



Comune di Monteprandone

**P.N.R.R. Missione 4 – Istruzione e Ricerca – Componente 1 – Potenziamento dell’offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università –
Investimento 1.2: Piano di estensione del tempo pieno e mense.
AMPLIAMENTO MENSA SCOLASTICA PRESSO SCUOLA DI INFANZIA COLLE GIOIOSO**

ELABORATO TECNICO

RT_RELAZIONI TECNICHE

**RT
004**

Relazione Geologica

PROGETTAZIONE

COMMITTENTE

Comune di Monteprandone

Piazza dell'Aquila, 1 - 63076 Monteprandone AP
Partita IVA: 00376950440

Il R.U.P. Geom. Pino Cori.....

AGGIORNAMENTO

DATA

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

0

Gennaio 2023

Emissione

1

Marzo 2023

Revisione

REGIONE MARCHE

PROVINCIA ASCOLI PICENO

COMUNE DI MONTEPRANDONE

“AMPLIAMENTO MENSA SCUOLA DELL’INFANZIA IN VIA COLLE GIOIOSO - COMUNE DI MONTEPRANDONE”



REALIZZAZIONE DI STUDIO GEOLOGICO – SISMICO SECONDO IL D.M. 17 GENNAIO 2018
(AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - SUPPLEMENTO
ORDINARIO ALLA “GAZZETTA UFFICIALE N. 42 DEL 20 FEBBRAIO 2018 - SERIE
GENERALE) ENTRATO IN VIGORE NEL MARZO 2018.

DETERMINAZIONE DEI CARATTERI GEOLOGICI E GEOTECNICI DELL’AREA E
DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI CARATTERISTICI DEL SITO.

IL TECNICO GEOLOGO
Dott. Geol. Paolo Bastiani



IL COMMITTENTE
Amministrazione Comunale
di Montepandone

IL TECNICO PROGETTISTA
Ing. Daniele Iacoboni

Sede attività	CAP	Città	Cell.	E-mail	Codice Fiscale	Partita IVA
Via Lombroso, 2	63074	San Benedetto del Tronto (AP)	3209130183	bastiani.p@hotmail.it	BST PLA 71R21 H769A	02208770442

COMUNE DI MONTEPRANDONE

“AMPLIAMENTO MENSA SCUOLA DELL’INFANZIA IN VIA COLLE GIOIOSO - COMUNE DI MONTEPRANDONE”

REALIZZAZIONE DI STUDIO GEOLOGICO – SISMICO SECONDO IL D.M. 17 GENNAIO 2018
(AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (SUPPLEMENTO ORDINARIO
ALLA “GAZZETTA UFFICIALE N. 42 DEL 20 FEBBRAIO 2018 - SERIE GENERALE) ENTRATO
IN VIGORE NEL MARZO 2018.

DETERMINAZIONE DEI CARATTERI GEOLOGICI E GEOTECNICI DELL’AREA E
DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI CARATTERISTICI DEL SITO.

INDICE

1.0 PREMESSA	3
2.0 UBICAZIONE	4
3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
3.1. Geologia generale	8
3.2. Geomorfologia e Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico	11
3.3. Idrogeologia	14
4.0 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEI TERRENI	14
4.1 Ricostruzione litostratigrafica	19
4.2 Caratterizzazione geotecnica del terreno	20
5.0 MODELLO SISMICO: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI UTILI ALLA PROGETTAZIONE	28
5.1 MICROZONAZIONE SISMICA I livello (Attuazione dell’ articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77 OCDPC. 52/2013. PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA. ANNUALITA’ 2012)	28
5.2 Frequenza caratteristica del terreno	32
5.3 Classificazione del suolo	33
5.4 Classificazione topografica	37
6.0 STABILITA’ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	37
6.1 Esclusione della verifica a liquefazione	38
6.2 Considerazione sull’intervento	39
7.0 DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA	39
8.0 FATTIBILITA’ GEOLOGICA DELL’OPERA	40
8.1 Analisi geologica e stratigrafica	40
8.2 Analisi geomorfologica	40
8.3 Analisi idrogeologica	41
8.4 Modello litologico e litotecnico	41
8.5 Microzonazione sismica di I livello	45
8.6 Frequenza caratteristica del terreno	45
8.7 Parametri sismici – categoria di suolo	46
8.8 Parametri sismici - topografia	46
8.9 Suscettibilità a liquefazione	46
8.10 Definizione dell’azione sismica	46

1.0 PREMESSA

La presente relazione intende valutare le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche di un'area dove è previsto un intervento di “AMPLIAMENTO MENSA SCUOLA DELL'INFANZIA IN VIA COLLE GIOIOSO - COMUNE DI MONTEPRANDONE”.

L'elaborato è di supporto alla progettazione dell'opera fornendo specificatamente i dati relativi la successione litostratigrafica puntuale, la caratterizzazione idrogeologica tipica dei luoghi, la parametrizzazione geotecnica del terreno e la caratterizzazione sismica dell'area secondo le norme tecniche NTC 2018.

Lo studio è stato articolato attraverso le seguenti fasi:

- a) Rilevamento di campagna ed acquisizione dati esistenti;
- b) caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica del sito;
- c) caratterizzazione geotecnica delle unità litologiche individuate;
- d) valutazione dei parametri sismici dell'area;
- e) fattibilità dell'opera.

La campagna geognostica e sismica a cui si fa riferimento per lo sviluppo del lavoro, si compone di:

Indagini reperite (settembre 2018) costituite da n. 2 prove penetrometriche dinamiche per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del terreno e n. 3 prove sismiche per l'individuazione delle unità sismostratigrafiche, la velocità delle onde P ed S e le frequenze caratteristiche del terreno;

Indagini di nuova realizzazione (novembre 2022) costituite da n. 1 prova penetrometrica dinamica, n. 1 prova sismica tipo masw e n. 1 prova sismica tipo hvrs.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La relazione che segue viene redatta secondo quanto richiesto dal D.M. 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale) entrato in vigore nel marzo 2018.

Le normative di riferimento di cui ci si avvale per la stesura dell'elaborato in questione sono le seguenti:

D.M. LL.PP. del 11/03/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

D.M. 17 Gennaio 2018

Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale) entrato in vigore nel marzo 2018.

Circolare esplicativa Norme Tecniche per le Costruzioni del 21 gennaio 2019 n. 7: “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

2.0 UBICAZIONE

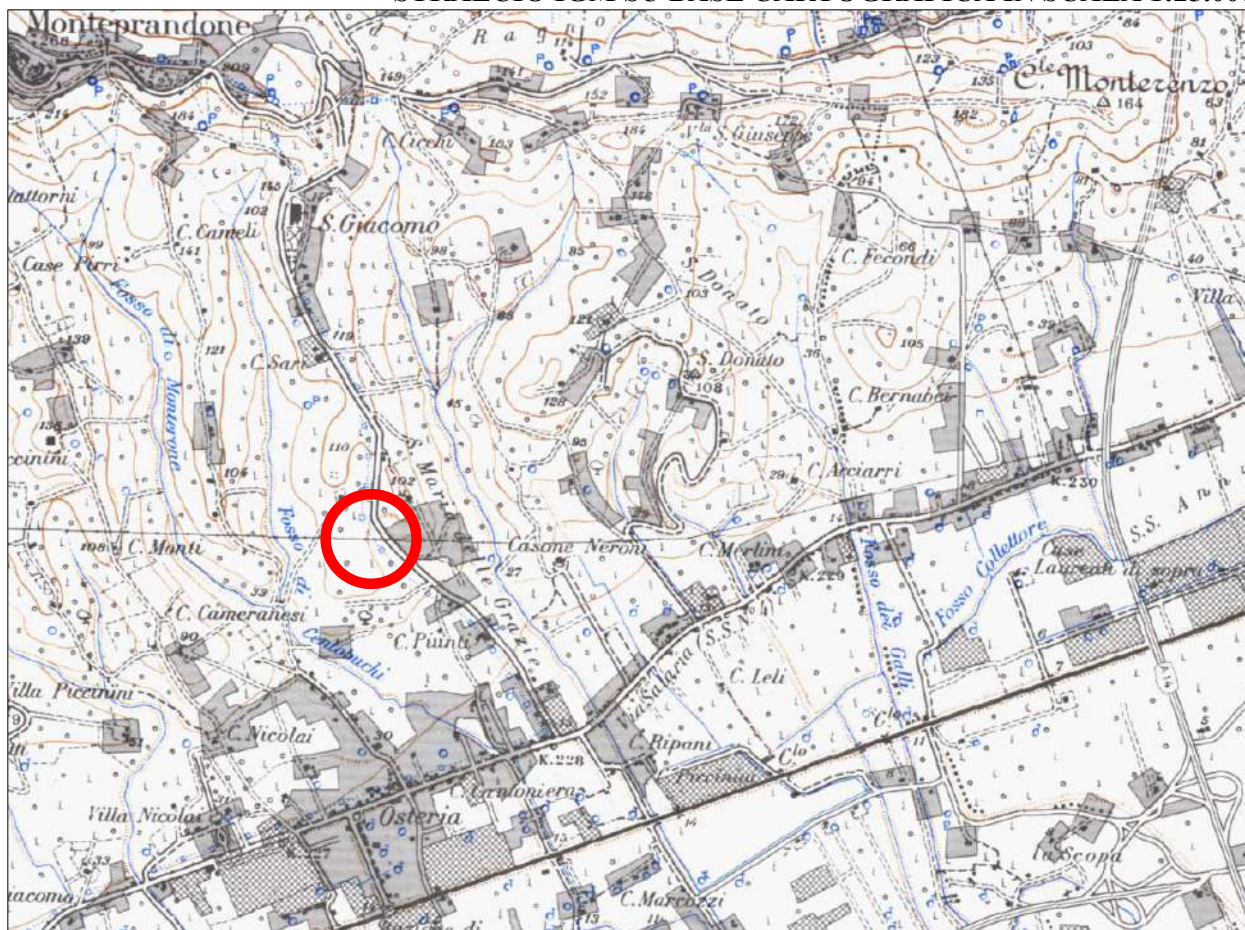
L'area in esame si colloca a sud-est del centro abitato di Monteprandone in Via San Luigi Gonzaga ad ovest della strada principale di Via San Giacomo (località Colle Gioioso).

In generale l’area è inquadrabile topograficamente sulla tavoletta 1:25000 "Colonnella", quadrante I SE del Foglio 133 della Carta d'Italia IGM.

L’area oggetto di valutazione è compresa nel foglio 20, particella 1172 del catasto terreni del comune di Monteprandone.

Per meglio identificare l’area si rimanda alla visione degli stralci cartografici di seguito riportati.

STRALCIO IGM SU BASE CARTOGRAFICA IN SCALA 1:25.000



STRALCIO C.T.R. SU BASE CARTOGRAFICA 1:10.000

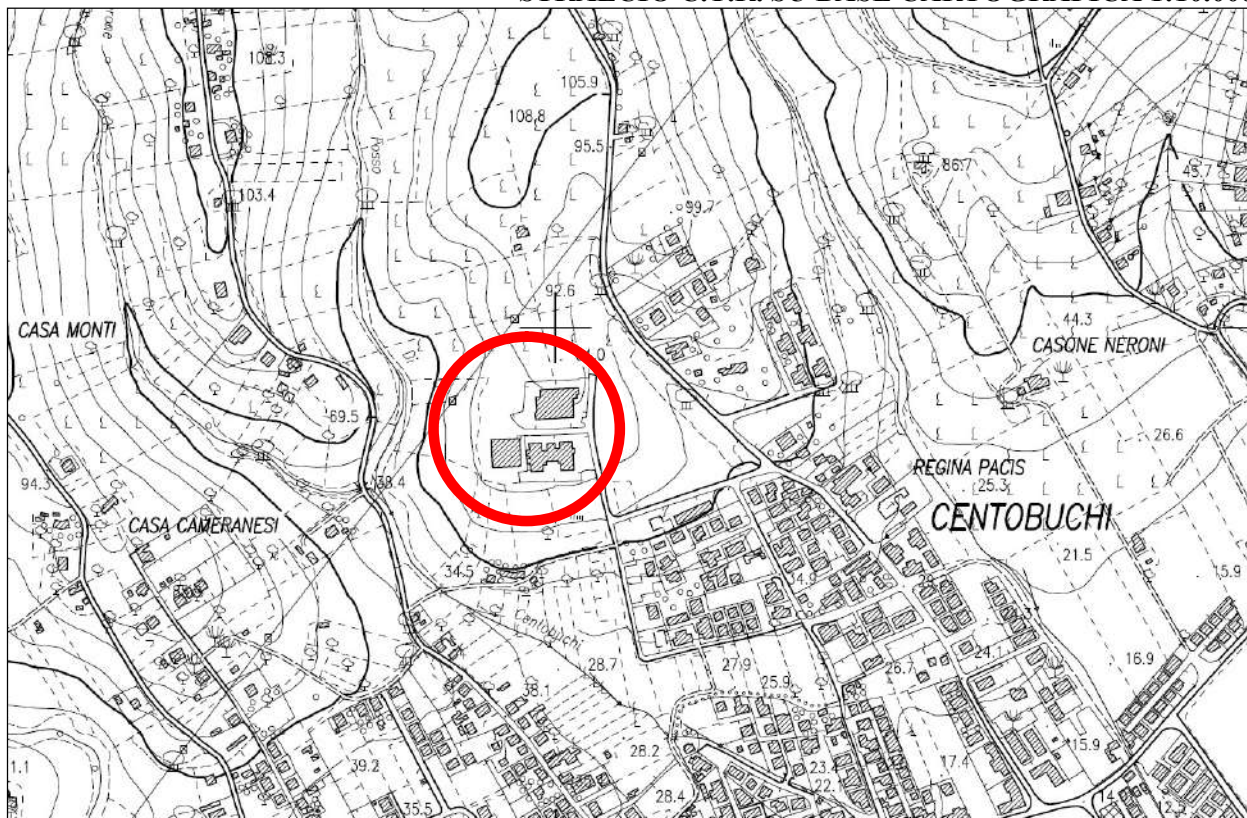


FOTO DA SATELLITE



**INGRANDIMENTO FOTO DA SATELLITE
LOCALIZZAZIONE SITO:**

WG584 - Lat 42.904294 - Lng 13.848379

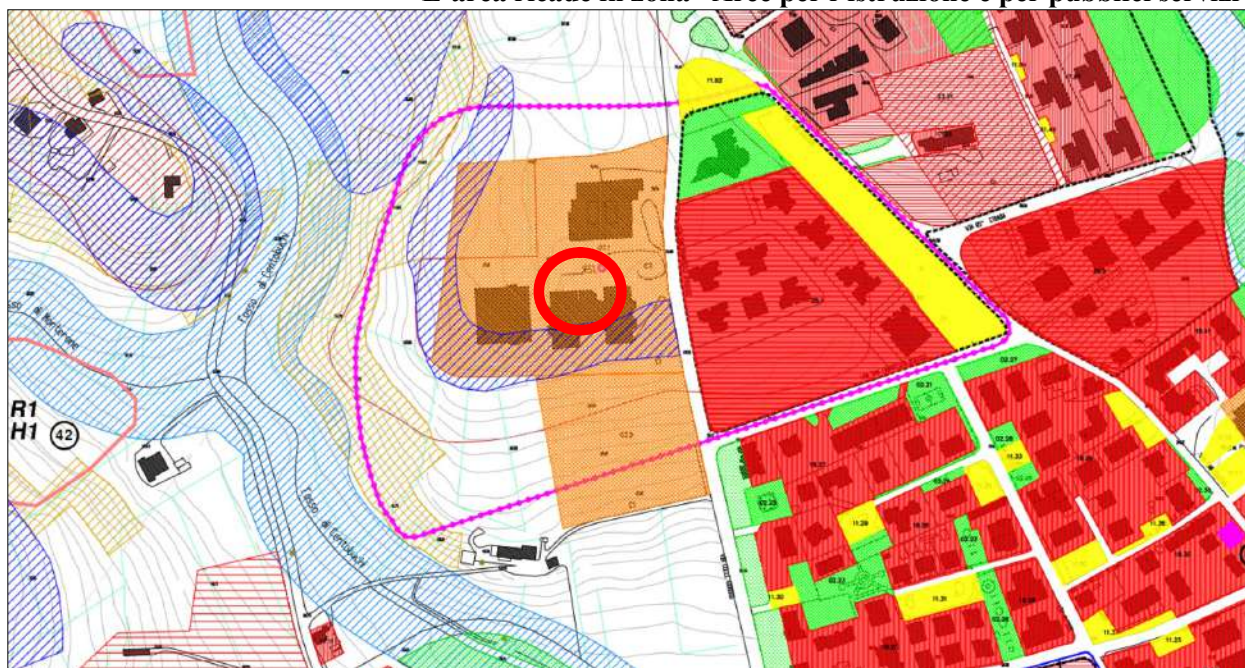
ED50 - Lat 42.905250 - Lng 13.849289

quota sul livello del mare: 74 m.s.l.m.



STRALCIO P.R.G.

L'area ricade in zona “Aree per l'istruzione e per pubblici servizi”



LEGENDA STRALCIO P.R.G.

