REGIONE LIGURIA

COMUNE DI VADO LIGURE

PROVINCIA DI SAVONA

NUOVA ROTATORIA SU VIA PIAVE ALL'INTERSEZIONE CON IL PONTE DI VIA MONTEGRAPPA

OGGETTO: RELAZIONE PERICOLOSITA' SISMICA

Il committente:

Societa' Le Terrazze di Vado Srl

Il tecnico:

Dott. Geol. Flavio Saglietto



(*) Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa

Rev.	*Descrizione*	*Data*
All.GEO2	*Relazione sismica*	*Aprile 2024*

SOMMARIO

1. *PREMESSA* 1
2. *AZIONE SISMICA* 2
3. *VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE* 4
4. *CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA* 10

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta in merito alla definizione della pericolosità sismica del sito in relazione al progetto riportato in epigrafe.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7. Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 216/2017 e . n. 962/2018.

2. AZIONE SISMICA

– Generalità

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e quindi confermato dal D.M. 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al "sito" di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo "periodo di riferimento" V_R (espresso in anni), in uno specifico sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" ***PVR***.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **T** x **C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle NTC la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori a_g, F_o e **T** x **C** per nove distinti periodi; tale calcolo viene determinato via software, conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

– Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

È necessario tenere conto delle condizioni topografiche e delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si definiscono:

Effetti stratigrafici Legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni,alla

geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

Effetti topografici Legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Gli effetti della risposta sismica locale sono stato valutati con metodi semplificati. Vieneattribuito al sito la pertinente categoria di sottosuolo come definita nella Tabella 3.2.II.III e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV

Tab. 3.2.II (NTC) Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m*

Sulla base delle indagini sismiche tipo RE.MI (ed allegate a fine testo) eseguite in prossimità del sito (in corrispondenza del ponte di atttraversamento) si può inserire il sottosuolo fondazione nella **categoria B**.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per configurazioni morfologiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab.3.2.III (NTC) Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤i ≤30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Sulla base dei dati morfologici del sito si può inserire la superficie topografica nella categoria **T1** *"[…Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤15°]".*

3. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello della falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace a seguito di una scossa sismica. Non tutti i terreni hanno la stessa predisposizione a liquefarsi, esiste infatti una serie di fattori di tipo geologico e geotecnico che possono rendere un deposito granulare più o meno suscettibile alla liquefazione. Tali fattori sono elencati allo specifico paragrafo delle NTC 2018 a cui si rimanda.

I geo-stratigrafici acquisiti in loco hanno evidenziato la presenza di sedimenti alluvionali anche con sabbie con presenza di falda superficiale per cui si ritiene necessario eseguire una valutazione di potenziale liquefazione dei terreni in questione.

In relazione ai contenuti cui alla DGRL N° 535-2021 si evidenzia che il comune di Quiliano non risulti ad ora aver individuato nell'ambito dello strumento urbanistico attraverso studi di MS nell'ambito dello strumento urbanistico comunale la relativa zonizzazione di instabilità per liquefazione. Pertanto si è fatto riferimento all'appendice 2 della citata DGR valutando la fattibilità l'intervento in questione attraverso approfondimenti e verifiche inerenti il rischio liquefazione, secondo le vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2018).

I valori di Vs sono tratti da indagini geofisiche specifiche eseguite in loco dalla ditta specializzata "Geofisica & Ambiente " i cui risultati sono allegati a fondo testo. Si è tenuto conto che risulta estremamente improbabile che si verifichi liquefazione oltre i 15 m di profondità. Innanzi tutto si è proceduto alla valutazione quantitativa della *Magnitudo momento* $\mathbf{M_w}$ attesa per il sito oggetto di studio, mediante il *metodo di disaggregazione dei valori di a(g)* il quale riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza.

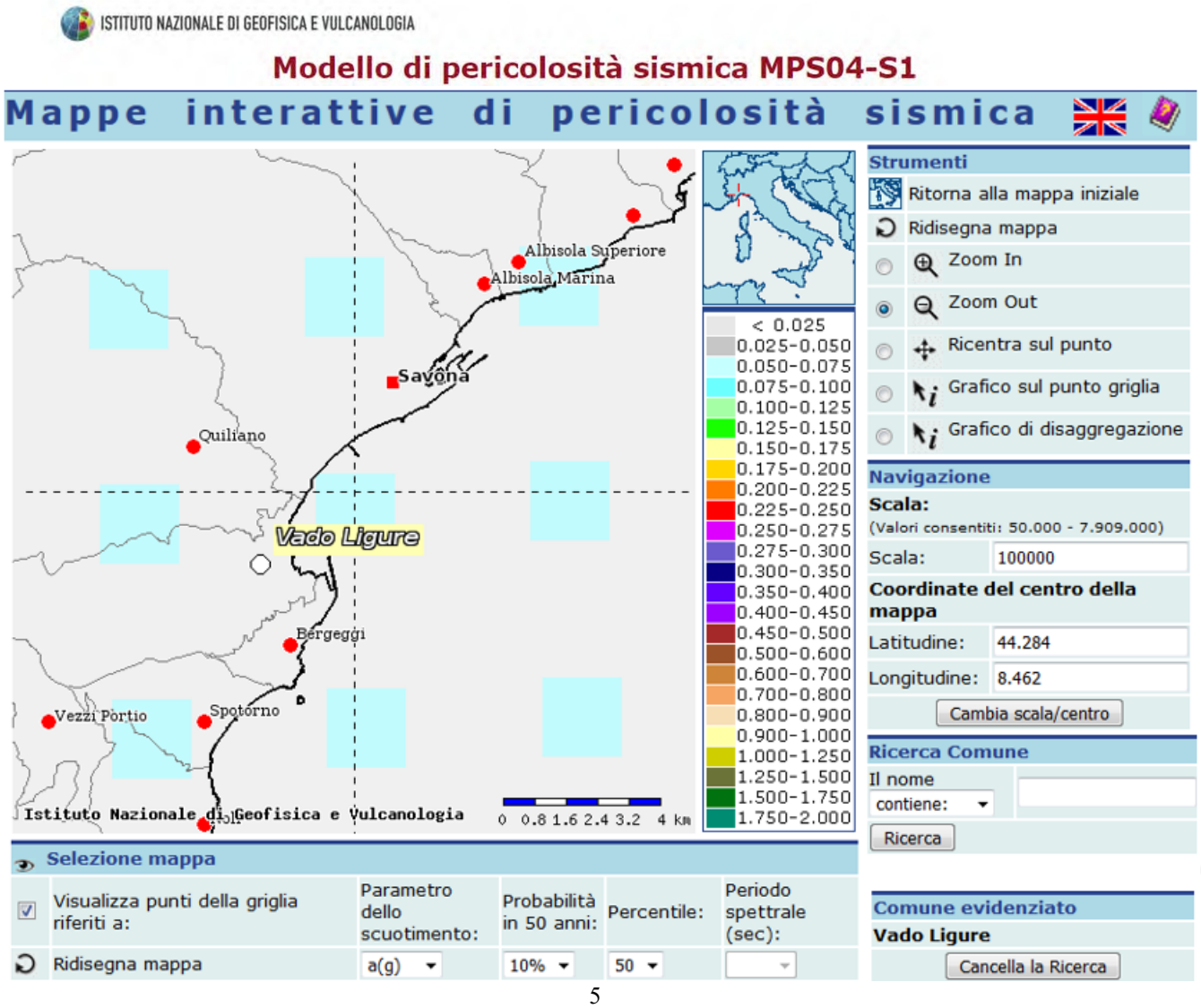
Per ogni nodo della griglia sono anche riportati, dopo la tabella, i valori medi di M-D-ε. Questo tipo di analisi è utile per l'individuazione della sorgente sismo genetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile per la determinazione del rischio di liquefazione.

