

Comune di PORCIA
Regione Friuli Venezia Giulia

PROGETTO PER AMPLIAMENTO DI FABBRICATO INDUSTRIALE
CON REALIZZAZIONE DI NUOVO PARCHEGGIO

c.so Italia 55 - COMEC

RELAZIONE
GEOLOGICO -TECNICA

- D.M. 17.01.2018 - Circolare 21.01.2019 -



A handwritten signature in black ink that reads "Mario Fogato".

Relatore : dott. M. FOGATO

PREMESSA

In ottemperanza ai provvedimenti normativi che regolano le competenze in materia edilizia , "Modellazione geologica del sito" D.M. 14.01.2018, si è proceduto alla classificazione sismica dei terreni presenti in zona, sulla base delle loro caratteristiche geotecniche, caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e la pericolosità geologica del territorio entro i 30m dal p.c.

Si richiamano i dati a disposizione ricavati dai vari Studi Geologico-geotecnici a supporto dei PRGC e di numerosi progetti eseguiti in zona; in particolare si è scavata una trincea spinta a -4,5m ed è stata effettuata una prospezione HVRS.

Nella C.T.R. numerico della regione Friuli Venezia Giulia l'area si trova nel foglio in scala 1:5000 , 085043 PORCIA.

II QUADRO NORMATIVO

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A)".

L.R. 07.11.2003 n. 27 art. 66, Indicazioni generali per uniformare le procedure di deposito dei progetti in zona sismica 2 e nei Comuni o parti del loro territorio interessati da opere di consolidamento degli abitati.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicata nel Supplemento n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 del 08/05/2003) modificata con ordinanza 3316 e 3431.

Testo ordinanza in 4 articoli:

- Allegato 1: Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - Individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

- Allegato 2: Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

- Allegato 3: Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti.

- Allegato 4: Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

Ordinanza P.C.M. n. 3316 del 2 ottobre 2003. "Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003".

O.P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431 "Ulteriori modifiche ed integrazioni all'O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica».

Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006) Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006).

Direttiva Pres. Cons. Min. del 12 ottobre 2007 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 24 del 29.01.2008 suppl. ord. n. 25).

Norme Tecniche per le Costruzioni - Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008) e relativa Circolare esplicativa. Con la pubblicazione delle NTC08 vengono recepite molte delle indicazioni normative precedenti e riordinate in un unico codice.

Principali Norme Tecniche di riferimento:

- Capitolo 3 Azioni sulle costruzioni, §3.2 Azione sismica.
- Capitolo 8 Costruzioni esistenti, §8.7 Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche.
- Allegato A: Pericolosità sismica.
- Allegato B: Tabelle che definiscono l'azione sismica nel territorio italiano.
- Capitolo 7 Progettazione per azioni sismiche (strutture nuove).

DGRV n. 3308 del 04/11/2008 "Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica" e successivo DM 2018.

Decreto n. 69/2010 "Linee guida per la realizzazione dello studio di compatibilità sismica per i Piani di Assetto del Territorio Comunali e Intercomunali"

CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO

Estratto dal § 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche (NTC2008):
«Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel

§ 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.11 e 3.2.III).

	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s. eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{10} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u, 30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $SSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u, 30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La normativa sismica vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni) impone, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, la stima del fattore di amplificazione dell'energia sismica causato dai diversi terreni in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali).

Da un punto di vista teorico i valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale. In mancanza di tali studi la normativa vigente definisce cinque (A, B, C, D, E) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità V_{s30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di

taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti.

V_{S30} è definita come la velocità media di propagazione nei primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata secondo l'espressione analitica data dalla (1).

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N h_i V_i};$$

Per classificare il suolo di fondazione è quindi necessario misurare il parametro V_{S30} . Questo parametro può essere misurato con misure sismiche di superficie oppure con misure sismiche in foro. La normativa consente anche di utilizzare una correlazione empirica tra numero di colpi della prova SPT in fori di sondaggio ed il valore della V_{S30} .

GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

Dal punto di vista geomorfologico l'area è situata nella parte meridionale della cosiddetta alta pianura a ridosso della linea delle risorgive. Tutta la pianura pordenonese appartiene all'enorme conoide alluvionale formato dall'intersecazione dei conoidi del torrente Cellina e torrente Meduna ad occidente e da quello del fiume Tagliamento nella parte Est. E' costituita da un imponente materasso alluvionale che si è depositato durante il Würmiano e il Postglaciale. Durante il Würmiano (fase di espansione glaciale) i corsi d'acqua che traevano origine dalla fusione dei ghiacciai deponevano gli abbondanti materiali che trasportavano, costituendo ampie conoidi di deiezione che con l'andar del tempo si sono saldate fra di loro. In prossimità dei rilievi montuosi venivano e vengono depositati sedimenti grossolani che progressivamente, perdendo le acque energia, passano a ghiaio, sabbia e successivamente limi e argille. L'insieme delle informazioni stratigrafiche ottenute dai diversi studi effettuati in precedenza confermano la presenza di una copertura di terreno ghiaioso-sabbioso a varia densità .

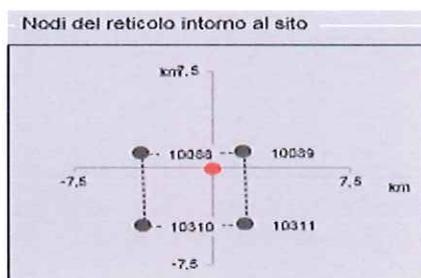
PARAMETRI SISMICI

Secondo la zonazione sismica del territorio nazionale (OPCM 3519 del 28 aprile 2006), recepita dalla Regione Friuli Venezia Giulia con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 845 del 6 maggio 2010 (BUR n. 20 del 19 maggio 2010), il Comune di ricade nella seguente zona sismica:

“zona sismica2”, con a_g compreso tra 0,175 e 0,25

Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.

Coordinate ED50: Latitudine 45.968362 Longitudine 12.603968



Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

- $\{$ SLO - $P_{VR} = 81\%$
- $\{$ SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU

- $\{$ SLV - $P_{VR} = 10\%$
- $\{$ SLC - $P_{VR} = 5\%$

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

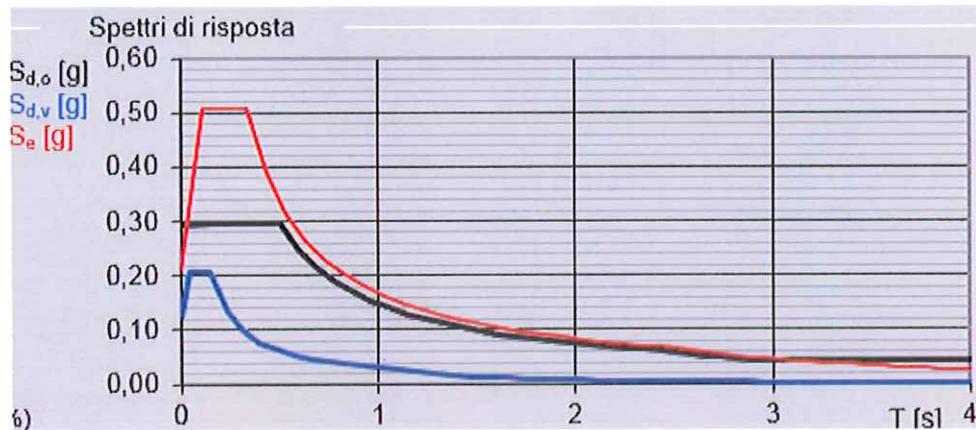
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,461	0,233
SLD	50	0,073	2,458	0,262
SLV	475	0,207	2,434	0,330
SLC	975	0,276	2,462	0,345

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica
Categoria di sottosuolo **B** info $S_s = 1,199$ $C_o = 1,373$ info
Categoria topografica **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s **3** Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale
Spettro di progetto Fattore q **1,5** $\eta = 0,667$ info



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0,207 g
F_o	2,434
T_o	0,330 s
S_s	1,199
C_o	1,373
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,199
η	0,417
T_a	0,151 s
T_c	0,454 s
T_b	2,428 s