TUTELA	ATTREZZATURE	PARTI CONSOLIDATE	PARTI IN EVOLUZIONE	INDICAZIONI
<p>Art. 21: Ambiti di tutela dei corsi d'acqua</p> <p>Art. 22: Ambiti di tutela dei crinali</p> <p>Art. 23: Ambiti di tutela dei versanti</p> <p>Art. 24: Linea di inviluppo vincolo idrogeologico</p> <p>Art. 25: Aree a rischio idrogeologico per dissesti da frana P.A.I. Tronto</p> <p>Art. 26: Aree Calanchive</p> <p>Art. 27: Zona di protezione delle aree calanchive</p> <p>Art. 28: Ambiti di pericolosità geologica</p> <p>Art. 29: Area di possibile espansione P.A.I. Tronto</p> <p>Art. 30: Ambito di tutela riserva lica "Fontevico"</p> <p>Art. 31: Zona di protezione riserva lica "Fontevico"</p> <p>Art. 32: Ambiti di tutela per centri nuclei e manufatti storici</p> <p>Art. 33: Perimetro di rispetto paesaggistico</p> <p>Art. 34: Zone archeologiche di quasi certo movimento</p> <p>Art. 35: Perimetrazione beni paesaggistici ex art. 13 comma 1 lett. b) D.Lgs. 42/2004 ex Legge 431/85</p> <p>Art. 36: Alberature di particolare pregio</p> <p>Art. 37: Aree con vegetazione boschiva</p> <p>Art. 38: Strada consolare romana</p>	<p>Servizi</p> <p>Art. 39: Attrezzature civiche</p> <p>Art. 40: Verde pubblico attrezzato</p> <p>Art. 41: Aree per istruzione</p> <p>Art. 42: Aree per attrezzature religiose</p> <p>Art. 43: Aree per pubblici servizi</p> <p>Art. 44: Aree cimiteriali</p> <p>Art. 45: Verde sportivo pubblico</p> <p>Art. 46: Verde di rispetto</p> <p>Art. 47: Verde sportivo privato</p> <p>Mobilità</p> <p>Art. 48: Viabilità</p> <p>Art. 49: Viabilità privata</p> <p>Art. 50: Parcheggi pubblici</p> <p>Art. 51: Aree per strutture di servizio alla viabilità</p> <p>Art. 52: Aree ferroviarie</p> <p>Art. 53: Parcheggi privati</p>	<p>Interesse storico</p> <p>Art. 54: Tessuto storico</p> <p>Art. 55: Parchi e giardini di interesse storico ambientale</p> <p>Art. 56: Edifici extraurbani di valore storico-architettonico</p> <p>Art. 57: Fabbricati di categoria "A1"</p> <p>Art. 58: Fabbricati di categoria "B1"</p> <p>Art. 59: Edifici urbani di valore storico-architettonico</p> <p>Agricole</p> <p>Art. 60: Aree agricole diffuse</p> <p>Art. 61: Aree agricole in contesti di rilevanza paesistica ambientale e testimoniale</p> <p>Residenziali</p> <p>Art. 62: Tessuto prevalentemente residenziale a media densità</p> <p>Art. 63: Aree con edifici esistenti in zone di nuova urbanizzazione</p> <p>Art. 64: Tessuto prevalentemente residenziale a media densità</p> <p>Art. 65: Tessuto prevalentemente residenziale ad alta densità</p> <p>Art. 66: Tessuto consolidato di recupero ambientale</p> <p>Attività commerciali e di servizio</p> <p>Art. 67: Tessuto produttivo commerciale misto</p> <p>Attività produttive</p> <p>Art. 68: Tessuto produttivo artigianale</p> <p>Art. 69: Edifici produttivi extraurbani (Cat. C art. 16 P.T.C.)</p>	<p>Residenziali</p> <p>Art. 70: Tessuto prevalentemente residenziale a bassa densità</p> <p>Art. 71: Tessuto prevalentemente residenziale a media densità</p> <p>Art. 72: Tessuto prevalentemente residenziale ad alta densità</p> <p>Art. 73: Tessuto prevalentemente residenziale a bassa densità</p> <p>Art. 74: Tessuto prevalentemente residenziale a media densità</p> <p>Art. 75: Tessuto prevalentemente residenziale a bassa densità</p> <p>Art. 76: Tessuto prevalentemente residenziale a media densità</p> <p>Art. 77: Tessuto prevalentemente residenziale a bassa densità</p> <p>Attività turistiche alberghiere</p> <p>Art. 78: Aree alberghiere</p> <p>Attività commerciali e di servizio</p> <p>Art. 79: Tessuto produttivo commerciale misto</p> <p>Art. 80: Tessuto prevalentemente commerciale</p> <p>Attività produttive</p> <p>Art. 81: Tessuto produttivo artigianale</p> <p>Art. 82: Aree per attrezzature tecnico distribuite</p> <p>Aree assoggettate a procedimenti unici semplificati</p> <p>Art. 83: Aree assoggettate a procedure D.P.R. 447/95 e succ. modif.</p> <p>Art. 84: Aree assoggettate a procedure D.Lgs. 22/97 e succ. modif.</p>	<p>Linea di inviluppo del Tessuto consolidato di recupero ambientale</p> <p>E.R.P. Area per Edilizia Residenziale Pubblica</p> <p>Linea di inviluppo dei comuni</p> <p>Inviluppo del tessuto prevalentemente residenziale di recupero ambientale a bassa densità</p> <p>Linea di inviluppo P.U.D.</p> <p>Zona P.R.A.S.I. (P.T.C.)</p>
<p>n° n° rilievo D.P.G.P. n° 98 dell'11/07/2017</p> <p>Individuazione indicativa area oggetto del rilievo</p>				

STRALCIO PLANIMETRIA CATASTALE Foglio n 20 particella 1172



3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. Geologia generale

Dal punto di vista geologico, il sito in esame appartiene al bacino marino periadriatico marchigiano–abruzzese, che nel corso del Plio-Pleistocene ha subito un graduale colmamento per opera di depositi torbidity di provenienza occidentale. Il generale fenomeno di sollevamento, che ha raggiunto la sua fase culminante a partire dal Pleistocene inferiore, ha determinato l'innalzamento dei suddetti depositi fino a qualche centinaio di metri sul livello del mare. L'innalzamento tettonico ha dato luogo alla formazione di strutture plicative aventi vergenza Nord-orientale, in modo tale da assumere l'aspetto di una blanda monoclinale con inclinazione degli strati variabile dagli 8°, nelle zone più interne, fino alla sub-orizzontalità in prossimità della costa. Il suddetto motivo strutturale è talvolta interrotto dalla presenza di faglie di età pleistocenica, con componente del movimento perlopiù normale, per le quali talune volte è ancora riscontrabile uno stato di attività. E' importante evidenziare che l'area oggetto di studio non è interessata dalla presenza di faglie e che le litologie di cui alla sequenza sopra descritta sono in zona rappresentate dalle argille di base che aprono appunto la sequenza negativa dei litotipi che colmano il bacino. Tali depositi sono poi variamente ricoperti da una coltre di sedimenti alluvionali, depositatisi a partire dal Pleistocene inf. a seguito dell'intensa attività tettonica che ha determinato un notevole aumento dell'energia di rilievo, nonché a seguito dell'alternarsi di fasi climatiche fredde a fasi climatiche calde. Tutto ciò ha dato luogo alla formazione del tipico terrazzamento fluviale, ampiamente osservabile in sinistra orografica del Fiume Tronto dove il sito oggetto di studio è topograficamente ubicato.

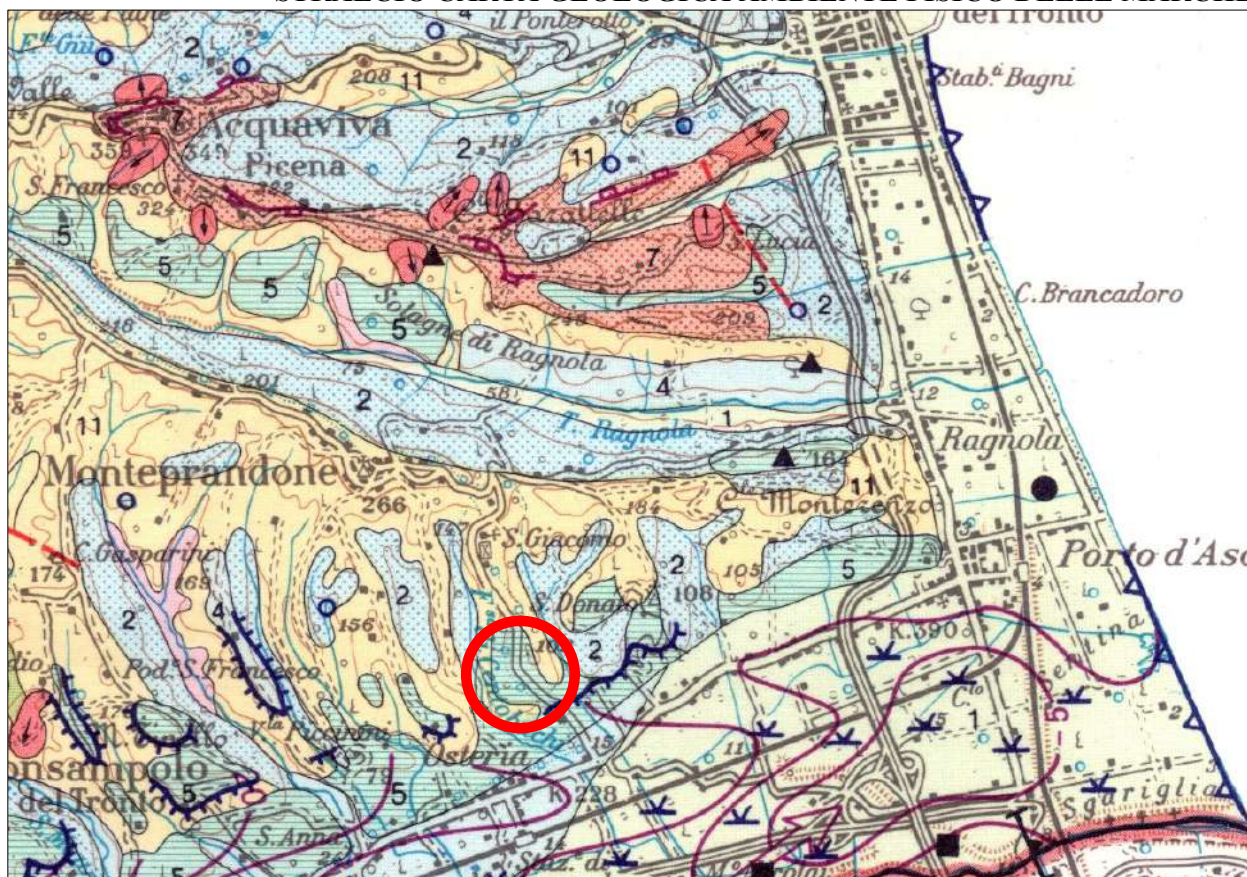
In linea generale la successione litologica tipo dell'area è costituita dal basso verso l'alto, da:

Argille: depositi argillosi-marnosi-siltosi grigio bluastrì di ambiente di piattaforma, intercalati a sottili livelli di sabbia giallastra;







Depositi terrazzati del Fiume Tronto: questa unità interessa il sito in studio ed è caratterizzata da terreni a granulometria mista da limi sabbiosi e argillosi a sabbie e ghiaie in alternanza.

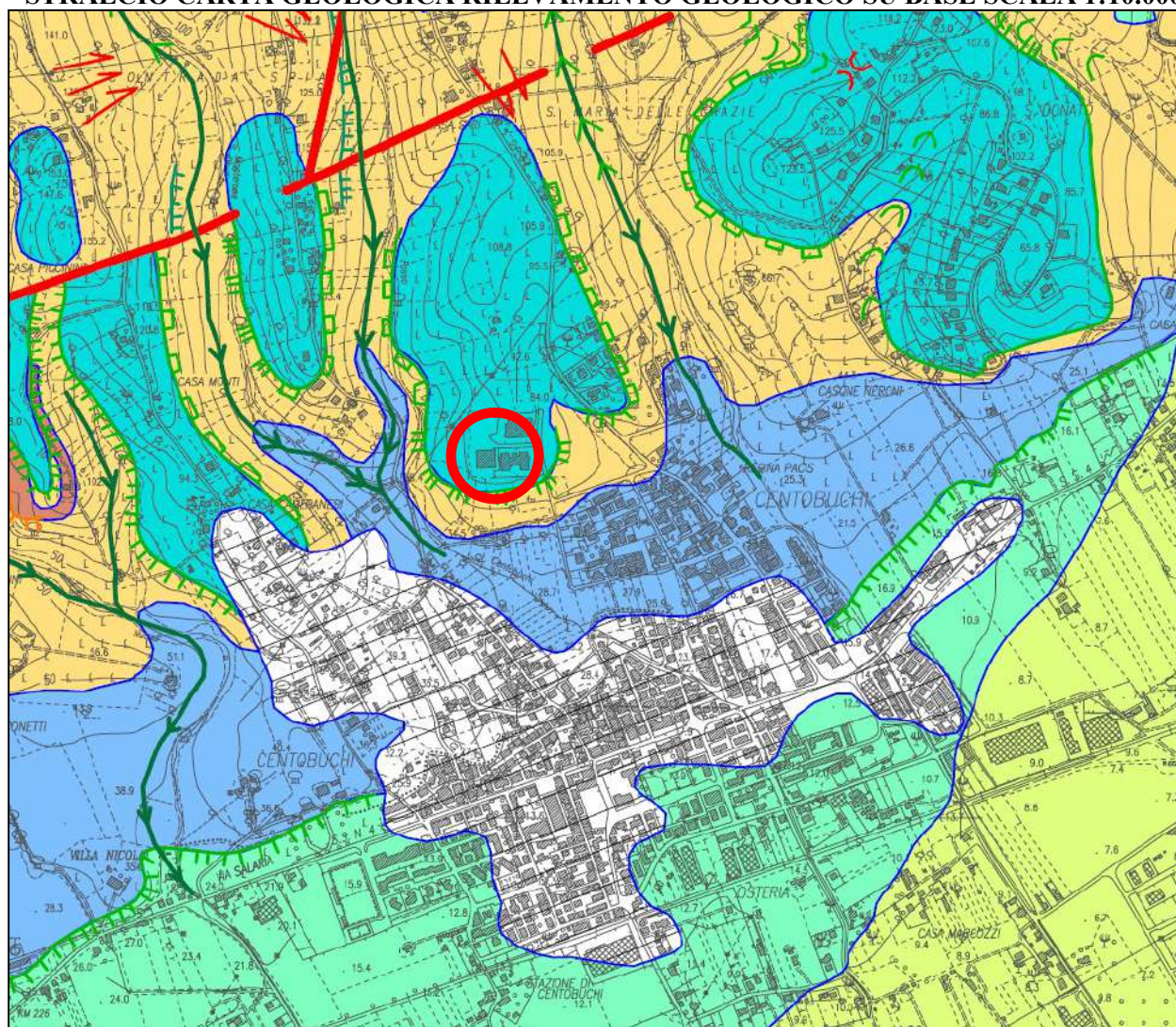
Depositi eluvio colluviali: questa unità è di ricoprimento del terrazzo e della formazione argillosa e si presenta granulometricamente varia a seconda delle unità di alterazione presenti in sito. Possono dunque variare da limi sabbiosi a ghiaie e sabbie in prossimità degli antichi terrazzi alluvionali del Fiume Tronto a terreni più limoso sabbiosi e limoso argillosi verso il basso in prossimità della formazione argillosa.

STRALCIO CARTA GEOLOGICA AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE



LEGENDA STRALCIO CARTA GEOLOGICA AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE

	1. Alluvioni attuali e recenti		2. Depositi eluvio-colluviali
	4. Alluvioni terrazzate (P.sup)		5. Alluvioni terrazzate (P.med.)
	7. Conglomerati e sabbie di tetto		11. Peliti



SCALA 1: 10.000

LITOLOGIE E FORME MORFOLOGICHE

- depositi alluvionali recenti
- terrazze alluvionali di f1 antica
- terrazze alluvionali di f2 recente
- terrazze alluvionali di f3 orologiaio
- terrazze alluvionali di f4 casale
- petiti depositi da apilutali e neritici
- torbidite pelliche e pellico-arenacee;
depositi di margine e di riempimento di canali sedimentari
- torbidite arenacee e arenazoc-pelliche;
depositi di riempimento di canali sedimentari ed di depressioni

TETTONICA

l'ipoteo la fessura presente

a b
 c d
c. detto "olografico"
d. presunto

FORME STRUTTURALI

orlo di scarpata con influenza strutturale
 $h < 5 \text{ m}$

FORME, DEPOSITI E PROCESSI DOVUTE ALLA GRAVITA'

erosione attiva erosione passiva
a. scarpate di frana $> 15^\circ$
b. scarpate di frana $< 15^\circ$
c. colamenti
d. siconamento
e. orofio
f. deformazioni superficiali
g. polifusce e crepi deformazioni
h. non classificabile

scarpate strutturali microdeflate da processi di degradazione orlo di frana
 $h < 5 \text{ m}$

scarpate di erosione fluviale
 $h < 5 \text{ m}$

scarpate di erosione fluviale
 $5 \text{ m} < h < 10 \text{ m}$

scarpate di erosione fluviale
 $10 \text{ m} > h > 20 \text{ m}$

scarpate di erosione fluviale
 $h > 20 \text{ m}$

FORME DEPOSITI E PROCESSI DOVUTE ALL'AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

orlo di scarpata di erosione torrentizia

cono detritico

azoto di riasseppimento concentrato

riasseppimento diffuso

valle a "Y" valle a "ORONCA"

FORME E PROCESSI SUPERFICIALI IN ORIGINE ANTROPICA E/O ANIMALE

incanalicato antropizzato

fenomeni di espansione

area urbanizzata

S.A.G.I.
STUDIO ASSOCIATO
DI GEOLOGIA E INGEGNERIA

Rilevamento geologico a cura di:
dott. geol. Primo Falconi, dott. geol. Nazzareno Romani

3.2. Geomorfologia e Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Dal punto di vista geomorfologico l'attuale conformazione dell'area oggetto di studio e delle zone ad essa adiacenti è strettamente legata a quei processi morfogenetici che, nel tempo, ne hanno modificato la naturale conformazione.

L'area si imposta su un dominio ben definito caratterizzato dalla piana alluvionale e dal paesaggio fluviale del Fiume Tronto, dove affiorano litologie prevalentemente limoso sabbiose e limoso argillose con possibile presenza di livelli e/o lenti ghiaioso sabbiose appartenenti al terrazzo antico; le granulometrie diventano poi gradualmente sempre più fini sino al passaggio con la sottostante formazione argillosa pleistocenica.

Il paesaggio in questione risulta inciso da due corsi d'acqua tributari di sinistra del Fiume Tronto che prendono il nome di Fosso Centobuchi e Fosso Valluccio.