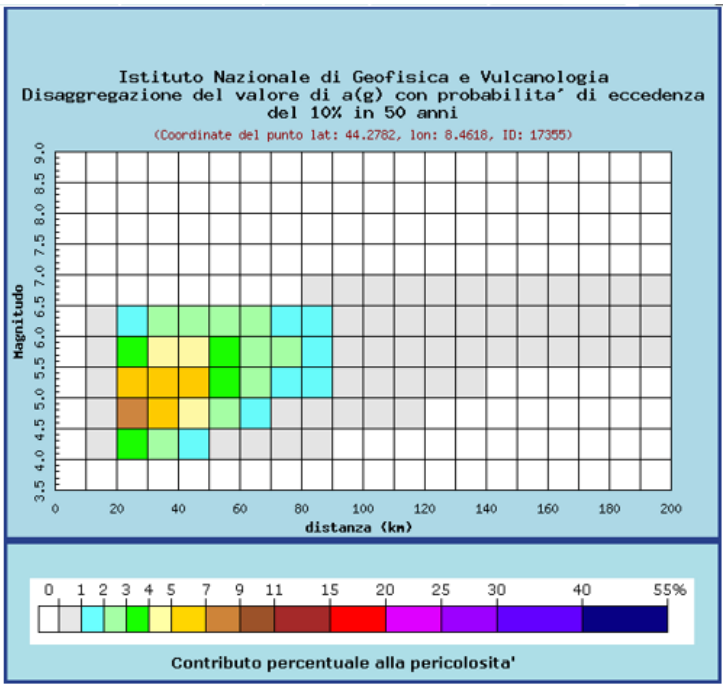
Zone Sismogenetiche della Liguria - D.G.R.534 del 18.06.2021





+





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.2782, lon: 8.4618, ID: 17355)										
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.323	0.677	0.448	0.250	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	3.360	7.880	6.060	3.850	1.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.190	6.100	5.830	4.470	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	1.430	4.580	5.060	4.040	2.460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.689	2.810	3.720	3.380	2.310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.247	1.570	2.600	2.680	2.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.046	0.825	1.860	2.080	1.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.290	1.080	1.380	1.260	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.060	0.470	0.739	0.751	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.007	0.165	0.371	0.427	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.057	0.202	0.243	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.016	0.106	0.137	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.003	0.049	0.072	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.036	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.023	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.014	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.010	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.330	46.900	1.090

In genere, poiché trattasi di *Magnitudo locale media* **M_L** e non di *Magnitudo momento* **Mw,** si può utilizzare una magnitudo **M_L** che comprenda tuttavia una percentuale > 90% dei contributi (v. tabella Magnitudo-Distanza soprastante).

Tuttavia prudenzialmente la recente DGR 535 – 2021 alla appendice 1 definisce per il Comune di Vado Ligure una Mw pari a 6,5. Pertanto il valore di **M_W** assunto per la verifica risulta cautelativamente assunto pari a **6.5**.

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.577	0.158
Danno (SLD)	50	0.025	2.539	0.189
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.060	2.602	0.305
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.078	2.629	0.322
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,54	1,40	1,38
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

L'accelerazione di base di a_g è pari a 0,06 per lo stato SLV.

Da cui:

- Amax=Ss*St*a_g=1,2*1*0,06=0,072

La verifica a liquefazione è stata eseguita mediante specifico foglio di calcolo, a partire dai valori di Vs riportati nella relazione sismica con esecuzione di RE.MI. (ditta Geofisica & Ambiente srls), basato su metodi semplificati di carattere semi-empirico, i quali si pongono l'obiettivo di definire la **sicurezza alla liquefazione** (valutata localmente, a diverse profondità) definita come il rapporto tra la **resistenza ciclica del terreno alla liquefazione CRR** e la **sollecitazione ciclica indotta dall'azione sismica CSR.** In particolare:

Il **metodo di Andrus e Stokoe** è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione (V_S).
La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$V_{S1} = V_S\left(\frac{100}{\sigma'_{v0}}\right)^{0.25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$CRR = 0.03\left(\frac{V_{S1}}{100}\right)^2 + 0.9\left[\frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})cs}\right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{cs} = 220$ per $FC \leq 5\%$
$220 < (V_{S1})_{cs} \leq 200$ per $5\% < FC \leq 35\%$
$(V_{S1})_{cs} = 200$ per $FC \leq 35\%$