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

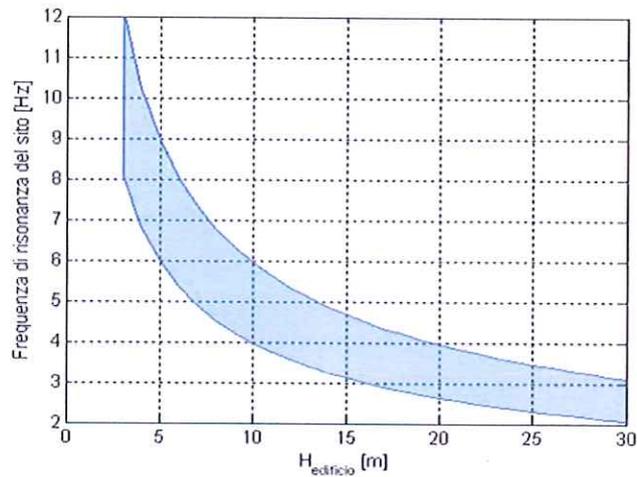
STATO LIMITE	SLV
a_{sv}	0,127 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_F	0,050 s
T_c	0,150 s
T_0	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,435
S	1,000
η	0,667

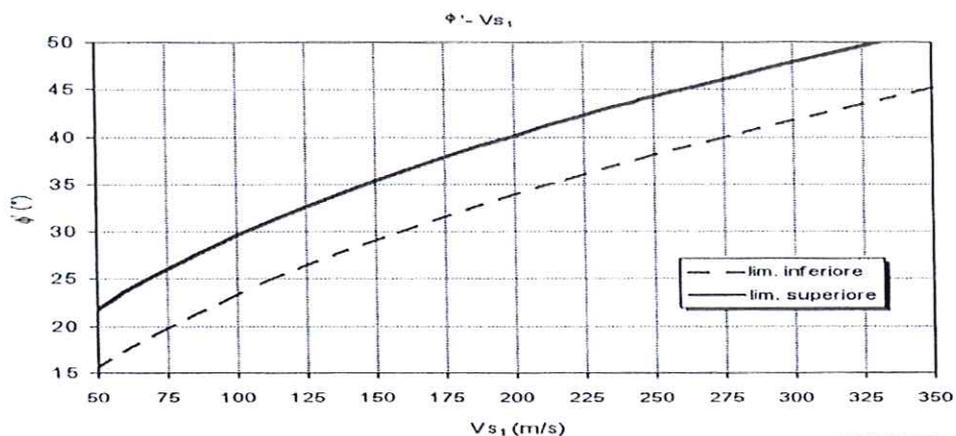
Dai dati a disposizione sulla vulnerabilità sismica si osserva che nel campo di frequenze di interesse ingegneristico (Hz 1-15), gli stessi mostrano genericamente delle risonanze importanti tra Hz 3 e 4.

Nella figura di seguito riportata vengono messe in relazione le frequenze di risonanza del sottosuolo con l'altezza degli edifici che si renderebbero maggiormente vulnerabili per doppia risonanza terreno-struttura in caso di terremoto. La curva vale per edifici standard in c.a. (cfr. Masi *et al.*, 2007).



L'unica correlazione reperita nella letteratura per il calcolo dell'angolo di resistenza al taglio direttamente in funzione di V_{S1} , valore normalizzato per la pressione litostatica, è ripresa da Uzielli *et al.* (2013)¹ e Mayne (2014)² e consente di definire il range dei valori di picco:

- limite superiore $\varphi^* = 3,9 \cdot V_{S1}^{0,44}$
- limite inferiore $\varphi^* = (3,9 \cdot V_{S1}^{0,44}) - 6,2$



RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'attuale normativa antisismica intende fornire una base quantitativa per la classificazione dei suoli in termini di effetti di sito. Il parametro chiave di questa base quantitativa è la velocità equivalente ($V_{s,eq}$) delle onde di taglio S; laddove il substrato abbia profondità superiore a 30 m, la velocità $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$.

La metodologia adottata della misura a stazione singola del tremore sismico, attraverso i rapporti spettrali, porta alla misura immediata della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo: le misure di microtremore a stazione singola, opportunamente invertite, permettono di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia superficiale che il $V_{s,eq}$.

Essendo il suolo assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile pertanto misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto. Queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche e dalla morfologia attorno al punto di misura. La risposta del suolo può essere studiata in questa maniera utilizzando come funzione di eccitazione il rumore sismico di fondo.

Gli effetti di sito sono amplificazioni locali delle onde sismiche dovute a particolari condizioni geologiche e topografiche. Se la frequenza di risonanza del suolo coincide con quella delle strutture, si produce un'amplificazione molto elevata delle onde sismiche e vengono indotte sollecitazioni con forte potere distruttivo (fenomeno della *doppia risonanza*).

