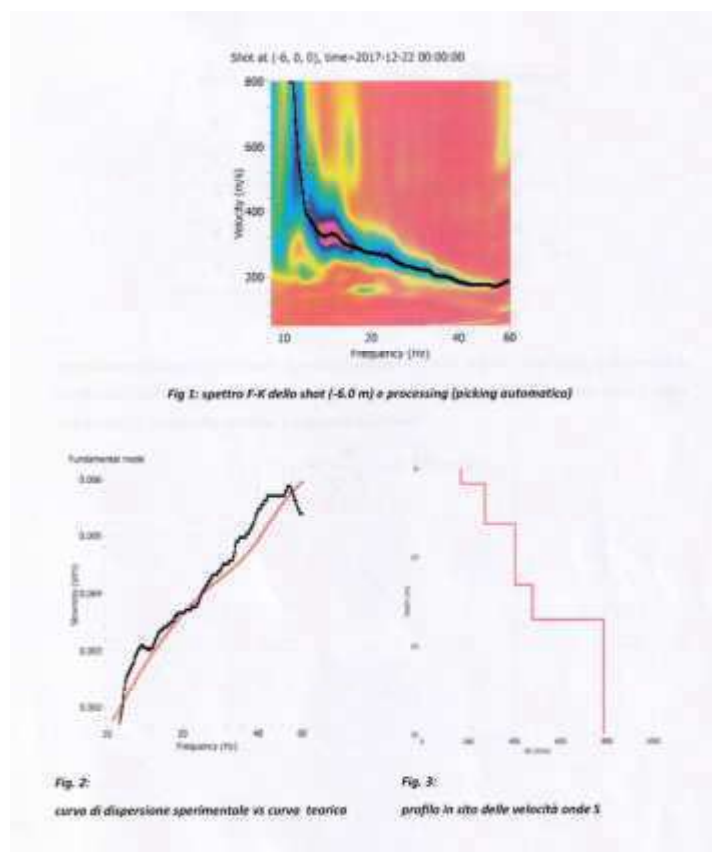
Fattore strato compressibile: 1,00

RISULTATI

Carico (kPa)	Cedimento immediato (cm)	Cedimento a 20 anni (cm)
50	1,6	2,4
100	2,8	4,1
150	4,0	5,9
200	5,3	7,7
250	6,5	9,5
300	7,7	11,3
350	8,9	13,1
400	10,1	14,9

Allegato 2.8 Analisi della capacità portante e dei cedimenti fondazione a platea
Committente: Adriatica Oli S.r.l.
Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

Allegato 3.1 Elaborazioni e risultati della prova geofisica eseguita dalla Soiltest
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)



Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1,7	167
2	1,7	4,5	269
3	6,2	6,8	400
4	13	4	478
5	17	>13	785

Tab. modello sismostratigrafico

Al fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

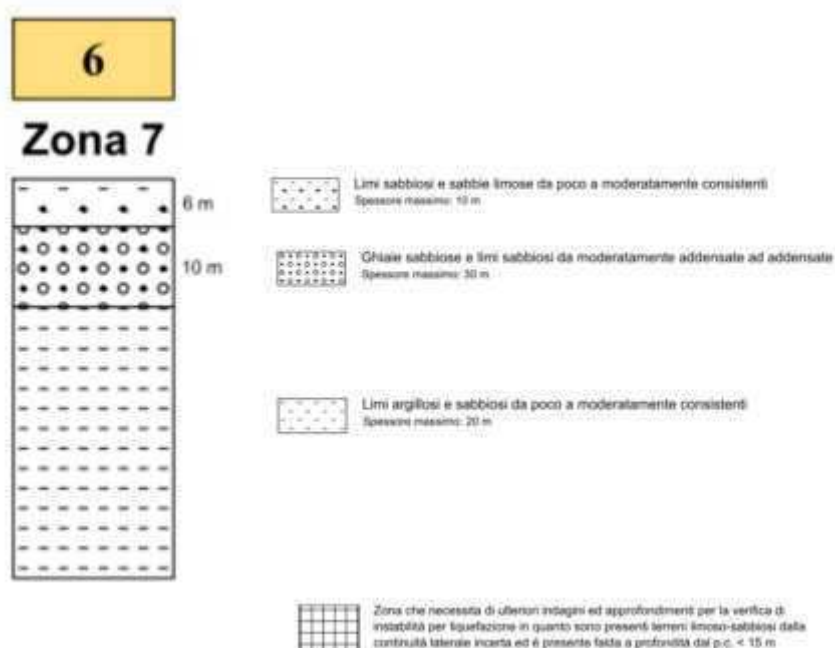
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} = 435,8 \text{ m/s}$$