Il fattore di correzione della magnitudo MSF viene valutato come raccomandato dal NCEER

Magnitudo	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)
5.5	2,21
6.0	1,77
6.5	1,44
7.0	1,19
7.5	1,00
8.0	0,84
8.5	0,73

L'indice e il rischio di liquefazione sono valutati con il metodo proposto da Iwasaki et alii:

$$I_L = \int_0^{20} F \cdot W(z)dz$$

dove:

$F = 1 - F_S$ per $F_S \leq 1$
$F = 0$ per $F_S > 1$
$W(z) = 10 - 0.5 \cdot z$

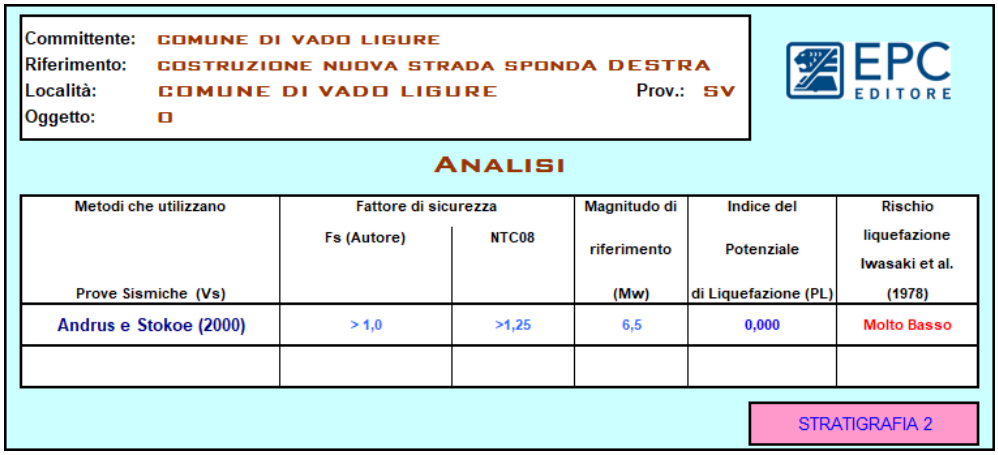
Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella

Valori di I_L	Rischio di liquefazione

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella

Valori di I_L	Rischio di liquefazione
I_L=0	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

La valutazione della possibilità di liquefazione è generalmente definibile fino a -20 m in condizioni per terreni pianeggianti o lievemente pendenti (fino al 6%) come nel nostro caso.



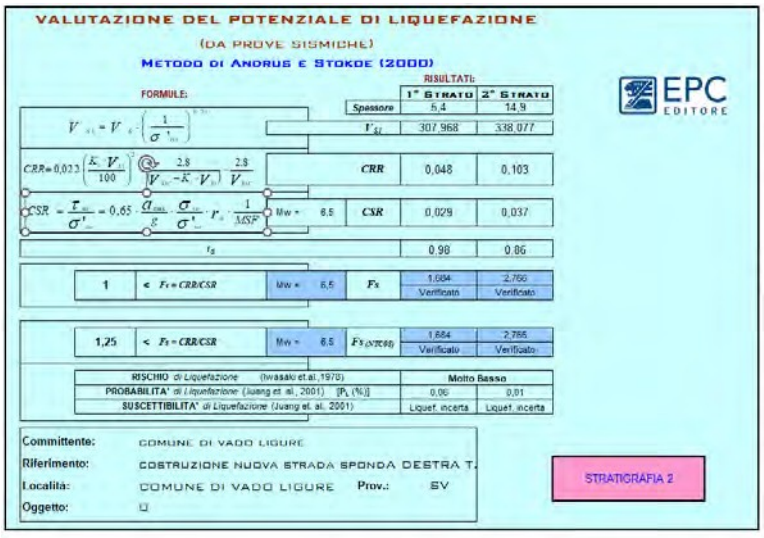
Committente: COMUNE DI VADO LIGURE
Riferimento: COSTRUZIONE NUOVA STRADA SPONDA DESTRA
Località: COMUNE DI VADO LIGURE Prov.: SV
Oggetto: 0

EPC EDITORE

ANALISI

Metodi che utilizzano Prove Sismiche (Vs)	Fattore di sicurezza Fs (Autore)	Fattore di sicurezza NTC08	Magnitudo di riferimento (Mw)	Indice del Potenziale di Liquefazione (PL)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
Andrus e Stokoe (2000)	> 1,0	>1,25	6,5	0,000	Molto Basso

STRATIGRAFIA 2



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
(DA PROVE SISMICHE)
METODO DI ANDRUS E STOKOE (2000)

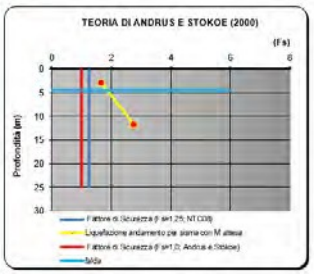
FORMULE:

RISULTATI:

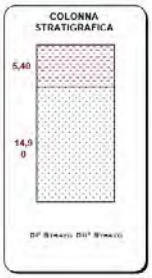
	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	5,4	14,9
V_{s1}	307,968	338,077
CRR	0,048	0,103
CSR	0,029	0,037
r_d	0,98	0,86
1 < Fs = CRR/CSR (Mw = 6,5) Fs	1,664 Verificato	2,766 Verificato
1,25 < Fs = CRR/CSR (Mw = 6,5) $Fs_{(NTC08)}$	1,664 Verificato	2,766 Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al.,1978)	Molto Basso	
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) $[P_L (\%)]$	0,00	0,01
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente: COMUNE DI VADO LIGURE
Riferimento: COSTRUZIONE NUOVA STRADA SPONDA DESTRA T.
Località: COMUNE DI VADO LIGURE Prov.: SV
Oggetto: 0