Metodologia adottata e strumentazione utilizzata

La metodologia HVSR, adottata nel presente lavoro, è una tecnica di tipo passivo dal momento che sfrutta il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento...), dall'attività dinamica terrestre e dall'attività antropica (microtremori).

Ad ogni frequenza di risonanza rilevata corrisponde una variazione apprezzabile dei parametri elastici del sottosuolo e quindi ciò permette di discriminare, in un sistema stratificato, la presenza dei diversi orizzonti. Lo spessore (h) di tali orizzonti è poi ricavabile grazie alla relazione semplificata che lega la frequenza di risonanza (fr) alla velocità delle onde di taglio (V_s):

$$fr = V_s / 4h \quad (1)$$

In mancanza della velocità delle V_s e in virtù dell'equazione (1), la tecnica HVSR può essere abbinata a metodi di prospezione di tipo geotecnico (penetrometrie, sondaggi meccanici) in grado di fornire un'adeguata descrizione stratigrafica del sottosuolo.

Nel presente lavoro, come stratigrafie di ancoraggio, si è utilizzata quella ottenuta dalla prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH 1 eseguita nel sito.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromografo digitale modello "Tromino" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ad alta risoluzione adatti a misurazioni di rumore ambientale. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici, ortogonali tra loro, con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

Durante la fase di processing in studio, i dati vengono convertiti in file ASCII mediante il software "Grilla", fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza.

In fase operativa si sono eseguite le seguenti operazioni:

- * il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo di 20 minuti;
- * la registrazione è stata suddivisa in finestre temporali di 20 secondi ciascuna;
- * per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti;
- * per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale;
- * vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti;
- * si costruisce poi un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita;
- * si adatta la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si ottengono gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde di taglio S.

Risultati dei rilievi tromografici

Frequenza fondamentale di risonanza di sito: non rilevata

La curva HVSR non evidenzia alcuna frequenza caratteristica di risonanza del sito (fig. 1); si veda più avanti "Verifica di attendibilità del dato acquisito secondo le LINEE GUIDA SESAME".

Si nota una sostanziale omogeneità del sottosuolo in termini sismici con una costante crescita delle velocità di propagazione delle onde di taglio. Lo spettro sismico si stabilizza costantemente su di un rapporto spettrale $H/V > 1$ (fig. 1). Sono presenti disturbi legati alle lavorazioni presenti nel sito.

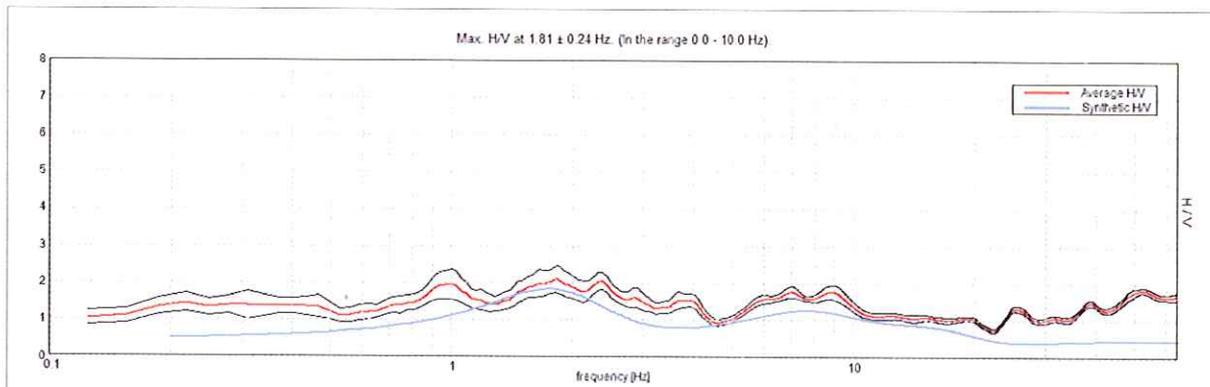


Fig. 1 Rapporto spettrale H/V misurato. Con la linea rossa l'H/V medio, l'intervallo di confidenza al 95%, con linea blu la curva sintetica