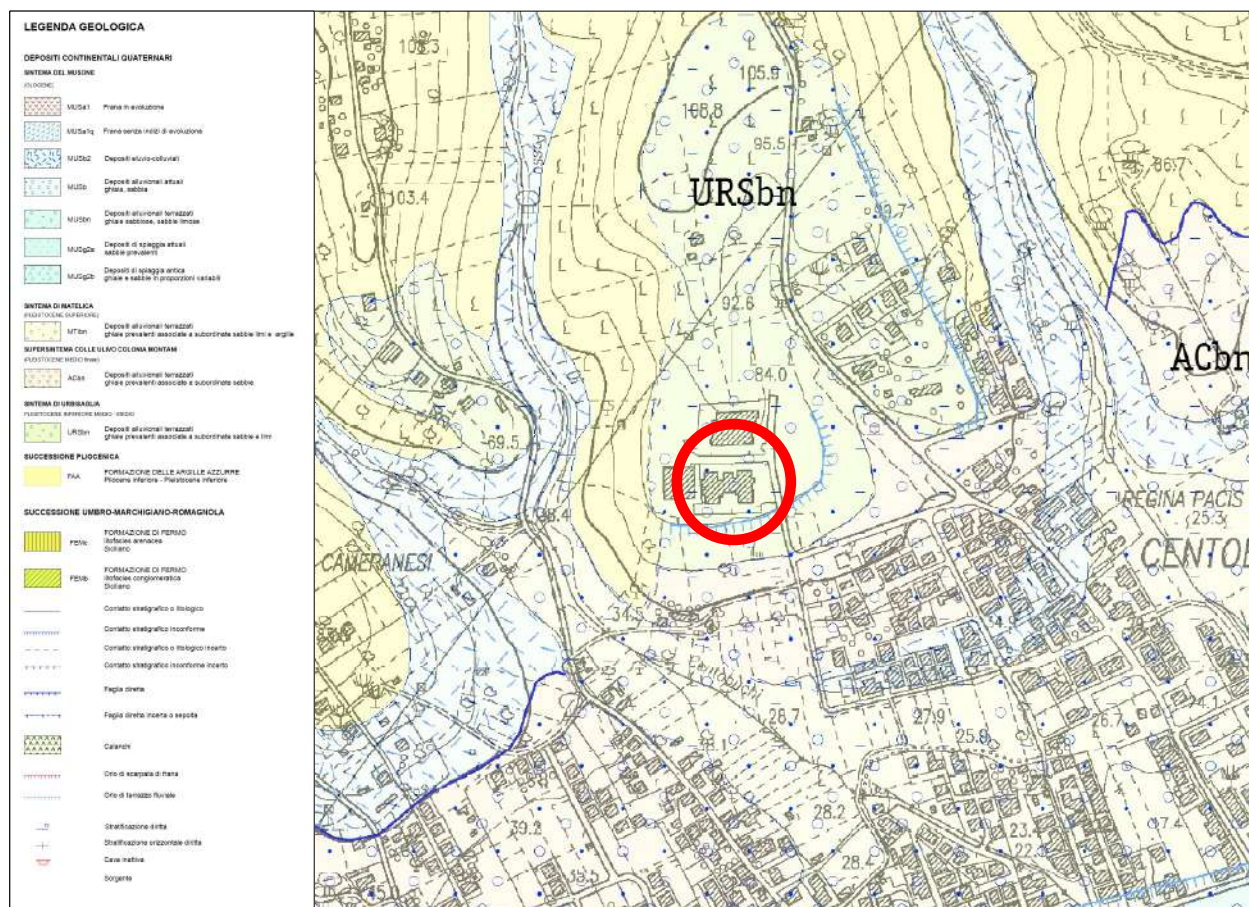
L'originario terrazzo alluvionale del Tronto risulta in gran parte smembrato dall'azione erosiva dei due corsi d'acqua, ed obliterato a valle da litologie a granulometria più fine che poi fanno da passaggio alla sottostante formazione argillosa di base. L'incisione lineare dei due corsi d'acqua ha dato origine ad una forma crinalica che fa da spartiacque tra i due bacini di competenza.

Il versante occidentale e quello meridionale del crinale, in prossimità dei quali è ubicata l'area d'intervento, si presentano generalmente regolari e degradanti con una pendenza pressoché costante valutabile intorno al 18-23% (10°-13°).

La regolarità dei versanti viene interrotta da una scarpata di origine antropica che modella la parte sommitale sub pianeggiante di Colle Gioioso.

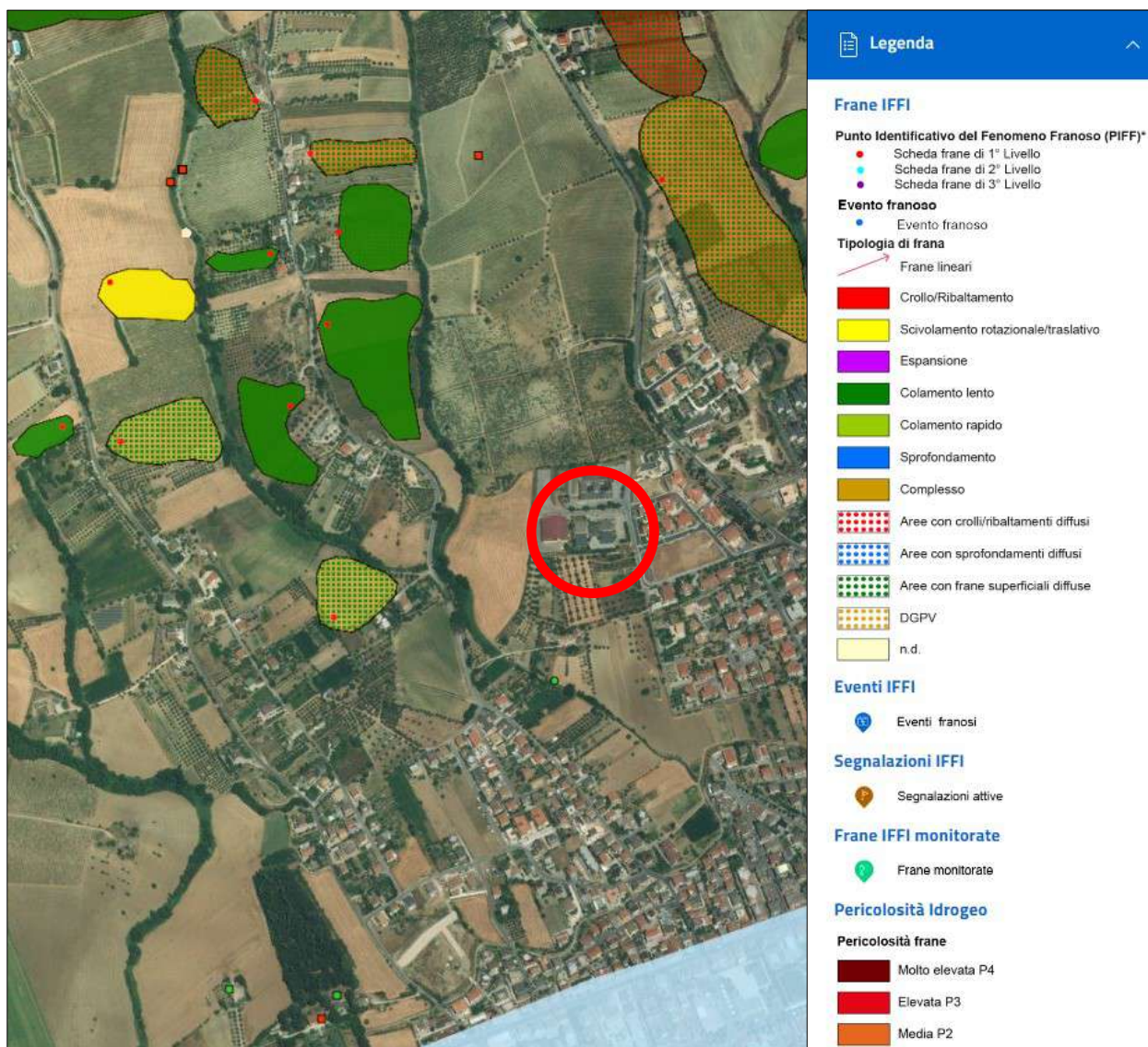
La Carta Geologica Geomorfologica, il Progetto IFFI ed il Piano Assetto Idrogeologico, non cartografano alcun dissesto che interessi l'area in analisi.

CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA SU BASE CTR 10.000

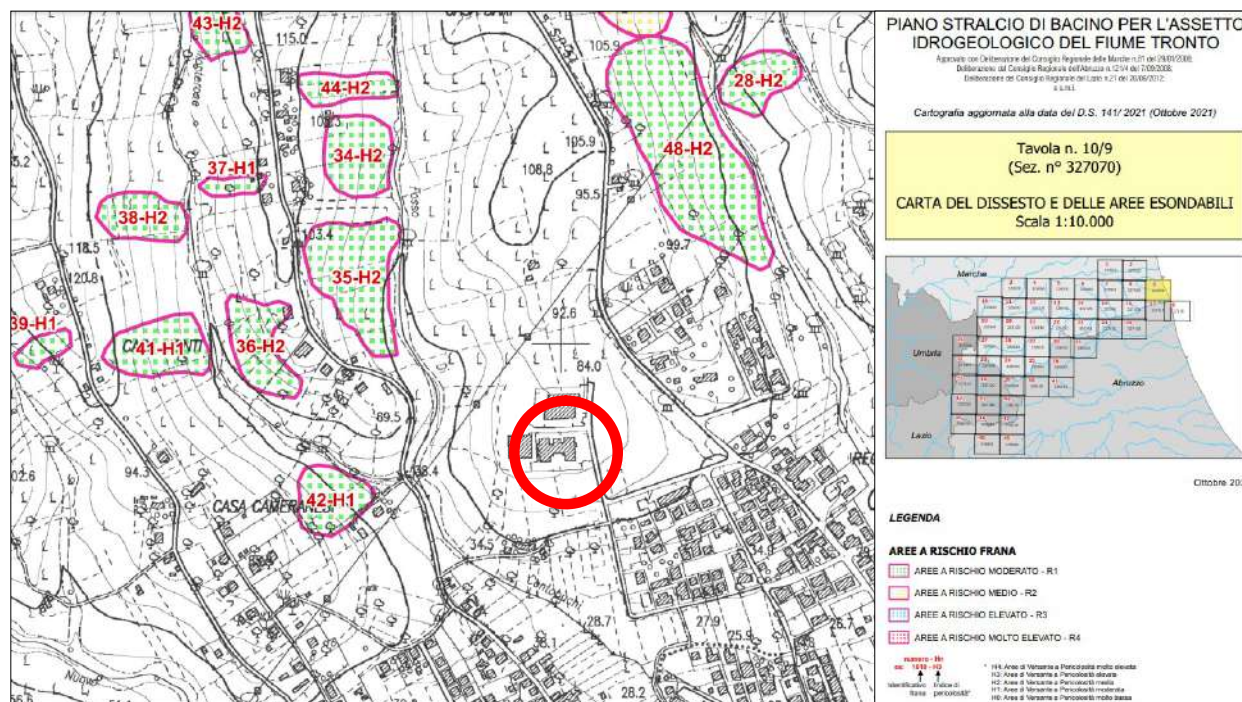


L'AREA RICADE SUI DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI ANTICHI DEL FIUME TRONTO

CARTA DEI DISSESTI-PROGETTO IFFI



L'AREA NON RICADE ALL'INTERNO DI FENOMENI DI DISSESTO



L'AREA IN ESAME RICADE AL DI FUORI DELLE AREE DEFINITE A RISCHIO DAL PAI

3.3. Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, a seguito delle indagini effettuate in sito non è stata intercettata nessuna falda. Il terreno può presentare variazioni in umidità a seguito delle precipitazioni locali e della filtrazione verso il basso. La variazione del contenuto in acqua e della plasticizzazione del terreno di riporto nonché di quello in posto, interessa una porzione limitata di sezione superficiale che non va oltre ai 2.00m al di sotto di quello naturale.

4.0 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEI TERRENI

La determinazione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni presenti scaturisce dai dati acquisiti da una campagna geognostica effettuata in sito e su un lotto adiacente a quello in analisi.

La campagna geognostica in questione si compone di:

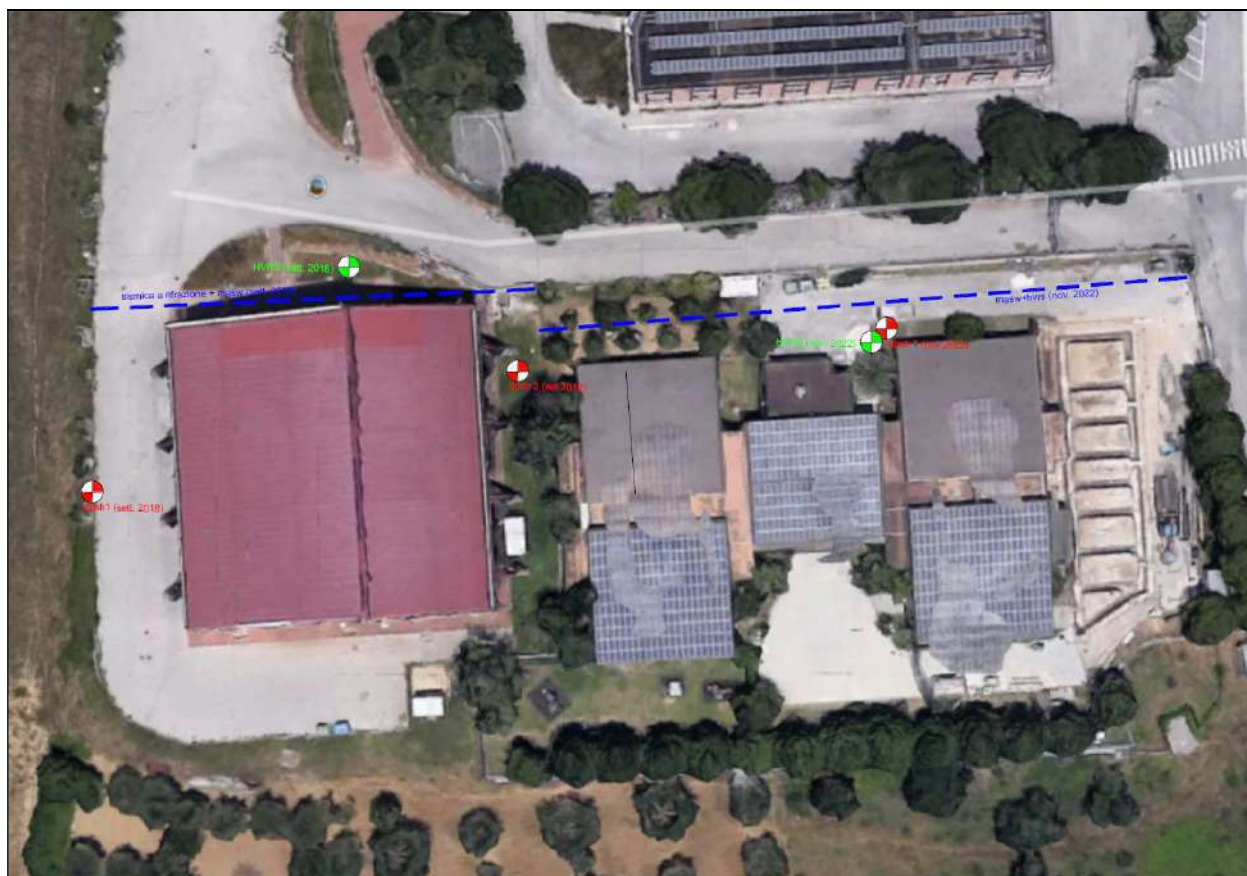
- Indagini reperite realizzate su un lotto adiacente e datate settembre 2018, consistite in n. 2 prove penetrometriche dinamiche dpsh, per la caratterizzazione stratigrafica

e geotecnica del terreno, e n. 3 prove sismiche, per l'individuazione delle unità sismostratigrafiche, la velocità delle onde P ed S e le frequenze caratteristiche del terreno;

- indagini di nuova realizzazione all'interno del lotto in analisi e datate novembre 2022, consistite in n. 1 prova penetrometrica dinamica dpsh, n. 1 prova sismica tipo masw e n. 1 prova sismica tipo hvrs.

Di seguito la planimetria con ubicazione delle indagini e sintesi dei risultati stratigrafici e geotecnici di caratterizzazione.