STRATIGRAFIA 2





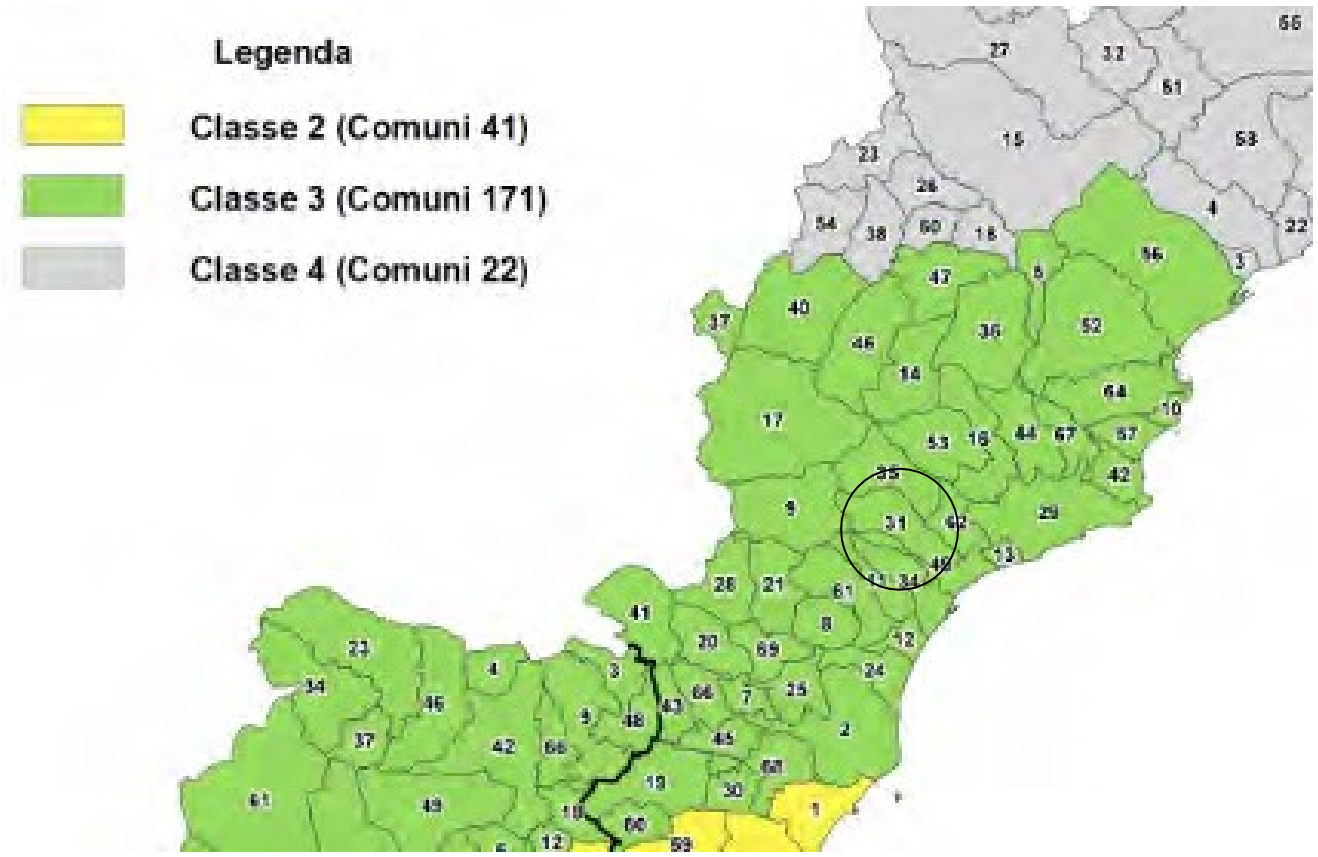


In ottemperanza a quanto riportato nelle N.T.C. 2018 la verifica ha dato esito positivodenotando un rischio di liquefazione molto basso ed una suscettibilità di liquefazione incerta ed in particolare alla profondità di posa delle fondazioni dei pali in c.a.

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA

L'area insediativa ricade nel comune di Vado Ligure, che ai sensi della DGR n. 216/2017 e Dgr. n. 962/2018 risulta inserito nella Classe Sismica 3.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.



ZONA 3 Pga = 0,15 g			
n° progress.	**nr. ID del Comune su mappa**	**Provincia**	**Comune**
147	**31**	SAVONA	GIUSTENICE
148	**34**	SAVONA	LOANO
149	**35**	SAVONA	MAGLIOLO
150	**36**	SAVONA	MALLARE
151	**37**	SAVONA	MASSIMINO
152	**40**	SAVONA	MURIALDO
153	**41**	SAVONA	NASINO
154	**42**	SAVONA	NOLI
155	**43**	SAVONA	ONZO

156	**44**	SAVONA	ORCO FEGLINO
157	**45**	SAVONA	ORTOVERO
158	**46**	SAVONA	OSIGLIA
159	**47**	SAVONA	PALLARE
160	49	SAVONA	PIETRA LIGURE
161	**52**	SAVONA	QUILIANO
162	**53**	SAVONA	RIALTO
163	**56**	SAVONA	SAVONA
164	**57**	SAVONA	SPOTORNO
165	**60**	SAVONA	TESTICO
166	**61**	SAVONA	TOIRANO
167	**62**	SAVONA	TOVO SAN GIACOMO
168	**64**	**SAVONA**	**VADO LIGURE**
169	**66**	SAVONA	VENDONE
170	**67**	SAVONA	VEZZI PORTIO
171	**68**	SAVONA	VILLANOVA D'ALBENGA
172	**69**	SAVONA	ZUCCARELLO

Borgio Verezzi, Aprile 2024

il tecnico (*)

Dott. Geol. Flavio Saglietto

(*) Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa.

Allegato : Indagini sismiche

PREMESSA

Nel mese di dicembre 2022 è stata eseguita, lungo la sponda destra del Torrente Segno, all'altezza di via Trieste, Comune di Vado Ligure a corredo del progetto di realizzazione della bretella di collegamento tra via Bertola e via Trieste lungo la sponda destra del torrente Segno e Via Trieste lungo la sponda destra del torrente Segno, un'indagine sismica realizzata tramite tre profili di tipo Re.Mi, indagine basata sulle onde di Rayleigh al fine di determinare la Velocità delle onde S (onde di taglio) equivalente, e cinque sondaggi geognostico, durante il quale sono stati prelevati dei campioni sottoposti a prove geotecniche di laboratorio i cui certificati sono allegati alla presente relazione e relative indagini geotecniche in sito (Standard Petetration Test).