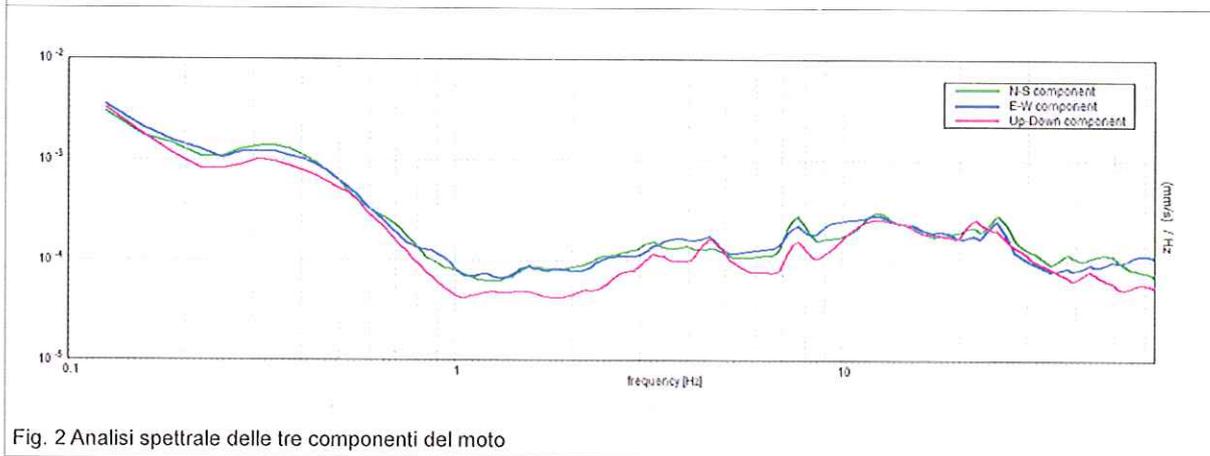


Fig. 2 Analisi spettrale delle tre componenti del moto

Il modello di inversione consente di definire la seguente sismostratigrafia in termini di onde di taglio (fig. 3):

sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	288	4.8
2	460	12
3	>620	Inf.
V _{s30} =468 m/s (relativo a quota indagine DPSH 1)		

La velocità equivalente delle onde di taglio Vs, nei primi trenta metri calcolati a partire dalla quota di esecuzione dell'indagine DPSH 1, è pari a circa 470 m/s, che riconduce il tipo di suolo nella categoria B.

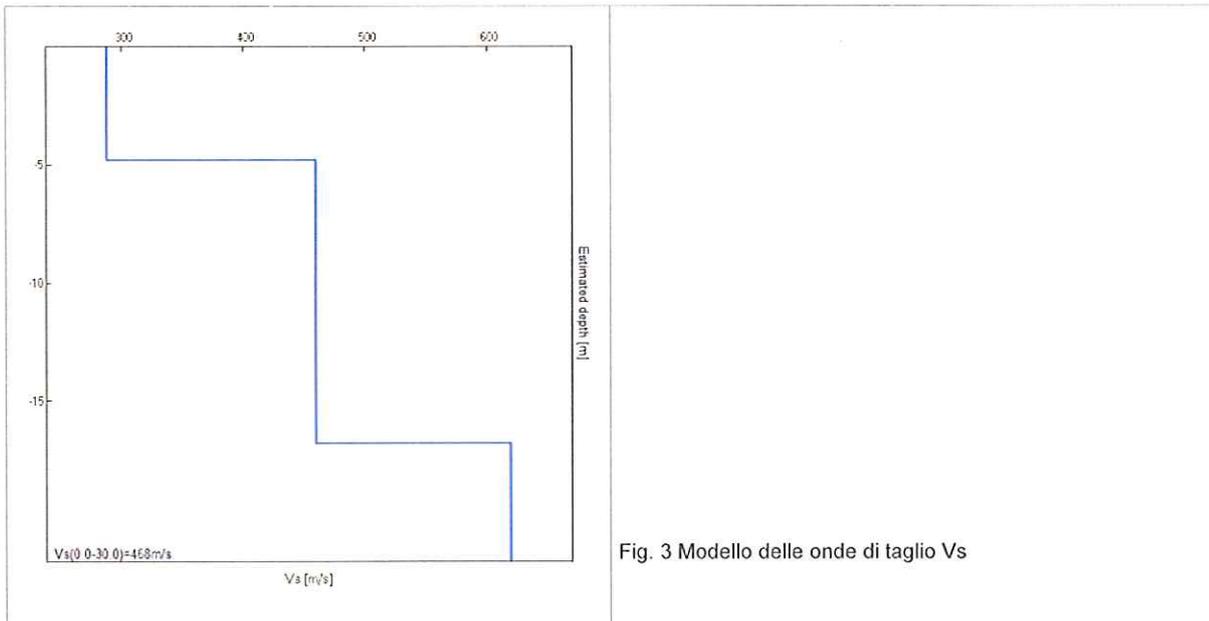


Fig. 3 Modello delle onde di taglio Vs

Verifica di attendibilità del dato acquisito secondo le LINEE GUIDA SESAME (2005)