Allegato 3.2 Stralcio carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

○ Area in esame



stralcio carta delle MOPS non in scala



Allegato 3.3 Calcolo fattore di sicurezza per la verifica alla liquefazione
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE															
(da prove sismiche a rifrazione)															
Metodo semplificato															
Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato															
PARAMETRI:															
γ	=	1,8	g/cm ³	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> R= Resistenza al taglio mobilità T= Sforzo di taglio indotto dal sisma FC= Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia V_s= Velocità dell'onda di taglio S </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$FC < 5\%$</td> <td>$FC = 20\%$</td> <td>$FC > 35\%$</td> </tr> <tr> <td>220</td> <td>210</td> <td>200</td> </tr> </table>						$FC < 5\%$	$FC = 20\%$	$FC > 35\%$	220	210	200
$FC < 5\%$	$FC = 20\%$	$FC > 35\%$													
220	210	200													
σ_{vo}	=	3,06	kg/cm ²												
σ'_{vo}	=	2,06	kg/cm ²												
profondità della prova	=	1700	cm												
profondità falda	=	700	cm												
γ_{sdc}	=	1	g/cm ³												
Pressione neutra	=	1	kg/cm ²												
z	=	17	m												
V_s	=	195	m/s												
V_{s1c}	=		m/s												
V_{s1}	=	162,77													
M	=	5,3													
MSF	=	3,14	se $M \leq 7,5$												
	=	2,43	se $M > 7,5$												
FORMULE:				RISULTATI:											
V_{s1}	=	$V_s (11 \sigma_{vo})^{0,25}$				162,77		V_{s1}							
R	=	$0,03 \cdot (V_{s1}/100)^2 \cdot (0,9/(V_{s1c} - V_{s1})) \cdot (0,9/V_{s1c})$		=	0,094248798		R								
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo})) \cdot r_d \cdot 1/MSF$		se $M \leq 7,5$	0,042507809		$T_{MS7,5}$								
				se $M > 7,5$	0,054980255		$T_{MP7,5}$								
a_{max}/g	=	0,15													
r_d	=	0,923													
$F_s = R/T$	>	1		se $M \leq 7,5$	2,217211364		Verificato F_s								
				se $M > 7,5$	1,714229917		Verificato F_s								

Allegato 3.4 Calcolo fattore di sicurezza per la verifica alla liquefazione eseguita dal Geol. Ciabattoni
 Committente: Adriatica Oli S.r.l.
 Cantiere: Progetto per realizzare un impianto di recupero olii vegetali esausti
 Località: Via Danubio – Montesilvano (PE)

• **METODO DI CALCOLO SEMPLIFICATO DA PROVE SISMICHE**
 (Teoria di Andrus e Stokoe, 2000)

DATI INPUT:

Hfalda = 7,5 m.

amax/g = 0,223

Mw = 5,31

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (DA PROVE SISMICHE) METODO DI ANDRUS E STOKOE (2000)						
FORMULE:		RESULTS				
$F_{s1} = \frac{1}{\sigma'_{v0}} \left(\frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0} + \frac{1}{2} \frac{\sigma'_{v0}}{V_{u0}}} \right)^{2.8} \left(\frac{1}{\sigma'_{v0}} \right)^{2.8}$	Spessore	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO	
		1,7	4,5	6,8	4	
$CRR = 0,022 \left(\frac{K_s \cdot V_{u0}}{100} \right)^{2.8} \left(\frac{2.8}{(V_{u0} - K_s \cdot V_{u0}) \cdot V_{u0}} \right)^{2.8}$	F_{s1}	233,089	287,475	349,030	392,708	
	CRR	0,102	0,175	0,116	0,176	
	Mw = 5,31	CSR	0,046	0,044	0,051	0,048
r_d		0,99	0,95	0,83	0,72	
1 < $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5,31	F_s	2,231	3,956	2,294	3,669
			Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
1,25 < $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5,31	F_s (NTC08)	2,231	3,956	2,294	3,669
			Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)		Molto Basso				
PROBABILITA' di Liquefazione (Jiang et al., 2001) [P, %]		0,00	0,00	0,02	0,00	
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Jiang et al., 2001)		Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	