RILIEVO FOTO DA SATELLITE CON UBICAZIONE INDAGINI

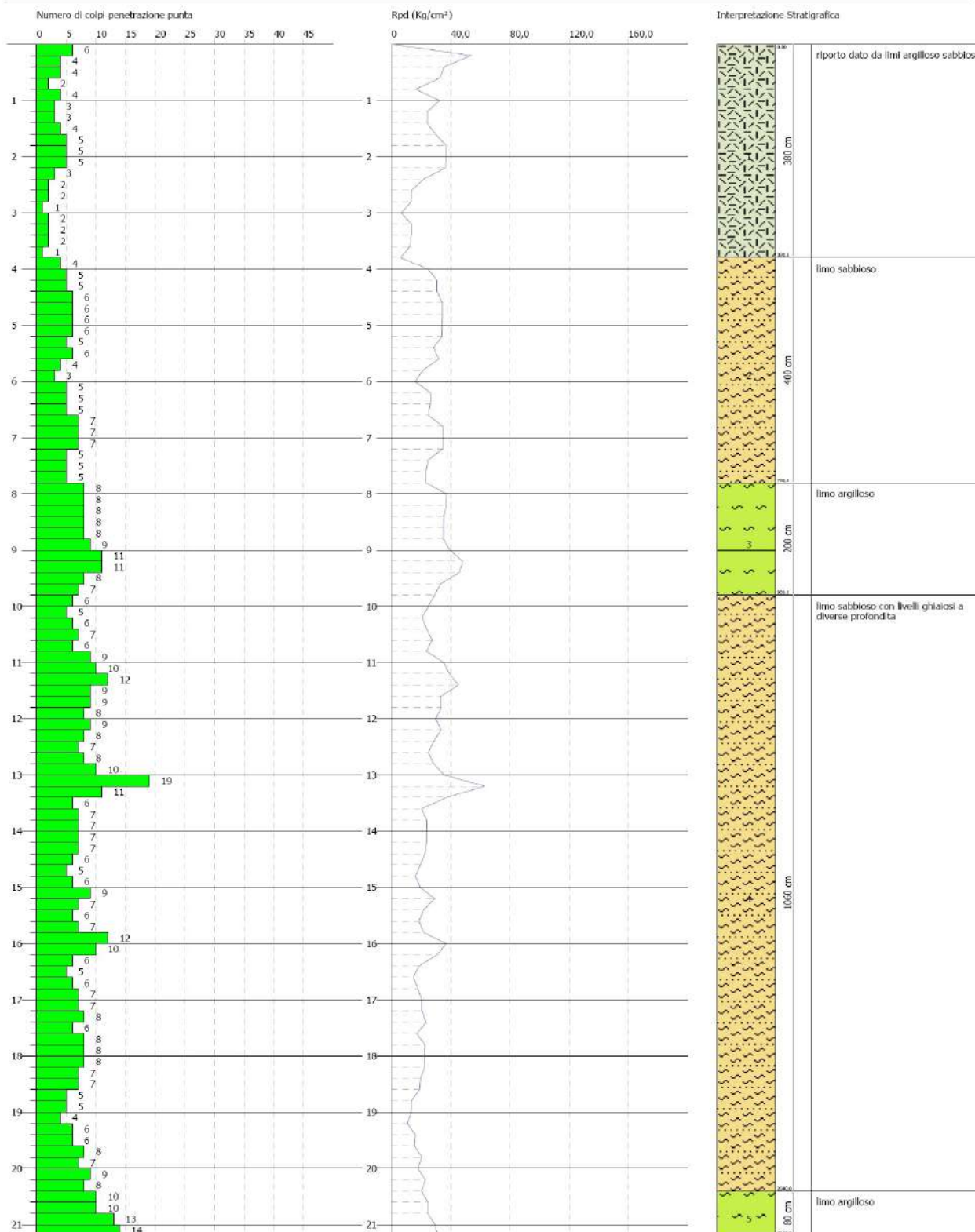


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione comunale di Montepandone
Descrizione: Palestra comunale
Località: Montepandone (AP)

Data: 20/09/2018

Scala 1:9'

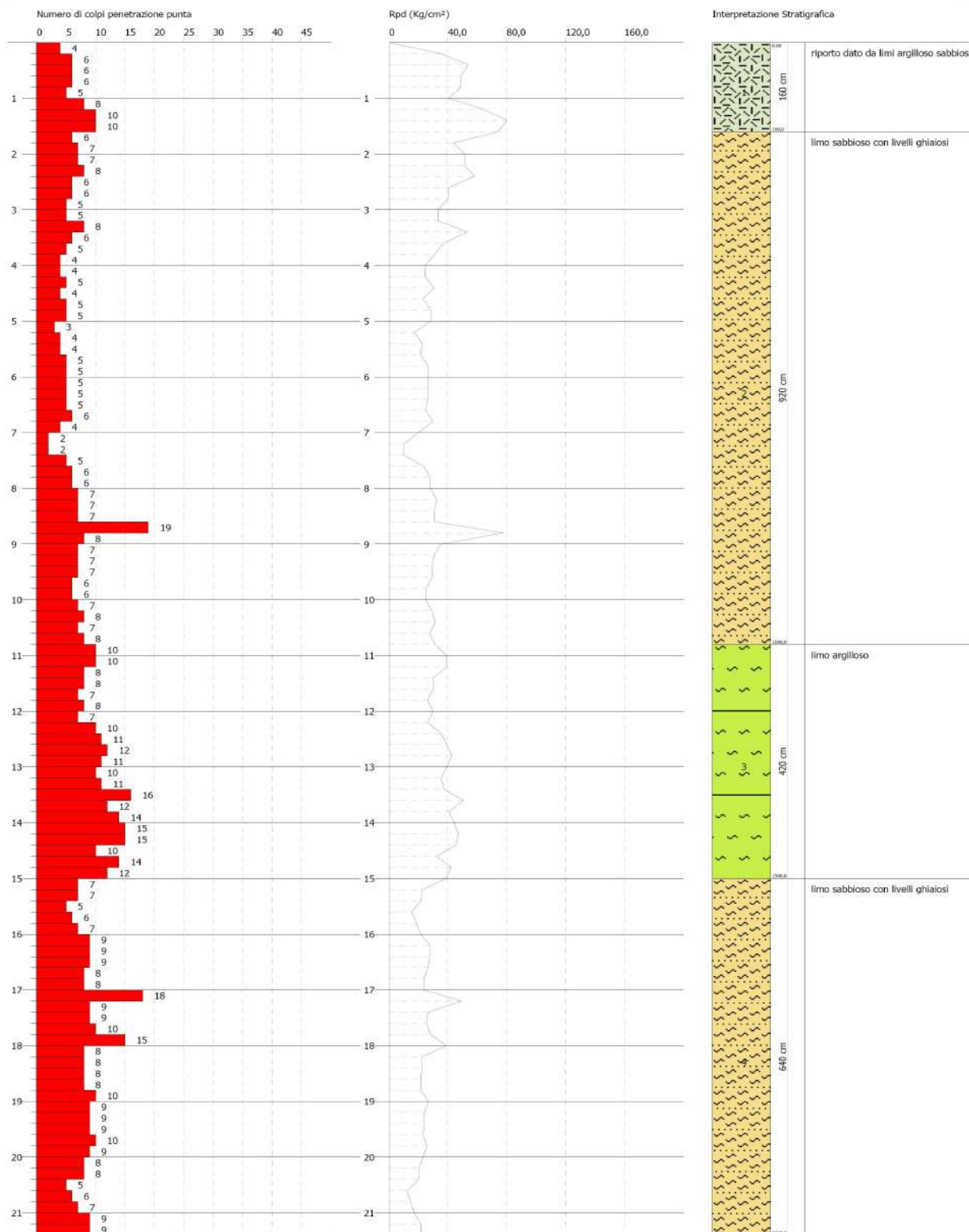


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione comunale di Montepandone
Descrizione: Palestra comunale
Località: Montepandone (AP)

Data: 21/09/2018

Scala 1:9

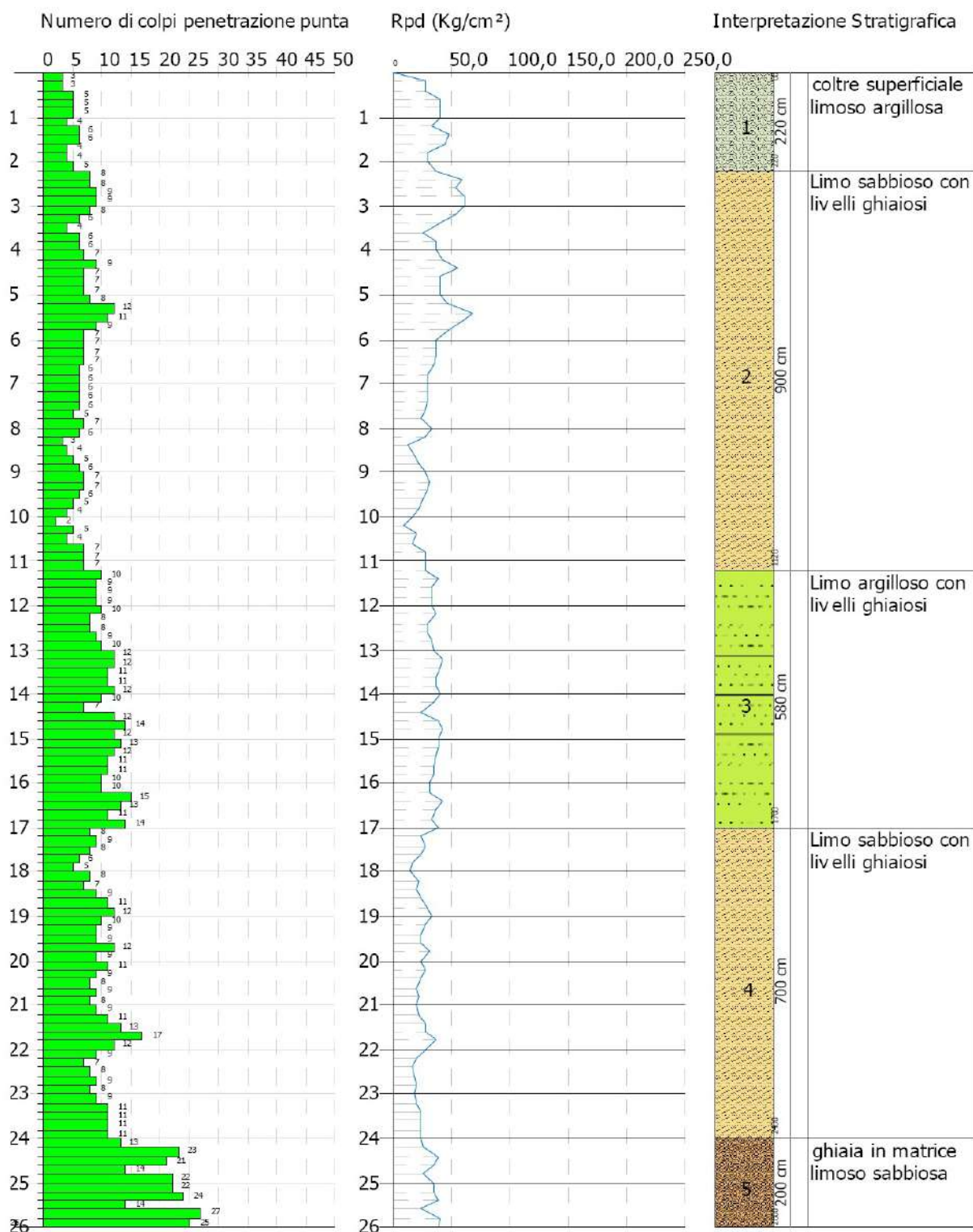


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione Comunale di Montepandone (AP)
Descrizione: Rif: nuov e mensa scolastica scuola Colle Gioioso
Localita': Montepandone (AP)

25/11/2022

Scala 1:12



4.1 Ricostruzione litostratigrafica

I dati acquisiti dalle indagini hanno permesso di ricostruire la stratigrafia locale sino ad una profondità massima di 26.00m dal p.c.

I risultati ottenuti sono di seguito riportati.

Stratigrafia DPSH1 SETT. 2018

da 0.00 a 3.80m	Riparto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi
da 3.80 a 7.80m	limo sabbioso
da 7.80m a 9.80m	limo argilloso
da 9.80m a 20.40m	limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità
da 20.40m a 21.20m f.p.	limo argilloso

Stratigrafia DPSH2 SETT. 2018

da 0.00 a 1.60m	coltre costituita prevalentemente da limi argilloso sabbiosi
da 1.60 a 10.80m	limo sabbioso con livelli ghiaiosi
da 10.80m a 15.00m	limo argilloso
da 15.00m a 21.40m f.p.	limo sabbioso con livelli ghiaiosi

Stratigrafia DPSH2 NOV. 2022

da 0.00 a 2.20m	coltre superficiale limoso argillosa
da 2.20 a 11.20m	limo sabbioso con livelli ghiaiosi
da 11.20m a 17.00m	limo argilloso con livelli ghiaiosi
da 17.00m a 24.00m	limo sabbioso con livelli ghiaiosi
da 24.00m a 26.00m f.p.	ghiaia in matrice limoso sabbiosa

Durante le indagini e le verifiche successive in foro strumentato con piezometro (dps h 1 nov. 2022), non è stata riscontrata presenza di falda, ma solamente tracce di umidità nella sezione più superficiale del terreno esposta agli agenti esogeni.

4.2 Caratterizzazione geotecnica del terreno

Attraverso i dati delle indagini è stato possibile individuare diverse unità litotecniche.

Le unità sono distinte e parametrizzate come segue:

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 1 SETT. 2018

Unità 1: Riporto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi (da 0.00m a 3.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 1.74$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 1.88$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 0.29$ kg/cmq coesione non drenata

$E_d = 28.45$ kg/cmq modulo di deformazione

$E_y = 46.50$ kg/cmq modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 15-17^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.02-0.03$ kg/cmq coesione drenata

Unità 2: limo sabbioso (da 3.80m a 7.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 1.89$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 1.90$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

$C_u = 0.49$ kg/cmq coesione non drenata

$E_d = 48.09$ kg/cmq modulo di deformazione

comportamento incoerente

$\phi = 29.25^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 78.60$ kg/cmq modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 16-18^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.04-0.05$ kg/cmq coesione drenata

Unità 3: limo argilloso (da 7.80m a 9.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 2.03$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.23$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 0.85$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 77.33$ kg/cm² modulo di deformazione

$E_y = 126.40$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 20-22^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.08-0.09$ kg/cm² coesione drenata

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità (da 9.80m a 20.40m)

$\gamma_n = 2.00$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.20$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

$C_u = 0.75$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 68.16$ kg/cm² modulo di deformazione

comportamento incoerente granulare

$\phi = 30.18^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 111.40$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 20-21^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.07-0.08$ kg/cm² coesione drenata

Unità 5: limo argilloso (da 20.40m a 21.20m)

$\gamma_n = 2.09$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.30$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 1.17$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 105.66$ kg/cm² modulo di deformazione

$E_y = 172.70$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 24-26^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.10-0.20$ kg/cm² coesione drenata

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 2 SETT. 2018

Unità 1: limi argilloso sabbiosi (da 0.00m a 1.60m)

$\gamma_n = 1.97$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.17$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 19-20^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 0.68$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.06-0.07$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 61.85$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 144.67$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 2: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 1.60m a 10.80m)

$\gamma_n = 1.93$ t/mc peso di volume naturale	
$\gamma_{sat} = 2.12$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$C_u = 0.59$ kg/cm ² coesione non drenata	$\phi = 18-20^\circ$ angolo d'attrito
$E_d = 53.59$ kg/cm ² modulo di deformazione	$c' = 0.05-0.06$ kg/cm ² coesione drenata
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 29.50^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 129.14$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 3: limo argilloso (da 10.80m a 15.00m)

$\gamma_n = 2.08$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.29$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 23-25^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 1.09$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.10-0.12$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 98.93$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 214.36$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità (da 15.00m a 21.40m)

$\gamma_n = 2.03$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.23$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

parametri tipici a lungo termine

$C_u = 0.86$ kg/cm² coesione non drenata

$\phi = 21-22^\circ$ angolo d'attrito

$E_d = 77.52$ kg/cm² modulo di deformazione

$c' = 0.08-0.09$ kg/cm² coesione drenata

comportamento incoerente granulare

$\phi = 30.62^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 174.11$ kg/cm² modulo elastico

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 2 NOV. 2022

Unità 1: coltre superficiale limoso argillosa (da 0.00m a 2.20m)

$\gamma_n = 1.84$ t/mc peso di volume naturale

parametri tipici a lungo termine

$\gamma_{sat} = 1.89$ t/mc peso di volume saturo

$\phi = 16-18^\circ$ angolo d'attrito

$C_u = 0.49$ kg/cm² coesione non drenata

$c' = 0.04-0.05$ kg/cm² coesione drenata

$E_d = 30.69$ kg/cm² modulo di deformazione

$E_y = 56.54$ kg/cm² modulo elastico

Unità 2: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 2.20m a 11.20m)

$\gamma_n = 1.96$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.16$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

parametri tipici a lungo termine

$C_u = 0.70$ kg/cm² coesione non drenata

$\phi = 20-21^\circ$ angolo d'attrito

$E_d = 44.37$ kg/cm² modulo di deformazione

$c' = 0.06-0.07$ kg/cm² coesione drenata

comportamento incoerente granulare

$\phi = 29.76^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 90.81$ kg/cm² modulo elastico

Unità 3: limo argilloso con livelli ghiaiosi (da 11.20m a 17.00m)

$\gamma_n = 2.08$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.29$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 23-25^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 1.16$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.10-0.12$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 73.22$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 163.14$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 17.00m a 24.00m)

$\gamma_n = 2.05$ t/mc peso di volume naturale	
$\gamma_{sat} = 2.15$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$C_u = 1.01$ kg/cm ² coesione non drenata	$\phi = 23-24^\circ$ angolo d'attrito
$E_d = 64.14$ kg/cm ² modulo di deformazione	$c' = 0.09-0.10$ kg/cm ² coesione drenata
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 30.99^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 140.37$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 5: ghiaia in matrice limoso sabbiosa (da 24.00m a 26.00m)

$\gamma_n = 2.14$ t/mc peso di volume naturale
$\gamma_{sat} = 2.24$ t/mc peso di volume saturo
<u>comportamento incoerente granulare</u>
$\phi = 35.61^\circ$ angolo d'attrito
$E_y = 177.81$ kg/cm ² modulo elastico

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA CON VALORI MASSIMI, MINIMI E MEDI

R: Riporto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi

γ nat (t/m3)	γ sat (t/m3)	ϕ (°)	c' (kg/cmq)	Cu (kg/cm2)	E (kg/cm2)	Ed (kg/cm2)
1.74	1.88	16	0.025	0.29	46.5	28.45

Valori	max	min	med
γ nat (t/m3)	1.74	1.74	1.74
γ sat (t/m3)	1.88	1.88	1.88
ϕ (°)	16	16	16.00
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cmq)	0.025	0.025	0.03
Cu (kg/cm2)	0.29	0.29	0.29
E (kg/cm2)	46.5	46.5	46.50
Ed (kg/cm2)	28.45	28.45	28.45

LA_{sup}: limo argilloso sabbioso superficiale

γ nat (t/m3)	γ sat (t/m3)	ϕ (°)	c' (kg/cmq)	Cu (kg/cm2)	E (kg/cm2)	Ed (kg/cm2)
1.97	2.17	19.5	0.065	0.68	144.67	61.85
1.84	1.89	17	0.045	0.49	56.54	30.69