Indagini Geognostiche

Sono stati realizzati cinque sondaggi a carotaggio continuo, le cui foto delle cassette catalogatrici e relative stratigrafie sono riportate nell' ALL 1.

Indagini Geofisiche

Descrizione del metodo ReMi - MASW

Il metodo d'indagine sismica passiva denominato ReMi (Refraction Microtremor), si basa sulle particolari leggi fisico-matematiche, che governano la propagazione delle onde sismiche superficiali, in mezzi stratificati (monodimensionali o 1-D) Ciò che tale metodo analizza è la dispersione delle onde di superficie che vengono prodotte da sorgenti di cui non si sa la provenienza ad esempio il traffico urbano attività varie ecc… In tali condizioni, sia le onde di Love sia le onde di Rayleigh, hanno carattere dispersivo: si ha una forte dipendenza della velocità di propagazione (V_R per le onde di Rayleigh e V_R per le onde di Love) dalla frequenza del moto sismico. In ipotesi di mezzo stratificato, le caratteristiche della "curva di dispersione" $V_R = V_R(f)$ sono strettamente collegate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area indagata: la struttura della curva di dispersione dipende quasi esclusivamente dal profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio $Vs = Vs(z)$. Ad esempio, nel caso di un aumento di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità, la curva di dispersione assume un andamento caratteristico, evidenziando bassi valori di velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in corrispondenza di alte frequenze mentre mostrano alti valori di velocità in corrispondenza di basse frequenze. La totalità dei metodi d'indagine sismologica basati sull'analisi delle onde superficiali, sia essi passivi sia attivi, prevedono specifiche tecniche d'acquisizione dei segnali sismici, identificazione delle onde superficiali, stima della curva di dispersione ed inversione o modeling di questa ultima, al fine di ottenere il Profilo Vs.

L'analisi sperimentale dei microtremori ha, infatti, evidenziato che il rumore sismico presente nell'ambiente possiede, in genere, caratteristiche spettrali particolarmente adatte all'esplorazione del primo sottosuolo (significativa densità di energia nella banda 3 – 25 Hz).

Nel metodo attivo MASW a differenza del metodo chiamato ReMi, si utilizza una sorgente puntuale a geometria nota.

L'acquisizione dei dati per prospezioni MASW è simile a quella utilizzata per la realizzazione del profilo ReMi o a rigrazione; si utilizza infatti uno stendimento sismico lineare multicanale con geofoni verticali (4.5 Hz) e sorgente a impatto ortogonale (mazza o massa battente di varie dimensioni) per il rilievo delle onde di Rayleigh o a componente orizzontale e sorgente di taglio per le onde di Love. Nel sito in esame caratterizzato da un notevole rumore di fondo, si è preferito interpretare I dati acquisiti con il metodo ReMi.

Acquisizione ed elaborazione

Strumentazione

- sismometro Abem Terraloc Mark 8 - 24 canali;
- 12 geofoni di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz;
- 1 cavi geofonico da 12 prese.

Le tracce sismiche sono state acquisite per tutte le tre stese con g-spacing, di 5 m, per una lunghezza totale pari a 55 m.

Nell'indagine ReMi il segnale sismico è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384, tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms.

Le principali fasi di "processing" possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Pre-processing dei records del segnale sismico (analisi delle caratteristiche medie del "noise", per verificarne la qualità sia in termini di stazionarietà spazio-temporale e sia in termini di coerenza spettrale) che consente di individuare il range di frequenze ottimale (2.5 – 25 Hz) da utilizzare nelle fasi successive di elaborazione.
- Trasformazione dei records secondo due passaggi successivi. In primo luogo è stata operata la trasformazione dal dominio T-X (tempo – distanza) al dominio tau-p (tempo intercetta -"slowness" o reciproco della velocità apparente) e successivamente dal dominio tau-p al dominio f-p (frequenza - 1/V) p-f Image (un'elaborazione statistica di tutti i records di tipo p-f ed una procedura di normalizzazione hanno consentito di ottenere il diagramma indicato come p-f image).

- picking della curva di dispersione, è associato ad un certo numero di punti uno o più rapporti 1/V per alcune frequenze.

Nell'immagine "1/V-frequency" (p-f) (spettro di potenza normalizzato in funzione della frequenza f e del parametro p), sono messi in evidenza gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase, che una potenza significativa ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle associabili ad altri tipi di onde (onde di Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

La curva di dispersione $V_R = V_R(f)$ è stata utilizzata per stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio, adottando una metodologia di modeling diretto (Saito 1984), che consente di ottenere, attraverso approssimazioni successive ("trial and error"), una funzione Vs = Vs (z), tale da minimizzare il misfit tra la curva di dispersione teorica e curva di dispersione osservata.