Criteria basilari per la definizione dell'affidabilità della curva HVSR e il loro esito positivo è condizione necessaria per estrarre qualsiasi informazione o interpretazione del dato¹

$f_0 > 10 / L_w$	1.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	797.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 88 times	OK	
Chiarezza del picco²			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{HV}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{HV}(f^+) < A_0 / 2$	4.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.10 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.1338 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.24252 < 0.18125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3497 < 1.78$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{HV}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{HV}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{HV}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{HV}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{HV}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log HV}(f)$	standard deviation of log $A_{HV}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Freq. range [Hz]	Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$				
	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log HV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

¹ Tutte e tre le verifiche devono essere soddisfatte.

² Il soddisfacimento di almeno cinque delle sei verifiche conferma la presenza di un "chiaro singolo picco" della curva HVSR; il concetto di "chiarezza" del picco è legato all'ampiezza del picco H/V e al suo valore relativo rispetto al valore H/V in altri intervalli di frequenza. Il concetto di "singolo" si riferisce al fatto che in nessun altro intervallo di frequenze l'ampiezza H/V mostri un altro picco chiaro che soddisfi gli stessi criteri.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

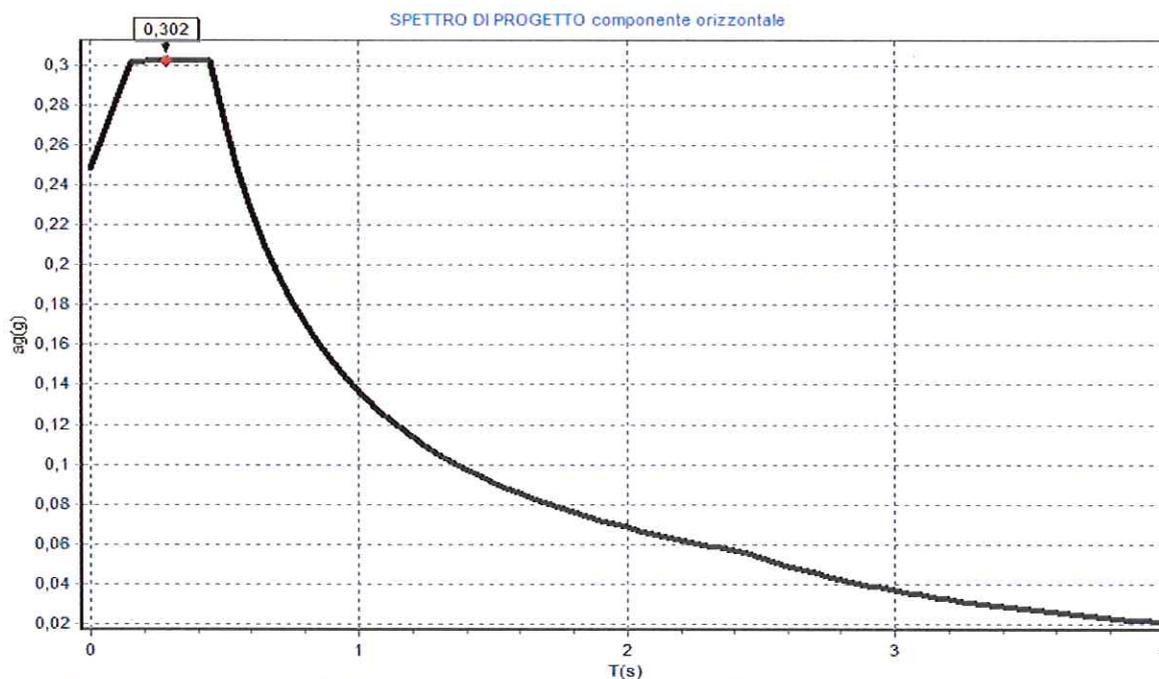
Dalle prove SPT effettuate in precedenza in zone limitrofe e dalle misure in situ, risulta che i sedimenti passano da densità medio-bassa nei primi 1,5m con valori del pocket-penetrometer rapportati a SPT $N \leq 15$, a densi e molto densa proseguendo in profondità.