Valori	max	min	med
γ nat (t/m3)	1.97	1.84	1.91
γ sat (t/m3)	2.17	1.89	2.03
ϕ (°)	19.5	17	18.25
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cmq)	0.065	0.045	0.06
Cu (kg/cm2)	0.68	0.49	0.59
E (kg/cm2)	144.67	56.54	100.61
Ed (kg/cm2)	61.85	30.69	46.27

LS: limo sabbioso e limo sabbioso con livelli ghiaiosi

γ nat (t/m ³)	γ sat (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
1.89	1.90	29.25	-	-	78.6	-
2.00	2.20	30.18	-	-	111.4	-
1.93	2.12	29.5	-	-	129.14	-
2.03	2.23	30.62	-	-	174.11	-
1.96	2.16	29.76	-	-	90.81	-
2.05	2.15	30.99	-	-	140.37	-

Valori	max	min	med
γ nat (t/m ³)	2.03	1.89	1.98
γ sat (t/m ³)	2.23	1.90	2.13
ϕ (°)	30.62	29.25	30.05
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	-	-	-
Cu (kg/cm ²)	-	-	-
E (kg/cm ²)	174.11	78.6	120.74
Ed (kg/cm ²)	-	-	-

LA: limo argilloso e limo argilloso con livelli ghiaiosi

γ nat (t/m ³)	γ sat (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
2.03	2.23	21	0.085	0.85	126.4	77.33
2.09	2.30	25	0.15	1.17	172.7	105.66
2.08	2.29	24	0.11	1.09	214.36	98.93
2.08	2.29	24	0.11	1.16	163.14	73.22

Valori	max	min	med
γ nat (t/m ³)	2.09	2.03	2.07
γ sat (t/m ³)	2.30	2.23	2.28
ϕ (°)	25	21	23.50
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	0.15	0.09	0.11
Cu (kg/cm ²)	1.17	0.85	1.07
E (kg/cm ²)	214.36	126.64	169.15
Ed (kg/cm ²)	105.66	61.85	88.79

GS: ghiaia in matrice limoso sabbiosa

γ nat (t/m3)	γ sat (t/m3)	ϕ (°)	c' (kg/cmq)	Cu (kg/cm2)	E (kg/cm2)	Ed (kg/cm2)
2.14	2.24	35.61	-	-	177.81	-

Valori	max	min	med
γ nat (t/m3)	2.14	2.14	2.14
γ sat (t/m3)	2.24	2.24	2.24
ϕ (°)	35.61	35.61	35.61
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cmq)	-	-	-
Cu (kg/cm2)	-	-	-
E (kg/cm2)	177.81	177.81	177.81
Ed (kg/cm2)	-	-	-

5.0 MODELLO SISMICO: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI UTILI ALLA PROGETTAZIONE

La determinazione dei parametri sismici utili alla progettazione, scaturisce dal grado di approfondimento del presente studio attraverso il rilevamento geologico, geomorfologico, stratigrafico del sito, nonché attraverso la consultazione dei risultati dello studio di microzonazione sismica di primo livello e dei risultati di diverse prove sismiche eseguite sia in vicinanza che nel sito in esame.

5.1 MICROZONAZIONE SISMICA I livello (Attuazione dell' articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77 OCDPC. 52/2013. PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA. ANNUALITA' 2012)

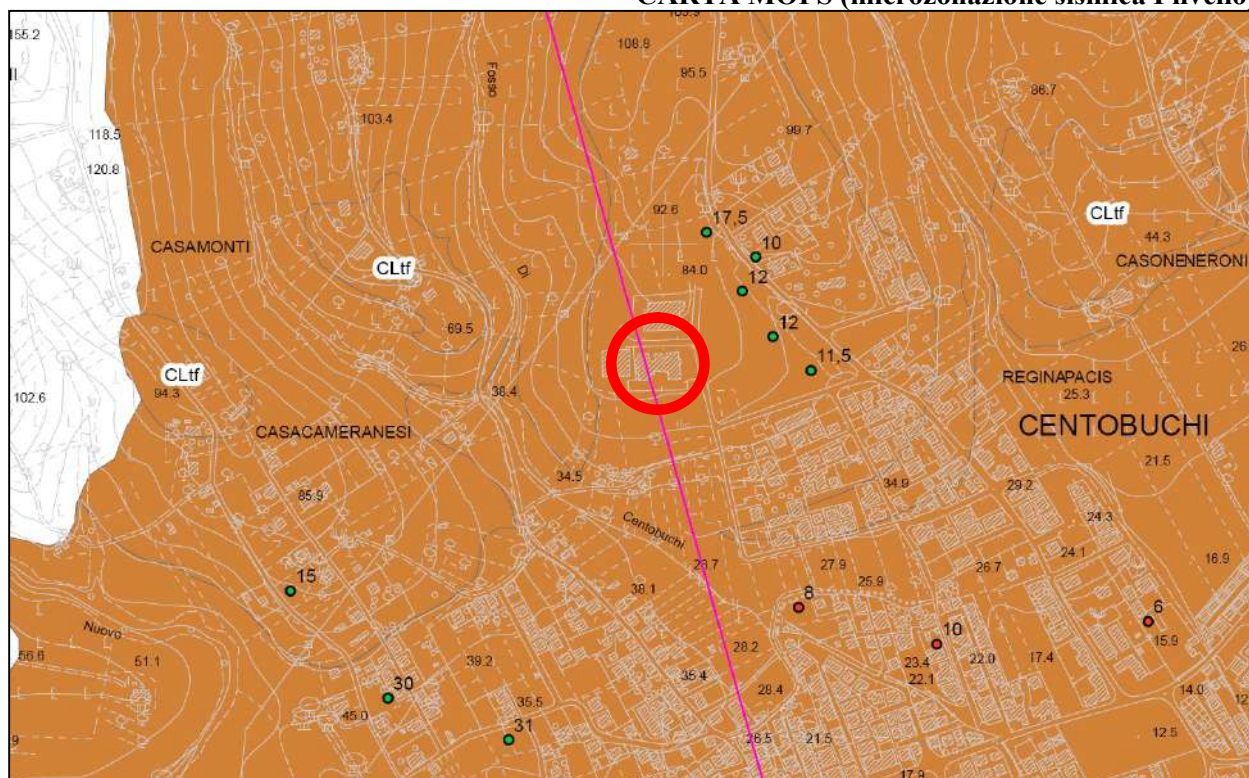
Di seguito si riportano gli stralci cartografici riferiti all'area di interesse, estrapolati dallo studio di microzonazione sismica redatto dalla Dott.ssa Sara Abeti su incarico dell'amministrazione comunale di Montepandone.

Gli stralci in questione, danno una indicazione generale sulla geologia stratigrafica del sito, sulle indagini reperite su tutto il territorio comunale di Montepandone e sulla suddivisione in microzone potenzialmente omogenee dal punto di vista sismico.

Dall'esame degli stralci è scaturito quanto segue:

- La carta geologico tecnica mette in evidenza che il sito in oggetto si trova su terreni di copertura granulometricamente caratterizzati da limi sabbiosi argillosi;
- la carta delle microzone sismiche collocano l'area in esame tra quelle stabili, ma suscettibili di amplificazione locali; litologicamente interessata da limi sabbiosi argillosi con spessore variabile tra i 10.00m e i 30.00m, poggianti su substrato argilloso stratificato e sovraconsolidato.

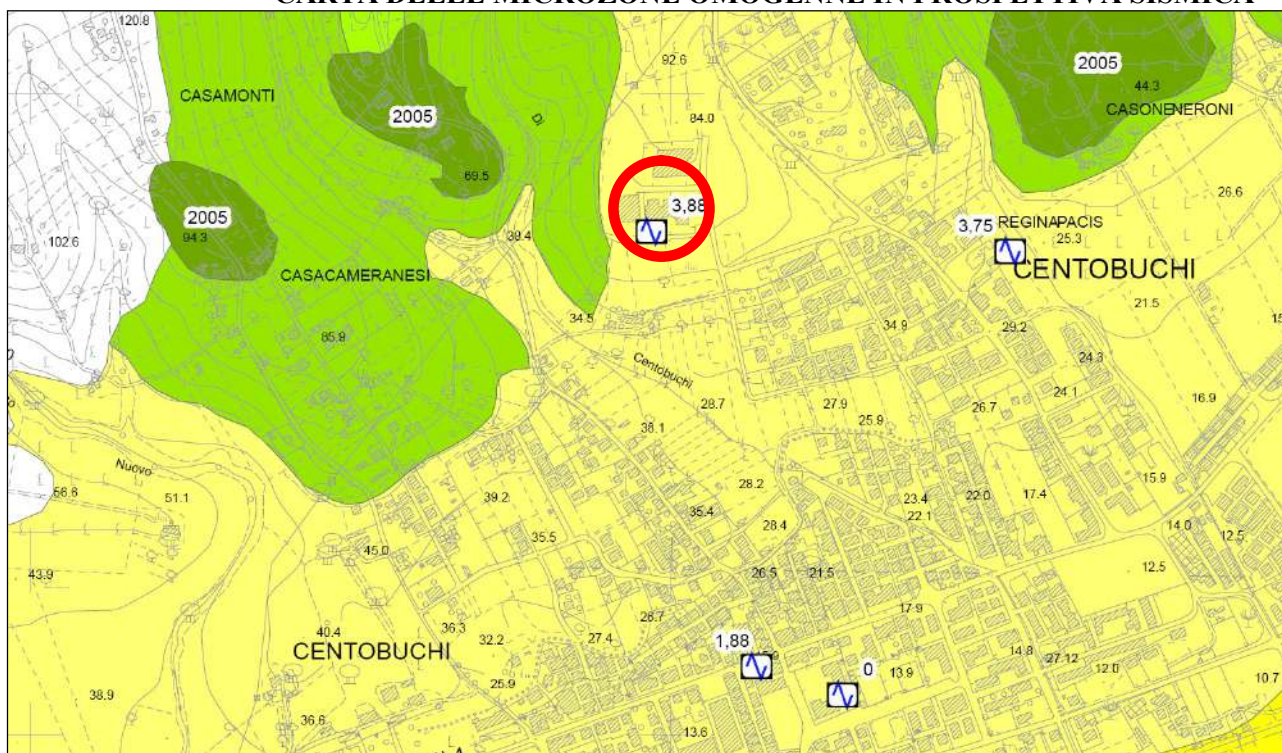
CARTA MOPS (microzonazione sismica I livello)



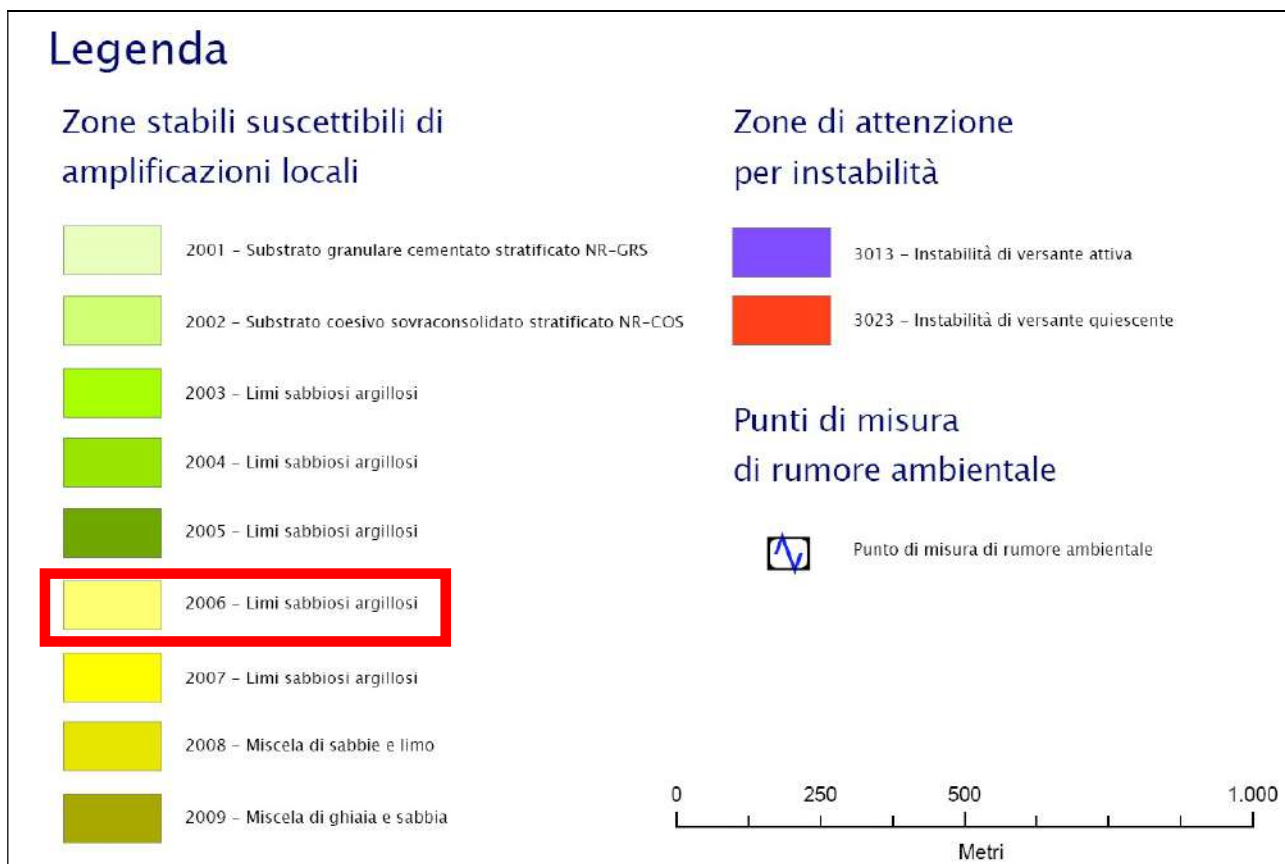
LEGENDA STRALCIO CARTA GEOLOGICO TECNICA

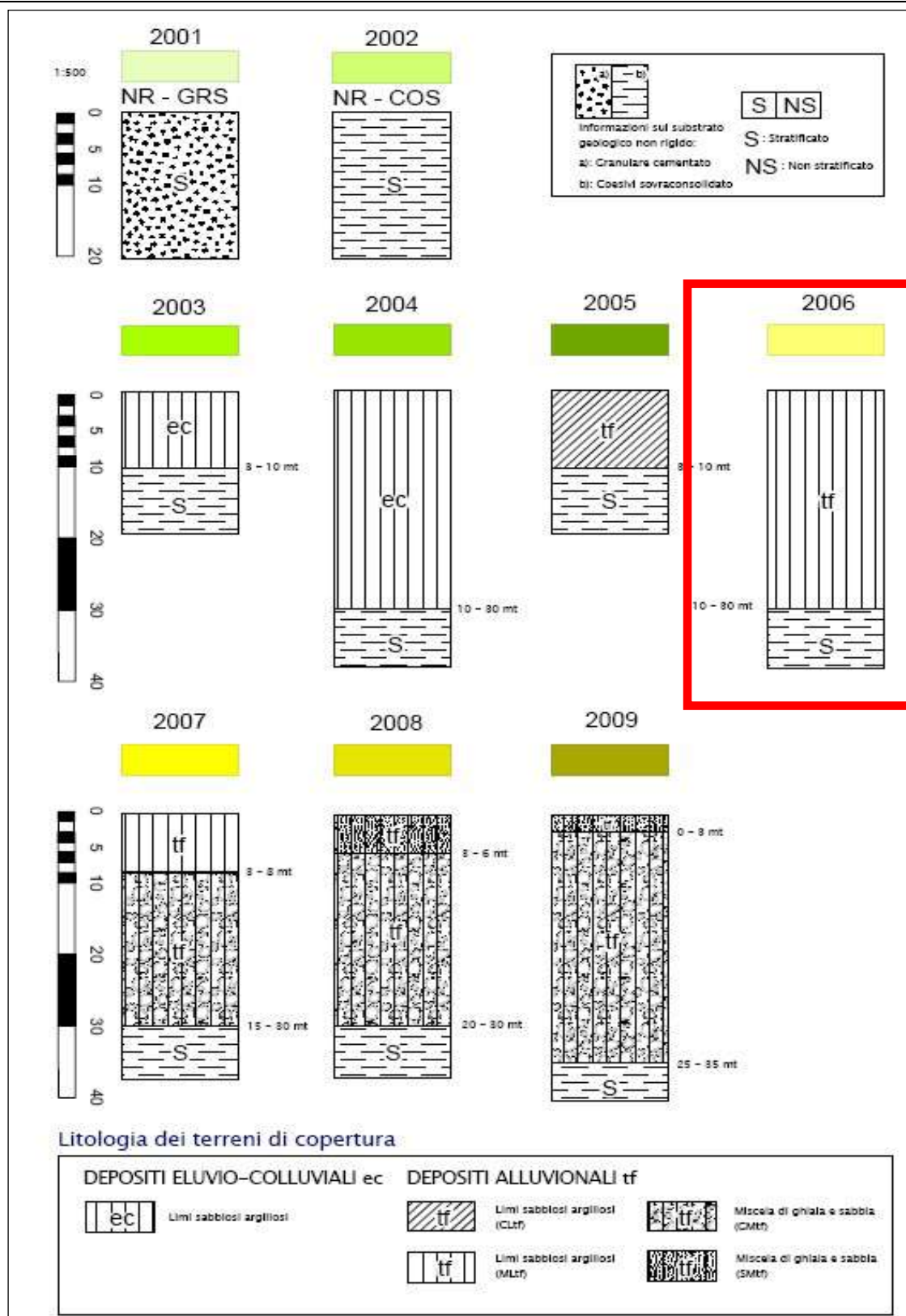


CARTA DELLE MICROZONE OMOGENE IN PROSPETTIVA SISMICA



LEGENDA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENE IN PROSPETTIVA SISMICA





L'AREA RICADE IN ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

5.2 Frequenza caratteristica del terreno

Per la determinazione della frequenza caratteristica del terreno, sono stati presi in considerazione i risultati di n. 2 prove hvrs. La prima realizzata nel sett. 2018 e la seconda nel nov. 2022.