Risultati

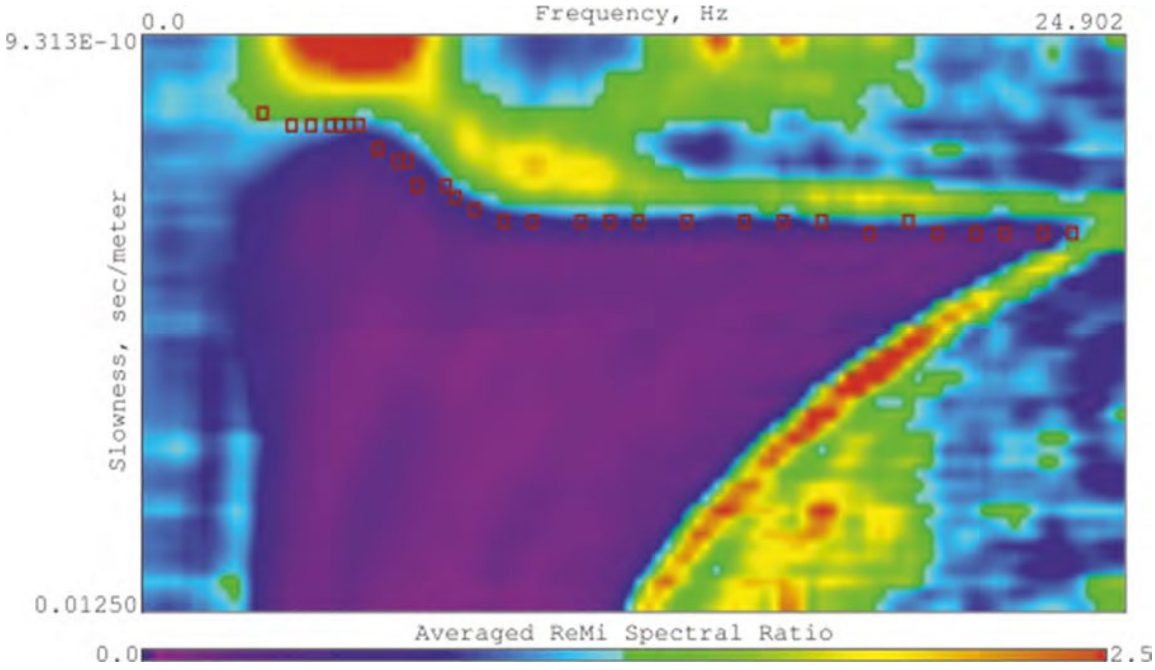
Per ogni indagine di tipo ReMi verranno di seguito riportati:

a) Rappresentazione in scala cromatica dello spettro di potenza "p-f Image" utilizzato per fare il "picking" della curva di dispersione sperimentale.

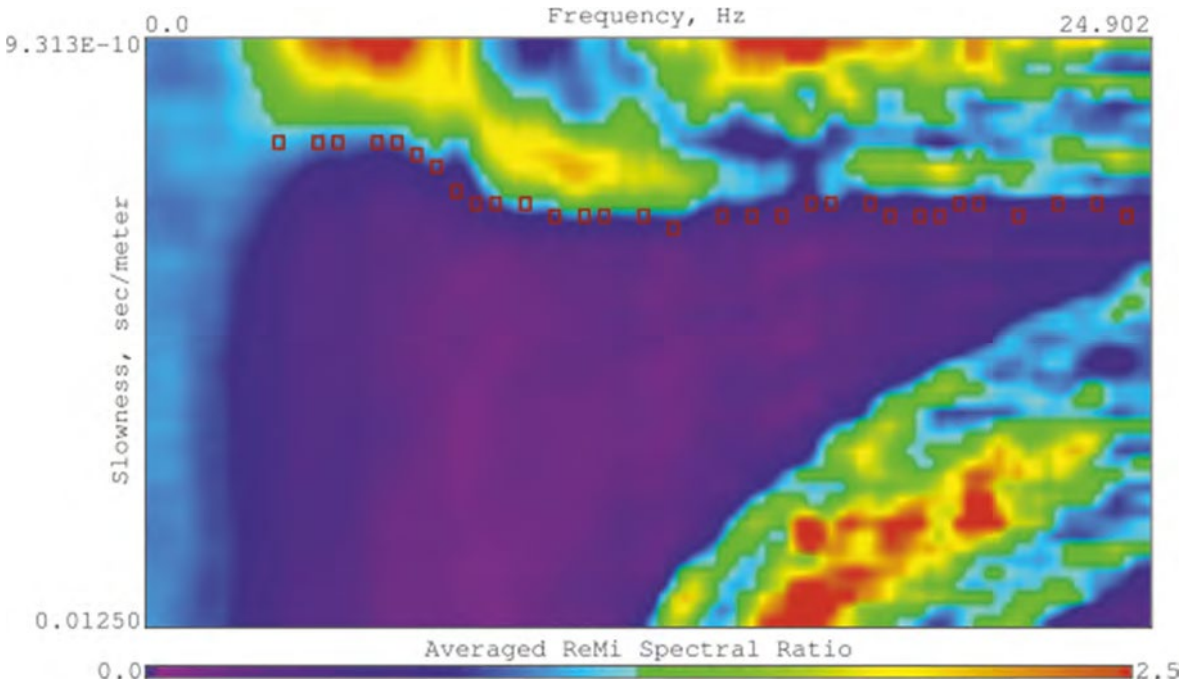
b) Profilo di Velocità Vs.

a)