Dopo un primo livello di terreno rimaneggiato grossolano, troviamo un primo strato di sabbie limose talvolta con poca ghiaia, alternato ad uno strato argillo-limoso il tutto spesso circa 5,0m, segue un banco sabbioso ghiaioso.

Nell'area in esame la prima falda si posiziona mediamente sotto quota -3,0 dal p.c.; salvo eventuali formazioni di falde sospese o risalite in occasione di eventi eccezionali.

Dai dati a disposizione in zona, i parametri risultano sostanzialmente omogenei per cui si assume un modello geotecnico riportato nel tabulato "PARAMETRI GEOTECNICI". Si allega valutazioni sulla portanza (S.L.U.).

Nei primi due metri di copertura si propone
per il coefficiente di Winkler $K = 1,4 \text{ kg/cm}$



Accel.sismica max terreno(g):0,248 Coef.sismico orizzontale struttura (khi)(g):0,302 Inclinazione del carico dovuta al sisma(^):16,8
Categoria sottosuolo:B Categoria topografica:T1 Fattore di amplificazione spettrale F0:2,4340 Periodo inizio velocità costante tc*(s):0,330

c.so Garibaldi 9 - PN-
 0434.29294 - cel. 3355307446
 StudioGeologiaApplicata-dott.Mario Fogato
 c.so Garibaldi 9 - PN -
 m.fogato@gmail.com
 tel.043429294 - cel.3355307446

Customer:	COMEC		
Location:	PORCIA	Altitude(m):	42
Initial date:	1/2019	Final date:	ID site: Prova 1
Penetrometer:	DINAMICO		
Coordinates:	45.968362 12.603968		

PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI

N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cm ^q)	EY(kg/cm ^q)	Eed.(kg
1	1,4	23	33,9	28,7	1865,0	55,0	0,0	916,9	163,3
2	2,4	10	0,0	0,0	1928,57	0,0	0,67	0,0	45,0
3	3,6	21	33,3	29,8	1905,0	52,0	0,0	800,54	149,1
4	4,6	12	30,6	29,1	1910,0	38,0	0,8	350,81	54,0
5	5,2	51	41,0	33,7	2000,0	85,0	0,0	2828,85	362,1

Calcolo della capacità portante delle fondazioni con parametri variabili

N.	B (m)	L (m)	D (m)	lcB(°)	lcL(°)	QSLU I(kg/cmq)	QSLU II(kg/cmq)
1	0,5	10	0,5	0	0		3,06
2	0,7	10	0,5	0	0		3,1
3	0,5	15	0,5	0	0		3,06
4	0,7	15	0,5	0	0		3,1
5	0,5	10	0,7	0	0		2,73
6	0,7	10	0,7	0	0		2,98
7	0,5	15	0,7	0	0		2,73
8	0,7	15	0,7	0	0		2,98
9	0,5	10	0,9	0	0		3,32
10	0,7	10	0,9	0	0		3,08
11	0,5	15	0,9	0	0		3,32
12	0,7	15	0,9	0	0		3,08

Mantieni la proporzione B-L *In terreni multistrato media i parametri*

Metodo di calcolo:

Terzaghi

Fattore di sicurezza globale:

2,3

Fs parziale per l'angolo d'attrito:

1,0

Fs parziale per la coesione:

1,0

Normativa: NTC2008/NTC2018 App.II

Calcolo dei cedimenti delle fondazioni con parametri variabili

N.	B (m)	L (m)	D (m)	Ced. totale(mm)	Carico di calcolo(kg/cmq)
1	0,5	10	0,5	12	1,9
2	0,7	10	0,5	16,1	1,9
3	0,5	15	0,5	13,2	1,9
4	0,7	15	0,5	17,6	1,9
5	0,5	10	0,7	14	1,9
6	0,7	10	0,7	18,6	1,9
7	0,5	15	0,7	16,1	1,9
8	0,7	15	0,7	21,3	1,9
9	0,5	10	0,9	17,5	1,9
10	0,7	10	0,9	22,9	1,9
11	0,5	15	0,9	21,6	1,9
12	0,7	15	0,9	27,1	1,9