Le prove in questione non hanno individuato picchi significativi nell'analisi tra le frequenze e H/V.

La frequenza di picco (f_0), misurata con la prova hvrs 1 del nov. 2022, ha dato come risultato: 1.16 ± 0.31 Hz con rapporto H/V compreso tra 2 e 3, dunque a basso contrasto di impedenza. Tali valori sono indice di una superficie di impedenza certamente non netta e gradualmente intercettabile a grande profondità intorno 100m dal p.c..

$f_0 < 1$ Hz, (indicativamente spessori attesi maggiori di 100 m)
 $1 \text{ Hz} < f_0 < 2 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi compresi fra 100 e 30 m),
 $2 \text{ Hz} < f_0 < 8 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi compresi fra 30 e 10 m),
 $f_0 > 8 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi minori di 10 m).

E' necessario, ai fini degli interventi in progetto, porre estrema attenzione a fenomeni di “doppia risonanza”, cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle del manufatto, in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

5.3 Classificazione del suolo

Il sito è classificato sulla base del valore di VSeq come riportato nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

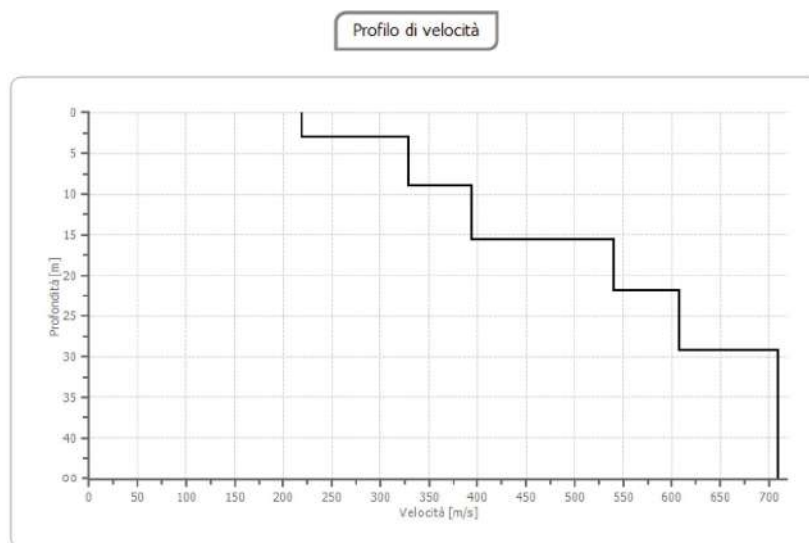
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari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

Per la definizione del Vseq si è fatto riferimento a n. 3 prove sismiche combinate, di cui una a rifrazione, una tipo masw e una tipo hvrs, datate sett. 2018 e n. 2 prove sismiche combinate di cui una masw e una hvrs, datate novembre 2022.

Le prime (settembre 2018) hanno fornito un profilo di velocità delle onde sismiche così come di seguito riportato in tabella e nel grafico.

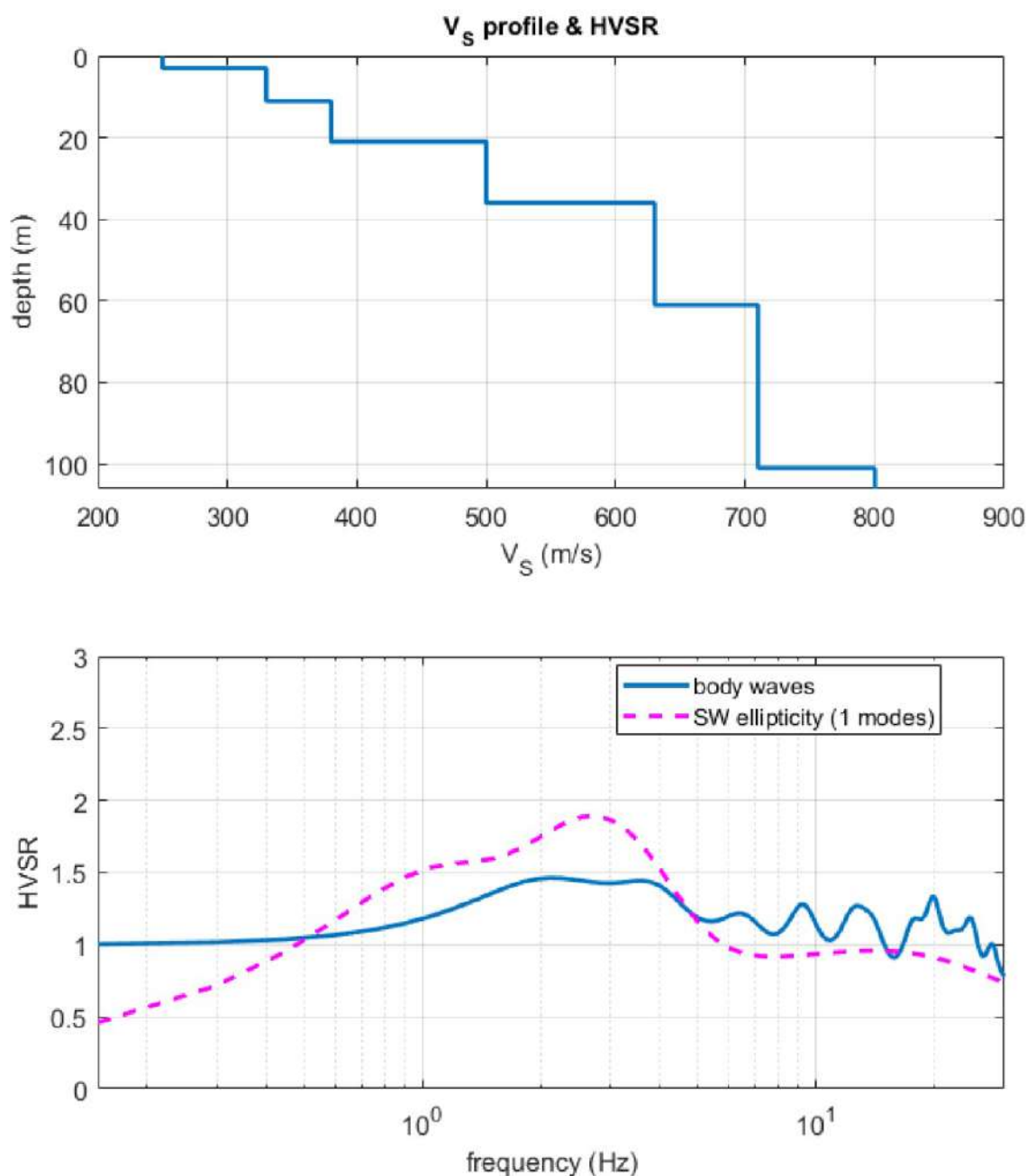
INVERSIONE

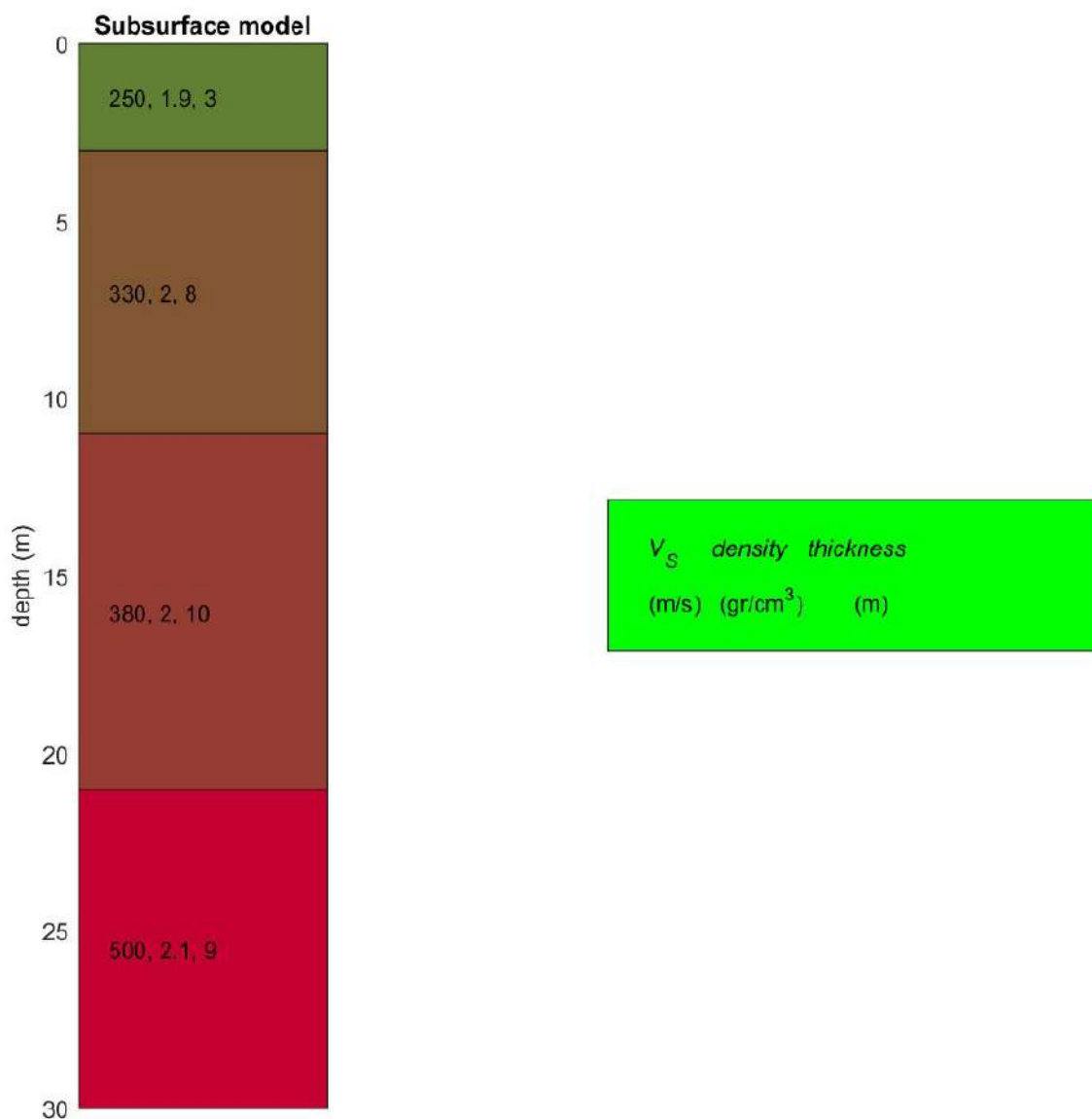
n.	Profondità [m]	Spessore[m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.01	3.01	357.4	218.9
2	8.97	5.96	536.2	328.4
3	15.67	6.70	643.0	393.7
4	21.92	6.25	881.9	540.0
5	29.28	7.36	991.6	607.3
6	oo	oo	1158.7	709.6



L'analisi della rifrazione e della masw, insieme alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica ottenuta dalle indagini geognostiche, ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro VSeq, risultato per il modello medio pari a 407.50 m/s (considerando come riferimento il piano campagna). Rispetto alla Tab. 3.2.II – del D.M. 17/01/18 il sito in esame rientra nella categoria “B”.

Le seconde (novembre 2022) hanno fornito un profilo di velocità delle onde sismiche così come di seguito riportato nei grafici.





L'analisi della masw, insieme alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica ottenuta dalle indagini geognostiche, ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro V_{Seq} , risultato per il modello medio pari a 372 m/s (considerando come riferimento il piano campagna). Rispetto alla Tab. 3.2.II – del D.M. 17/01/18 il sito in esame rientra nella categoria “B”.

5.4 Classificazione topografica

La categoria topografica del sito viene definita secondo la classificazione della Tab. 3.2.IV del D.M. 17/01/18:

Tab. 3.2.III – <i>Categorie topografiche</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'area in studio appartiene alla categoria “T1”, ossia “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ”.

6.0 STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace. Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione intergranulare. Tale incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

La normativa vigente richiede che il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il

carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

6.1 Esclusione della verifica a liquefazione

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

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
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 (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel Grafico A nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Grafico B nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

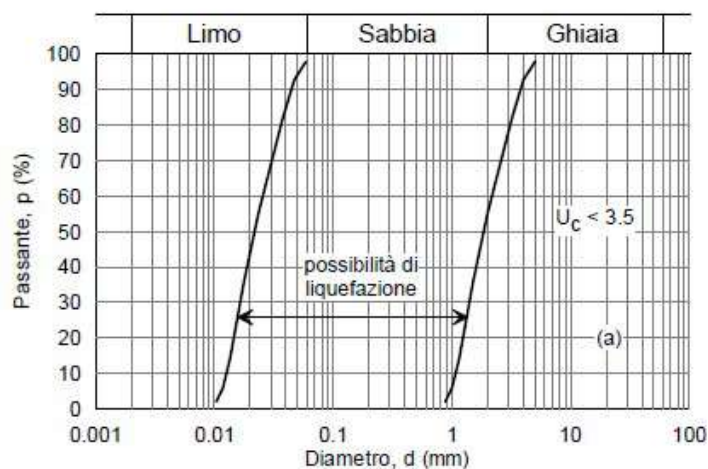


Grafico A: Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

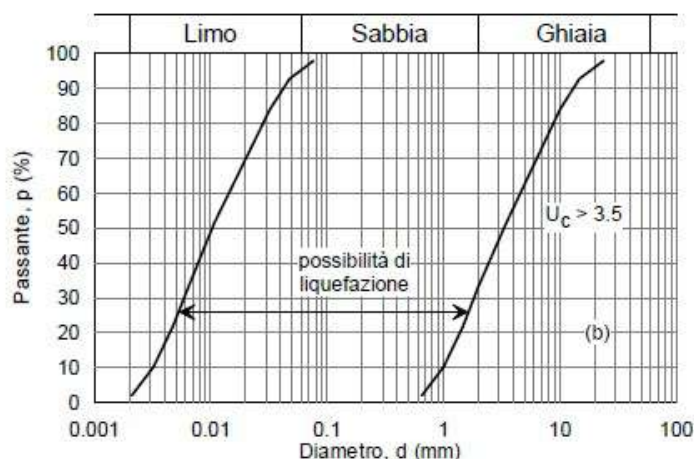


Grafico B: Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

6.2 Considerazione sull'intervento

Per quanto riguarda l'intervento in oggetto, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto, non è stata riscontrata la presenza di falda per tutta la profondità di indagine spinta ben oltre i 15.00m dal p.c..

7.0 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Dato che l'intervento in oggetto interessa un'opera pubblica ritenuta sensibile ai fini della sicurezza sismica, oltre ad una valutazione semplificata degli spettri, secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.2 ed in Tab. 3.2.II delle NTC 2018, si effettua anche un approfondimento specifico attraverso uno studio di RSL locale.

Lo studio di RSL viene svolto considerando l'opera come appartenente alla Classe III: *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.* Coefficiente d'uso (C_u) di 1.5 e vita nominale (VN) di 50 anni.

Nel caso in cui la valutazione semplificata risulta più cautelativa, il progettista può scegliere di operare come se fosse un terreno di tipo “B”.

In allegato, a fine relazione, viene riportato lo studio di Risposta Sismica Locale che fornisce gli spettri caratteristici di sito.

8.0 FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'OPERA

Di seguito vengono sintetizzati tutti gli argomenti trattati in relazione.

8.1 Analisi geologica e stratigrafica

La successione litologica tipo dell'area è costituita dal basso verso l'alto, da:

Argille: depositi argillosi-marnosi-siltosi grigio bluastrì di ambiente di piattaforma, intercalati a sottili livelli di sabbia giallastra;

Depositi terrazzati del Fiume Tronto: questa unità interessa il sito in studio ed è caratterizzata da terreni a granulometria mista da limi sabbiosi e argillosi a sabbie e ghiaie in alternanza.

Depositi eluvio colluviali: questa unità è di ricoprimento del terrazzo e della formazione argillosa e si presenta granulometricamente varia a seconda delle unità di alterazione presenti in sito. Possono dunque variare da limi sabbiosi, a ghiaie e sabbie in prossimità degli antichi terrazzi alluvionali del Fiume Tronto a terreni più limoso sabbiosi e limoso argillosi verso il basso in prossimità della formazione argillosa.

8.2 Analisi geomorfologica

L'area si imposta su un dominio ben definito caratterizzato dalla piana alluvionale e dal paesaggio fluviale del Fiume Tronto, dove affiorano litologie prevalentemente limoso sabbiose e limoso argillose con possibile presenza di livelli e/o lenti ghiaioso sabbiose appartenenti al terrazzo antico; le granulometrie diventano poi gradualmente sempre più fini sino al passaggio con la sottostante formazione argillosa pleistocenica.

Il paesaggio in questione risulta inciso da due corsi d'acqua tributari di sinistra del Fiume Tronto che prendono il nome di Fosso Centobuchi e Fosso Valluccio.

L'originario terrazzo alluvionale del Tronto risulta in gran parte smembrato dall'azione erosiva dei due corsi d'acqua, ed obliterato a valle da litologie a granulometria più fine che poi fanno da passaggio alla sottostante formazione argillosa di base. L'incisione lineare dei due corsi d'acqua ha dato origine ad una forma crinalica che fa da spartiacque tra i due bacini di competenza. Il versante occidentale e quello meridionale del crinale, in

prossimità dei quali è ubicata l'area d'intervento, si presentano generalmente regolari e degradanti con una pendenza pressoché costante valutabile intorno al 18-23% (10°-13°).

La regolarità dei versanti viene interrotta da una scarpata di origine antropica che modella la parte sommitale sub pianeggiante di Colle Gioioso.

La Carta Geologica Geomorfologica, il Progetto IFFI ed il Piano Assetto Idrogeologico, non cartografano alcun dissesto che interessi l'area in analisi.