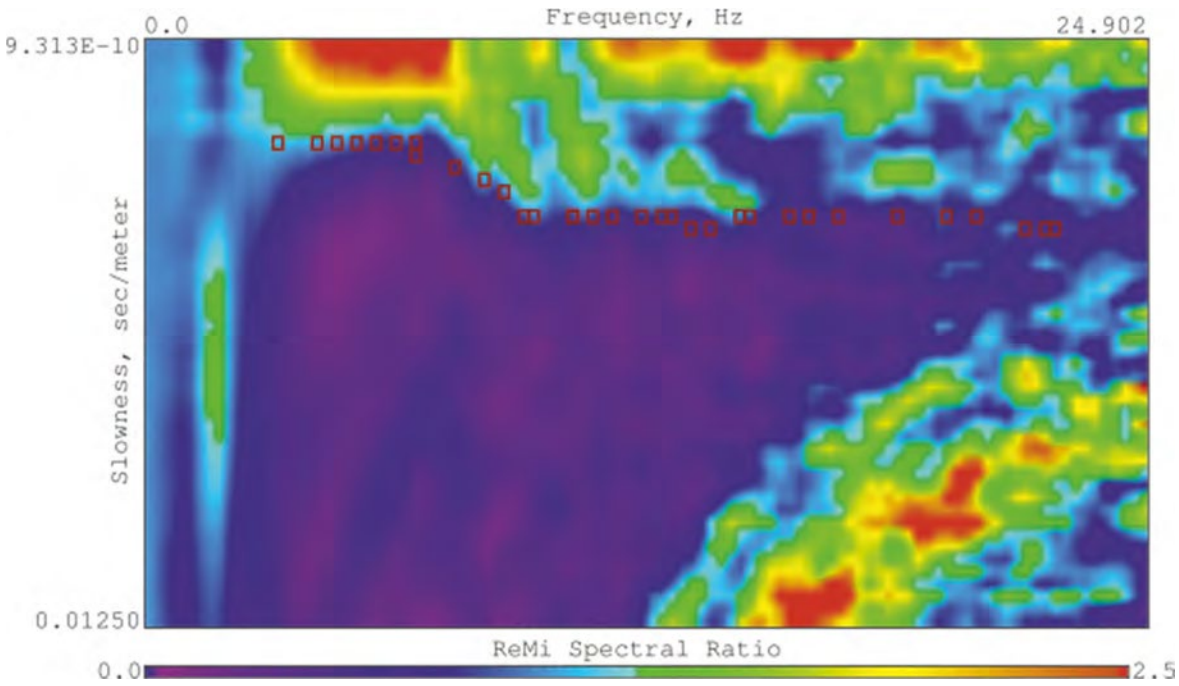
Profilo 1



Profilo 2

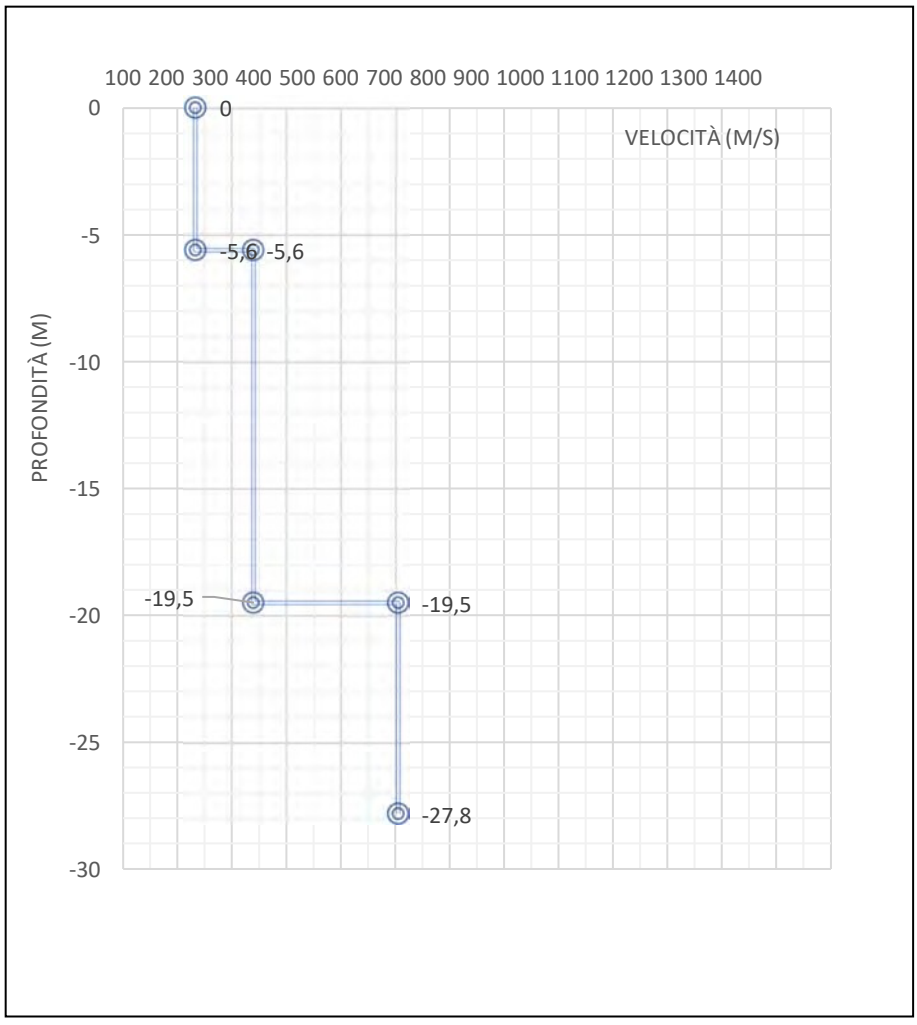


Profilo 3

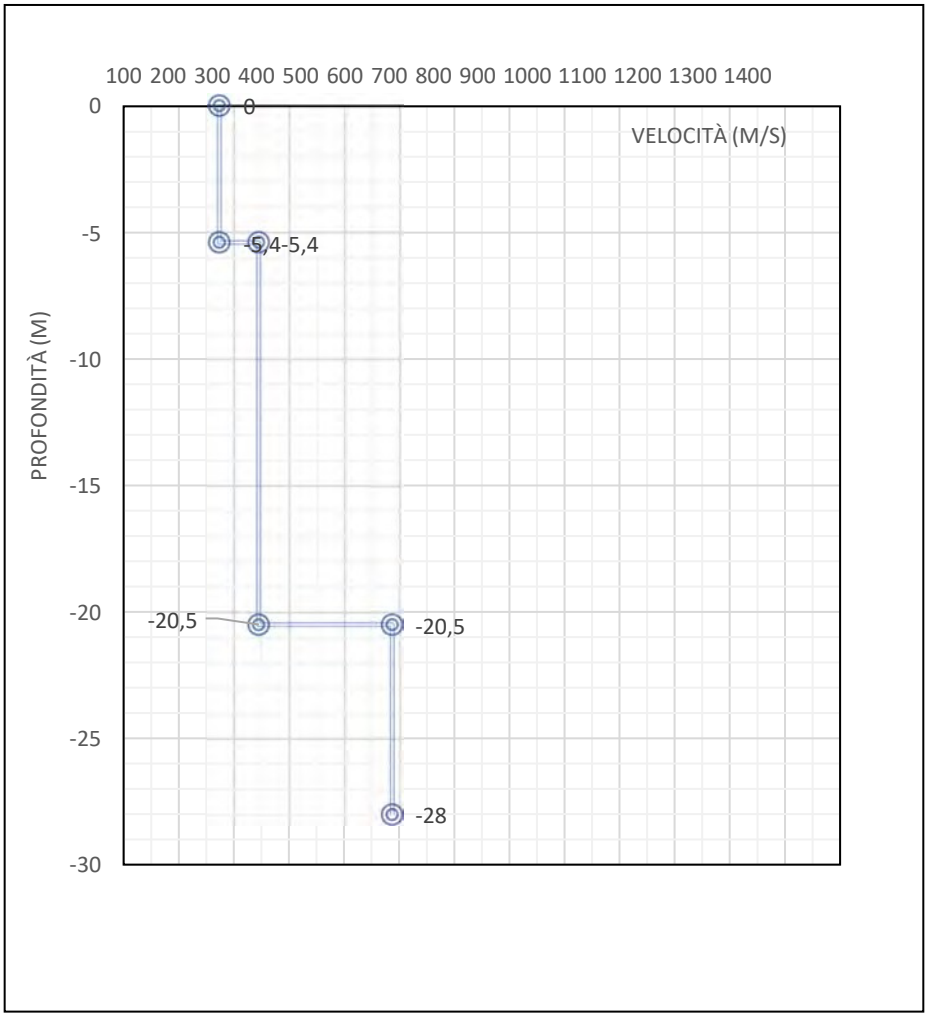


b)

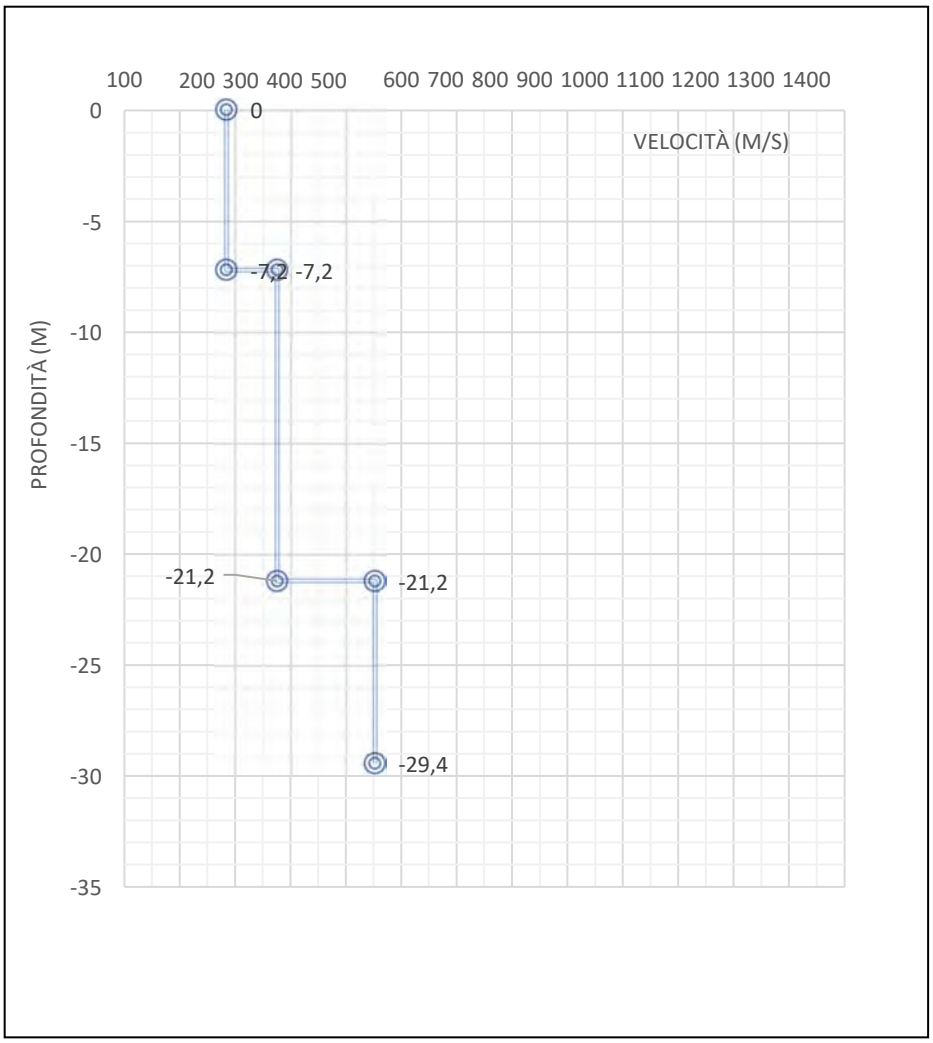
	ReMi 1	
strato	**Profondità (m)**	**Vs (m/s)**
1	0	234
1	-5,6	234
2	-5,6	340
2	-19,5	340
3	-19,5	605
3	-27,8	605
4	-27,8	820
4	-30	820



	ReMi 2	
strato	**Profondità (m)**	**Vs (m/s)**
1	0	274
1	-5,4	274
2	-5,4	345
2	-20,5	345
3	-20,5	586
3	-28	586
4	-28	740
4	-30	740



	ReMi 3	
strato	**Profondità (m)**	**Vs (m/s)**
1	0	285
1	-7,2	285
2	-7,2	376
2	-21,2	376
3	-21,2	552
3	-29,4	552
4	-29,4	760
4	-30	760



Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

Categoria A
Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria B
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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

Categoria D
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

Categoria E
Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

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

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

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato). Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30 , ottenuto ponendo H=30 m nella precedente

espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dati ReMi	**Profilo 1**	
Numero di strati	3	
Profondità piano di posa	0,00 m	
Profondità complessiva	**27,80 m**	
Vs, eq	**384**	**m/s**
Categoria del suolo	**B**	

Dati ReMi	**Profilo 2**	
Numero di strati	4	
Profondità piano di posa	0,00 m	
Profondità complessiva	**30,00 m**	
Vs, eq	**380**	**m/s**
Categoria del suolo	**B**	

Dati ReMi	**Profilo 3**	
Numero di strati	4	
Profondità piano di posa	0,00 m	
Profondità complessiva	**30,00 m**	
Vs, eq	**384**	**m/s**
Categoria del suolo	**B**	

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO B in base al Decreto del 17 gennaio 2018 NTC

09/01/2023

Eseguito Per **Geofisica e Ambiente srls**
Geol. Laura Spalluto
Controllato da: Dott. Giovanni Baudoino