CONCLUSIONI

Riassumendo il quadro geologico e idrogeologico, la situazione è la seguente:

- Il sottosuolo risulta costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie da mediamente addensate a molto dense sotto quota -5m dal p.c.
- In riferimento al fenomeno della liquefazione è da considerarsi improbabile per il tipo di granulometria e per l'assenza di acqua nei primi 2,9m .
- L'area non è soggetta ad alcun altro pericolo di origine naturale
- Possono formarsi falde sospese in prossimità della superficie.



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: dott. geol. M. Fogato Descrizione: Località: Corso Italia 55, Porcia (PN)	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24/01/2019
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	18	0.801	151.45	189.13	7.57	9.46
0.60	12	0.847	98.02	115.72	4.90	5.79
0.80	21	0.743	150.53	202.51	7.53	10.13
1.00	32	0.690	212.85	308.59	10.64	15.43
1.20	25	0.736	177.50	241.09	8.88	12.05
1.40	14	0.783	105.69	135.01	5.28	6.75
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	7	0.823	51.35	62.38	2.57	3.12
2.20	8	0.820	58.46	71.29	2.92	3.56
2.40	11	0.817	80.10	98.02	4.00	4.90
2.60	19	0.764	120.26	157.35	6.01	7.87
2.80	14	0.761	88.28	115.94	4.41	5.80
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	20	0.756	125.22	165.63	6.26	8.28
3.40	18	0.753	112.31	149.07	5.62	7.45
3.60	15	0.751	87.13	116.03	4.36	5.80
3.80	9	0.798	55.59	69.62	2.78	3.48
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	9	0.794	55.26	69.62	2.76	3.48
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27
4.80	33	0.637	152.57	239.48	7.63	11.97
5.00	50	0.585	212.27	362.85	10.61	18.14

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	0	0	Coesivo	0	1.39	1.83	0.01	1.46	0	scavo
1.2	21.6	211.41	Incoerente	0	2.15	2.05	0.14	1.46	31.54	riporto ghiaioso addensato
4.6	11.35	94.47	Incoerente	0	1.93	1.96	0.57	1.48	16.82	sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa
5	41.5	301.17	Incoerente	0	2.31	2.17	0.95	1.5	62.17	Ghiaia fine con sabbia

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - scavo	0	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - scavo	0	0.20	Robertson (1983)	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - scavo	0	0.20	0.00	--	1.79	0.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - scavo	0	0.20	-20.40	0.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - scavo	0	0.20	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - scavo	0	0.20	Meyerhof	1.39

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - scavo	0	0.20	Meyerhof	1.83

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - scavo	0	0.20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	66.71	100	100	65.03
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	41.3	76.4	76.41	46.2
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	68.2	100	100	92.62

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson-T hornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)								
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54											
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82											
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17											

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	400.87	252.32	372.87	416.55	232.70
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	292.74	134.56	199.18	306.15	159.10
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	562.81	497.36	734.31	646.27	385.85

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	189.24	92.25	223.93	178.67
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	100.92	62.01	119.42	113.02
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	373.02	155.16	441.41	315.28

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	Terzaghi-Peck 1948	1.71
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	Terzaghi-Peck 1948	1.56
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	Terzaghi-Peck 1948	1.92

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	Terzaghi-Peck 1948	2.06
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	Terzaghi-Peck 1948	2.19

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	(A.G.I.)	0.29
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	(A.G.I.)	0.32
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	(A.G.I.)	0.23

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	1666.65	1029.71
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	922.97	701.28
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	3154.13	1558.79

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	Ohta & Goto (1978) Limi	116.02
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	Ohta & Goto (1978) Limi	136.91
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	Ohta & Goto (1978) Limi	189.19

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H1}/P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54		---
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82		---
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17		---

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
[2] - riporto ghiaioso addensato	31.54	1.20	31.54		---
[3] - sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa	16.82	4.60	16.82		---
[4] - Ghiaia fine con sabbia	62.17	5.00	62.17		---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Consulente: dott. geol. M. Fogato
 Descrizione:
 Località: Corso Italia 55, Puntis (PD)

Data: 24/02/2019

Strada 1.21