8.3 Analisi idrogeologica

Dal punto di vista idrogeologico, a seguito delle indagini effettuate in sito non è stata intercettata nessuna falda. Il terreno può presentare variazioni in umidità a seguito delle precipitazioni locali e della filtrazione verso il basso. La variazione del contenuto in acqua e della plasticizzazione del terreno di riporto nonché di quello in posto, interessa una porzione limitata di sezione superficiale che non va oltre ai 2.00m al di sotto di quello naturale.

8.4 Modello litologico e litotecnico

Dal punto di vista stratigrafico e geotecnico si individuano le seguenti unità litotecniche per ciascun punto di indagine.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 1 SETT. 2018

Unità 1: Riporto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi (da 0.00m a 3.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 1.74$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 1.88$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 0.29$ kg/cmq coesione non drenata

$E_d = 28.45$ kg/cmq modulo di deformazione

$E_y = 46.50$ kg/cmq modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 15-17^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.02-0.03$ kg/cmq coesione drenata

Unità 2: limo sabbioso (da 3.80m a 7.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 1.89$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 1.90$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

$C_u = 0.49$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 48.09$ kg/cm² modulo di deformazione

comportamento incoerente

$\phi = 29.25^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 78.60$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 16-18^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.04-0.05$ kg/cm² coesione drenata

Unità 3: limo argilloso (da 7.80m a 9.80m)

per terreni a comportamento coesivo

$\gamma_n = 2.03$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.23$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 0.85$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 77.33$ kg/cm² modulo di deformazione

$E_y = 126.40$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 20-22^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.08-0.09$ kg/cm² coesione drenata

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità (da 9.80m a 20.40m)

$\gamma_n = 2.00$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.20$ t/mc peso di volume saturo

comportamento coesivo

$C_u = 0.75$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 68.16$ kg/cm² modulo di deformazione

comportamento incoerente granulare

$\phi = 30.18^\circ$ angolo d'attrito

$E_y = 111.40$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 20-21^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.07-0.08$ kg/cm² coesione drenata

Unità 5: limo argilloso (da 20.40m a 21.20m)

$\gamma_n = 2.09$ t/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 2.30$ t/mc peso di volume saturo

$C_u = 1.17$ kg/cm² coesione non drenata

$E_d = 105.66$ kg/cm² modulo di deformazione

$E_y = 172.70$ kg/cm² modulo elastico

parametri tipici a lungo termine

$\phi = 24-26^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0.10-0.20$ kg/cm² coesione drenata

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 2 SETT. 2018

Unità 1: limi argilloso sabbiosi (da 0.00m a 1.60m)

$\gamma_n = 1.97$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.17$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 19-20^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 0.68$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.06-0.07$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 61.85$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 144.67$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 2: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 1.60m a 10.80m)

$\gamma_n = 1.93$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.12$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	$\phi = 18-20^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 0.59$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.05-0.06$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 53.59$ kg/cm ² modulo di deformazione	
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 29.50^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 129.14$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 3: limo argilloso (da 10.80m a 15.00m)

$\gamma_n = 2.08$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.29$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 23-25^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 1.09$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.10-0.12$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 98.93$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 214.36$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità (da 15.00m a 21.40m)

$\gamma_n = 2.03$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.23$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	$\phi = 21-22^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 0.86$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.08-0.09$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 77.52$ kg/cm ² modulo di deformazione	
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 30.62^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 174.11$ kg/cm ² modulo elastico	

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN DPSH 2 NOV. 2022

Unità 1: coltre superficiale limoso argillosa (da 0.00m a 2.20m)

$\gamma_n = 1.84$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 1.89$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 16-18^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 0.49$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.04-0.05$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 30.69$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 56.54$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 2: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 2.20m a 11.20m)

$\gamma_n = 1.96$ t/mc peso di volume naturale	
$\gamma_{sat} = 2.16$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$C_u = 0.70$ kg/cm ² coesione non drenata	$\phi = 20-21^\circ$ angolo d'attrito
$E_d = 44.37$ kg/cm ² modulo di deformazione	$c' = 0.06-0.07$ kg/cm ² coesione drenata
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 29.76^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 90.81$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 3: limo argilloso con livelli ghiaiosi (da 11.20m a 17.00m)

$\gamma_n = 2.08$ t/mc peso di volume naturale	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$\gamma_{sat} = 2.29$ t/mc peso di volume saturo	$\phi = 23-25^\circ$ angolo d'attrito
$C_u = 1.16$ kg/cm ² coesione non drenata	$c' = 0.10-0.12$ kg/cm ² coesione drenata
$E_d = 73.22$ kg/cm ² modulo di deformazione	
$E_y = 163.14$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 4: limo sabbioso con livelli ghiaiosi (da 17.00m a 24.00m)

$\gamma_n = 2.05$ t/mc peso di volume naturale	
$\gamma_{sat} = 2.15$ t/mc peso di volume saturo	
<u>comportamento coesivo</u>	<u>parametri tipici a lungo termine</u>
$C_u = 1.01$ kg/cm ² coesione non drenata	$\phi = 23-24^\circ$ angolo d'attrito
$E_d = 64.14$ kg/cm ² modulo di deformazione	$c' = 0.09-0.10$ kg/cm ² coesione drenata
<u>comportamento incoerente granulare</u>	
$\phi = 30.99^\circ$ angolo d'attrito	
$E_y = 140.37$ kg/cm ² modulo elastico	

Unità 5: ghiaia in matrice limoso sabbiosa (da 24.00m a 26.00m)

$\gamma_n = 2.14$ t/mc peso di volume naturale
$\gamma_{sat} = 2.24$ t/mc peso di volume saturo
<u>comportamento incoerente granulare</u>
$\phi = 35.61^\circ$ angolo d'attrito
$E_y = 177.81$ kg/cm ² modulo elastico

NB: Falda non rilevata, ma è stata riscontrata presenza di umidità superficiale.

8.5 Microzonazione sismica di I livello

Dall'esame degli stralci cartografici riferiti all'area di interesse, estrapolati dallo studio di microzonazione sismica redatto dalla Dott.ssa Sara Abeti su incarico dell'amministrazione comunale di Monteprandone, è scaturito quanto segue:

- La carta geologico tecnica mette in evidenza che il sito in oggetto si trova su terreni di copertura granulometricamente caratterizzati da limi sabbiosi argillosi;
- la carta delle microzone sismiche collocano l'area in esame tra quelle stabili, ma suscettibili di amplificazione locali; litologicamente interessata da limi sabbiosi argillosi con spessore variabile tra i 10.00m e i 30.00m, poggianti su substrato argilloso stratificato e sovraconsolidato.

8.6 Frequenza caratteristica del terreno

Per la determinazione della frequenza caratteristica del terreno, sono state presi in considerazione i risultati di n. 2 prove hvrs. La prima realizzata nel sett. 2018 e la seconda nel nov. 2022.

Le prove in questione non hanno individuato picchi significativi nell'analisi tra le frequenze e H/V.

La frequenza di picco (f_0), misurata con la prova hvrs 1 del nov. 2022, ha dato come risultato: 1.16 ± 0.31 Hz con rapporto H/V compreso tra 2 e 3, dunque a basso contrasto di impedenza. Tali valori sono indice di una superficie di impedenza certamente non netta e gradualmente intercettabile a grande profondità intorno 100m dal p.c..

$f_0 < 1$ Hz, (indicativamente spessori attesi maggiori di 100 m)
 $1 \text{ Hz} < f_0 < 2 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi compresi fra 100 e 30 m),
 $2 \text{ Hz} < f_0 < 8 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi compresi fra 30 e 10 m),
 $f_0 > 8 \text{ Hz}$ (indicativamente spessori attesi minori di 10 m).

E' necessario, ai fini degli interventi in progetto, porre estrema attenzione a fenomeni di “doppia risonanza”, cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle del manufatto, in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

8.7 Parametri sismici – categoria di suolo

L'analisi delle prove sismiche (settembre 2018 e novembre 2022), insieme alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica ottenuta dalle indagini geognostiche (settembre 2018 e novembre 2022), ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro VSeq, risultato per i modelli medi delle due indagini pari a 372 m/sec e a 407.50 m/sec (considerando come riferimento il piano campagna). Rispetto alla Tab. 3.2.II – del D.M. 17/01/18 il sito in esame rientra nella categoria “B”.

8.8 Parametri sismici - topografia

L'area in studio appartiene alla categoria “T1”, ossia “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ”.

8.9 Suscettibilità a liquefazione

Per quanto riguarda l'intervento in oggetto, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto, non è stata riscontrata la presenza di falda per tutta la profondità di indagine spinta ben oltre i 15.00m dal p.c..

L'area di crinale e l'acclività del versante verso il fondovalle del Fosso Centobuchi, non consentono la formazione di una falda freatica.

8.10 Definizione dell'azione sismica

Dato che l'intervento in oggetto interessa un'opera pubblica ritenuta sensibile ai fini della sicurezza sismica, oltre ad una valutazione semplificata degli spettri, secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.2 ed in Tab. 3.2.II delle NTC 2018, si effettua anche un approfondimento specifico attraverso uno studio di RSL locale.

Lo studio di RSL viene svolto considerando l'opera come appartenente alla Classe III: *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.* Coefficiente d'uso (C_u) di 1.5 e vita nominale (VN) di 50 anni.

Nel caso in cui la valutazione semplificata risulta più cautelativa, il progettista può scegliere di operare come se fosse un terreno di tipo “B”.

In allegato, a fine relazione, viene riportato l'All. 6 che fornisce gli spettri caratteristici di sito.

Di seguito si allega:

- ALL.1 Planimetria con ubicazione indagini scala 1:500;
- ALL.2 Prove penetrometriche dinamiche pregresse settembre 2018 (dpsh 1 e dpsh2);
- ALL.3 Prove sismiche pregresse settembre 2018 (prova a rifrazione, prova masw e prova hvr);
- ALL.4 Prova penetrometrica di nuova realizzazione novembre 2022 (dpsh1);
- ALL.5 Prove sismiche di nuova realizzazione novembre 2022 (prova masw, prova hvr);
- ALL.6 Spettri da NTC 2018 e da RSL;
- ALL.7 Modello geologico, stratigrafico e geotecnico scala 1:400;
- ALL.8 Modello geologico, stratigrafico e geotecnico area d'intervento scala 1:200;
- ALL.9 Modello sismico scala 1:500.

IL TECNICO

Dott. Geol. Paolo Bastiani







INGEO SAS di D'Ambrosio Roberto & C.

Via Marche 1/a 64014 Martinsicuro (TE)

ingeosas@tiscali.it ingeosas@pec.it

3401798332 / 3401798333

Committente: Amministrazione Comunale di Monteprandone

Richiedente: SAGI STUDIO

Cantiere: Prova DPSH

Località: Monteprandone (AP)

Riferimento: Palestra comunale

Data: 21.09.2018

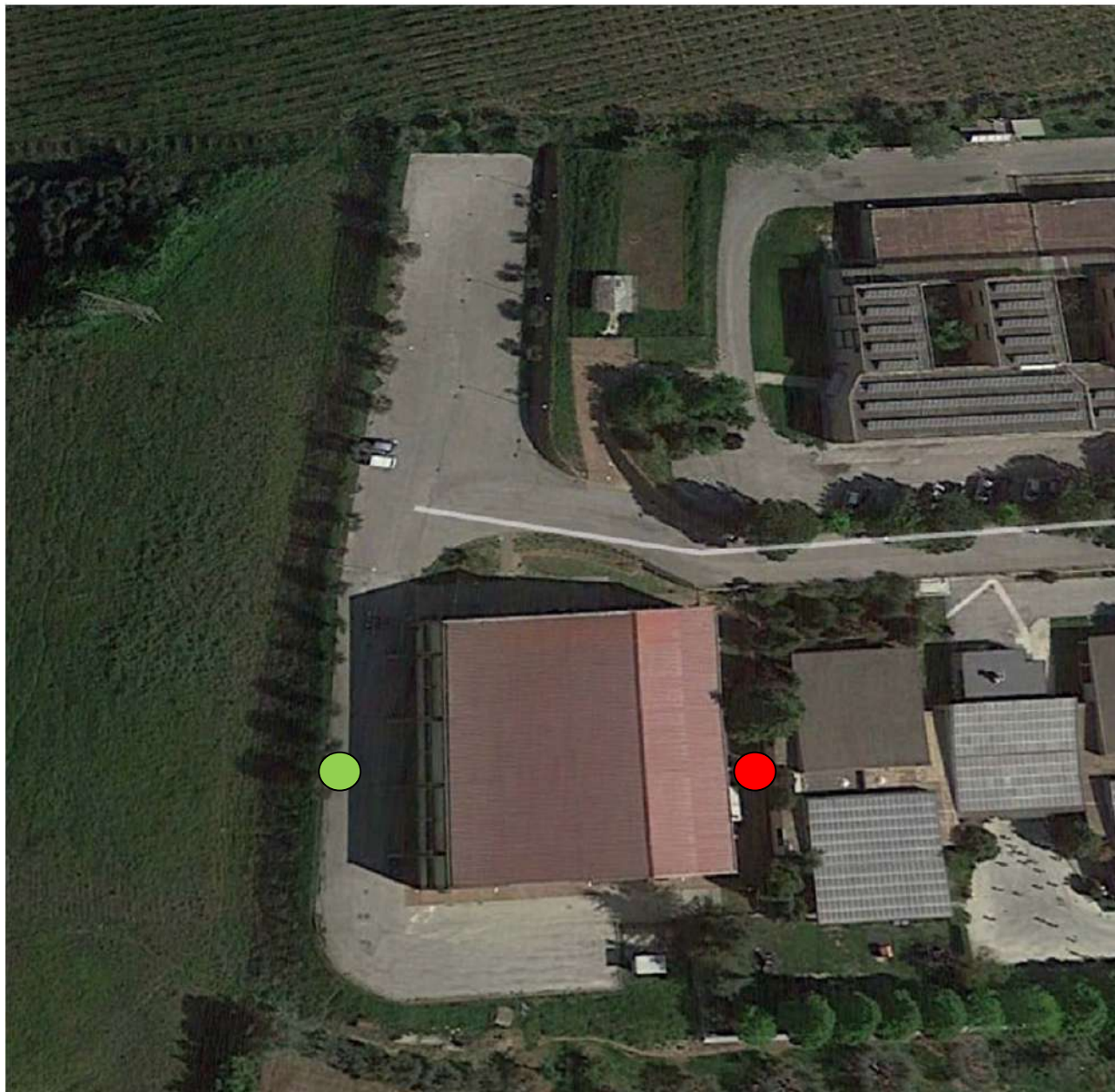
INGEO S.A.S.
di D'Ambrosio Roberto & C.
Via Marche, 1/A - 64014 MARTINSICURO (TE)
Part. IVA: 01577770678
Cod. Fisc.: 91026850678

CARTA DELLE INDAGINI

In data 21.09.2018 sono state realizzate n°2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH

● PROVA DPSH 1

● PROVA DPSH 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1 - Ubicazione prova penetrometrica dinamica DPSH 1.



Figura 2- Ubicazione prova penetrometrica dinamica DPSH 1.

DPSH TG 63-200 PAGANI



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)
Coeff. Correlazione	1,47
Angolo di apertura punta	90 °

BUREAU VERITAS

BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 - 20126 Milano

ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'
Direttiva Macchine 2006/42/CE
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE
Machinery Directive 2006/42/EC
N° CV 005-07-2015

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica volontaria, attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE, e ne risulta conforme

Following the voluntary examination, Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of the Machinery Directive 2006/42/EC, and found to satisfy the provisions of the directive

Macchina/Machine: PENETROMETRO / PENETROMETER

Fabbricante
manufacturer
PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.

Modello
type
TG63


Caratteristiche della macchina /Machinery parameters: Penetrometro serie TG63

Questo certificato perde la sua validità, in caso di modifiche alla macchina che possano influire sulla conformità ai requisiti essenziali di sicurezza o sulle condizioni d'uso previste dalla Direttiva 2006/42/CE del 9 giugno 2006 così come trasposizioni nelle leggi nazionali applicabili.
This certificate shall be deemed to be void, in case of modification to the machinery where this may affect conformity with the essential safety requirements or the prescribed conditions of use of the machinery directive nr 2006/42/EC of 9 June 2006 as transposed in the applicable law(s).

Luogo: Milano
Place

Data: 31/08/2015
Date

Firmato da: Felice Cammaro
Signed by

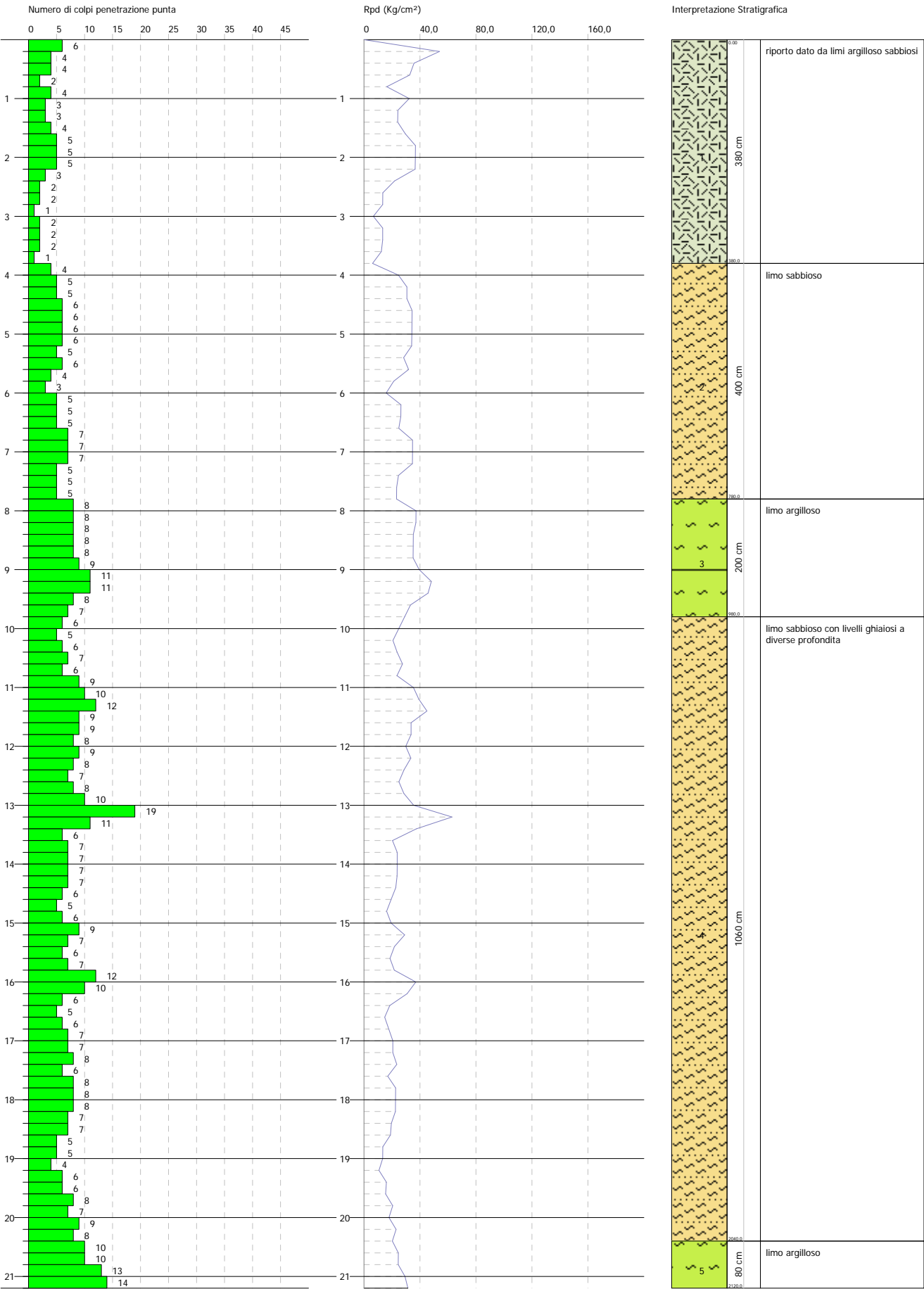
Firma: 
Signature

© BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 - 20126 Milano.
CHRONO 0126273/3/01/01 rev. 3 IT FILE 14.1084705.038

Committente: Amministrazione comunale di Monteprandone
Descrizione: Palestra comunale
Località: Monteprandone (AP)

Data: 20/09/2018

Scala 1:93



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 20/09/2018
 Profondità prova 21,20 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	2,69	3,15
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	2	0,814	13,49	16,56	0,67	0,83
2,80	2	0,811	13,44	16,56	0,67	0,83
3,00	1	0,809	6,70	8,28	0,33	0,41
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	2	0,801	12,39	15,47	0,62	0,77
3,80	1	0,798	6,18	7,74	0,31	0,39
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	6	0,789	34,36	43,54	1,72	2,18
4,80	6	0,787	34,27	43,54	1,71	2,18
5,00	6	0,785	34,18	43,54	1,71	2,18
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	5	0,781	28,34	36,28	1,42	1,81
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	4	0,777	21,25	27,34	1,06	1,37
6,00	3	0,775	15,90	20,50	0,79	1,03
6,20	5	0,774	26,44	34,17	1,32	1,71
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	5	0,770	24,87	32,29	1,24	1,61
6,80	7	0,769	34,75	45,20	1,74	2,26
7,00	7	0,767	34,68	45,20	1,73	2,26
7,20	7	0,766	34,61	45,20	1,73	2,26
7,40	5	0,764	24,67	32,29	1,23	1,61
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53
8,00	8	0,760	37,21	48,97	1,86	2,45
8,20	8	0,759	37,14	48,97	1,86	2,45
8,40	8	0,757	37,08	48,97	1,85	2,45
8,60	8	0,756	35,18	46,54	1,76	2,33
8,80	8	0,755	35,12	46,54	1,76	2,33
9,00	9	0,753	39,45	52,36	1,97	2,62
9,20	11	0,752	48,14	63,99	2,41	3,20

9,40	11	0,751	48,06	63,99	2,40	3,20
9,60	8	0,750	33,25	44,34	1,66	2,22
9,80	7	0,749	29,05	38,80	1,45	1,94
10,00	6	0,748	24,86	33,25	1,24	1,66
10,20	5	0,747	20,69	27,71	1,03	1,39
10,40	6	0,746	24,79	33,25	1,24	1,66
10,60	7	0,744	27,58	37,05	1,38	1,85
10,80	6	0,743	23,61	31,75	1,18	1,59
11,00	9	0,742	35,36	47,63	1,77	2,38
11,20	10	0,741	39,23	52,92	1,96	2,65
11,40	12	0,740	47,01	63,51	2,35	3,18
11,60	9	0,739	33,69	45,57	1,68	2,28
11,80	9	0,738	33,64	45,57	1,68	2,28
12,00	8	0,737	29,87	40,51	1,49	2,03
12,20	9	0,736	33,55	45,57	1,68	2,28
12,40	8	0,735	29,78	40,51	1,49	2,03
12,60	7	0,734	24,95	33,98	1,25	1,70
12,80	8	0,733	28,47	38,83	1,42	1,94
13,00	10	0,732	35,54	48,54	1,78	2,43
13,20	19	0,681	62,82	92,23	3,14	4,61
13,40	11	0,730	38,98	53,40	1,95	2,67
13,60	6	0,729	20,39	27,97	1,02	1,40
13,80	7	0,728	23,75	32,63	1,19	1,63
14,00	7	0,727	23,72	32,63	1,19	1,63
14,20	7	0,726	23,68	32,63	1,18	1,63
14,40	7	0,725	23,64	32,63	1,18	1,63
14,60	6	0,723	19,46	26,90	0,97	1,34
14,80	5	0,722	16,19	22,42	0,81	1,12
15,00	6	0,721	19,40	26,90	0,97	1,34
15,20	9	0,720	29,05	40,35	1,45	2,02
15,40	7	0,719	22,55	31,38	1,13	1,57
15,60	6	0,717	18,59	25,91	0,93	1,30
15,80	7	0,716	21,65	30,23	1,08	1,51
16,00	12	0,715	37,04	51,82	1,85	2,59
16,20	10	0,714	30,81	43,18	1,54	2,16
16,40	6	0,712	18,45	25,91	0,92	1,30
16,60	5	0,711	14,80	20,82	0,74	1,04
16,80	6	0,709	17,72	24,99	0,89	1,25
17,00	7	0,708	20,64	29,15	1,03	1,46
17,20	7	0,706	20,59	29,15	1,03	1,46
17,40	8	0,705	23,48	33,32	1,17	1,67
17,60	6	0,703	16,97	24,13	0,85	1,21
17,80	8	0,701	22,57	32,18	1,13	1,61
18,00	8	0,700	22,52	32,18	1,13	1,61
18,20	8	0,698	22,46	32,18	1,12	1,61
18,40	7	0,696	19,60	28,15	0,98	1,41
18,60	7	0,694	18,90	27,22	0,95	1,36
18,80	5	0,692	13,46	19,44	0,67	0,97
19,00	5	0,691	13,43	19,44	0,67	0,97
19,20	4	0,688	10,71	15,55	0,54	0,78
19,40	6	0,686	16,02	23,33	0,80	1,17
19,60	6	0,684	15,45	22,58	0,77	1,13
19,80	8	0,682	20,54	30,11	1,03	1,51
20,00	7	0,680	17,91	26,35	0,90	1,32
20,20	9	0,678	22,95	33,88	1,15	1,69
20,40	8	0,675	20,33	30,11	1,02	1,51
20,60	10	0,673	24,53	36,47	1,23	1,82
20,80	10	0,670	24,44	36,47	1,22	1,82
21,00	13	0,618	29,28	47,41	1,46	2,37
21,20	14	0,615	31,40	51,06	1,57	2,55

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	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
3,8	3,16	10,83	Coesivo	1,74	1,88	0,33	1,47	4,65	riporto dato da limi argilloso sabbiosi
7,8	5,35	16,4	Incoerente - coesivo	1,89	1,9	1,04	1,47	7,86	limo sabbioso
9,8	8,6	40,14	Coesivo	2,03	2,23	1,62	1,47	12,64	limo argilloso
20,4	7,58	34,52	Incoerente - coesivo	2,0	2,2	2,88	1,47	11,14	limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità
21,2	11,75	42,85	Coesivo	2,09	2,3	4,03	1,47	17,27	limo argilloso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1 TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Terzaghi-Peck	0,29
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Terzaghi-Peck	0,49
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Terzaghi-Peck	0,85
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Terzaghi-Peck	0,75
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Terzaghi-Peck	1,17

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Robertson (1983)	9,30
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Robertson (1983)	15,72
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Robertson (1983)	25,28
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Robertson (1983)	22,28
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Robertson (1983)	34,54

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Stroud e Butler (1975)	28,45
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Stroud e Butler (1975)	48,09
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Stroud e Butler (1975)	77,33

Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Stroud e Butler (1975)	68,16
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Stroud e Butler (1975)	105,66

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Apollonia	46,50
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Apollonia	78,60
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Apollonia	126,40
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Apollonia	111,40
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Apollonia	172,70

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Meyerhof	1,74
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Meyerhof	1,89
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Meyerhof	2,03
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Meyerhof	2,00
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Meyerhof	2,09

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	4,65	0.00-3,80	Meyerhof	1,88
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	Meyerhof	1,90
Strato (3) limo argilloso	12,64	7,80-9,80	Meyerhof	2,23
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	Meyerhof	2,20
Strato (5) limo argilloso	17,27	20,40-21,20	Meyerhof	2,30

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Meyerhof 1957	44,64
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Meyerhof 1957	37,03

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	29,25
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,18

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Terzaghi	---
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Terzaghi	238,24

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,61
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	50,35

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Meyerhof et al.	1,65
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Meyerhof et al.	1,77

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	(A.G.I.)	0,34
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Ohsaki (Sabbie pulite)	451,45
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	626,59

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Navfac 1971-1982	1,64
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondità	11,14	9,80-20,40	11,14	Navfac 1971-1982	2,34

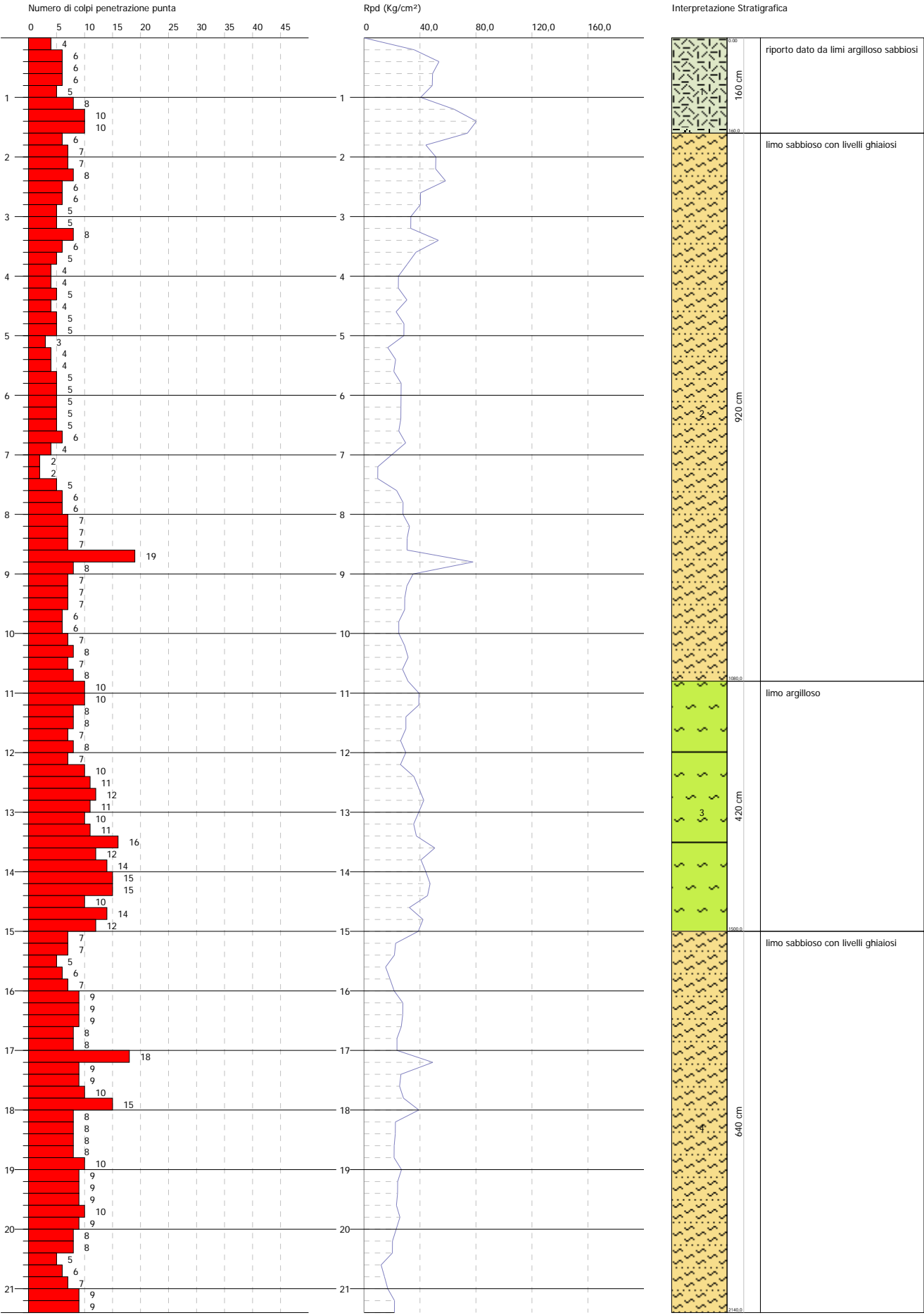
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) limo sabbioso	7,86	3,80-7,80	7,86	Robertson 1983	15,72
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi a diverse profondita	11,14	9,80-20,40	11,14	Robertson 1983	22,28

Committente: Amministrazione comunale di Monteprandone
 Descrizione: Palestra comunale
 Località: Monteprandone (AP)

Data: 21/09/2018

Scala 1-92



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

21/09/2018

Profondità prova

21,40 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	6	0,843	48,80	57,86	2,44	2,89
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	10	0,833	80,32	96,43	4,02	4,82
1,60	10	0,830	73,92	89,11	3,70	4,46
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	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	8	0,803	53,23	66,25	2,66	3,31
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	5	0,785	28,48	36,28	1,42	1,81
5,20	3	0,783	17,05	21,77	0,85	1,09
5,40	4	0,781	22,67	29,03	1,13	1,45
5,60	4	0,779	21,30	27,34	1,06	1,37
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	5	0,775	26,50	34,17	1,32	1,71
6,20	5	0,774	26,44	34,17	1,32	1,71
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	5	0,770	24,87	32,29	1,24	1,61
6,80	6	0,769	29,79	38,75	1,49	1,94
7,00	4	0,767	19,82	25,83	0,99	1,29
7,20	2	0,766	9,89	12,92	0,49	0,65
7,40	2	0,764	9,87	12,92	0,49	0,65
7,60	5	0,763	23,34	30,60	1,17	1,53
7,80	6	0,761	27,96	36,73	1,40	1,84
8,00	6	0,760	27,91	36,73	1,40	1,84
8,20	7	0,759	32,50	42,85	1,63	2,14
8,40	7	0,757	32,45	42,85	1,62	2,14
8,60	7	0,756	30,78	40,72	1,54	2,04
8,80	19	0,705	77,89	110,53	3,89	5,53
9,00	8	0,753	35,07	46,54	1,75	2,33
9,20	7	0,752	30,63	40,72	1,53	2,04

9,40	7	0,751	30,59	40,72	1,53	2,04
9,60	7	0,750	29,10	38,80	1,45	1,94
9,80	6	0,749	24,90	33,25	1,25	1,66
10,00	6	0,748	24,86	33,25	1,24	1,66
10,20	7	0,747	28,97	38,80	1,45	1,94
10,40	8	0,746	33,06	44,34	1,65	2,22
10,60	7	0,744	27,58	37,05	1,38	1,85
10,80	8	0,743	31,47	42,34	1,57	2,12
11,00	10	0,742	39,29	52,92	1,96	2,65
11,20	10	0,741	39,23	52,92	1,96	2,65
11,40	8	0,740	31,34	42,34	1,57	2,12
11,60	8	0,739	29,95	40,51	1,50	2,03
11,80	7	0,738	26,17	35,45	1,31	1,77
12,00	8	0,737	29,87	40,51	1,49	2,03
12,20	7	0,736	26,10	35,45	1,30	1,77
12,40	10	0,735	37,23	50,64	1,86	2,53
12,60	11	0,734	39,20	53,40	1,96	2,67
12,80	12	0,733	42,71	58,25	2,14	2,91
13,00	11	0,732	39,09	53,40	1,95	2,67
13,20	10	0,731	35,49	48,54	1,77	2,43
13,40	11	0,730	38,98	53,40	1,95	2,67
13,60	16	0,679	50,64	74,58	2,53	3,73
13,80	12	0,728	40,72	55,94	2,04	2,80
14,00	14	0,677	44,17	65,26	2,21	3,26
14,20	15	0,676	47,25	69,92	2,36	3,50
14,40	15	0,675	47,17	69,92	2,36	3,50
14,60	10	0,723	32,43	44,83	1,62	2,24
14,80	14	0,672	42,20	62,77	2,11	3,14
15,00	12	0,721	38,80	53,80	1,94	2,69
15,20	7	0,720	22,59	31,38	1,13	1,57
15,40	7	0,719	22,55	31,38	1,13	1,57
15,60	5	0,717	15,49	21,59	0,77	1,08
15,80	6	0,716	18,56	25,91	0,93	1,30
16,00	7	0,715	21,61	30,23	1,08	1,51
16,20	9	0,714	27,73	38,86	1,39	1,94
16,40	9	0,712	27,68	38,86	1,38	1,94
16,60	9	0,711	26,64	37,48	1,33	1,87
16,80	8	0,709	23,63	33,32	1,18	1,67
17,00	8	0,708	23,58	33,32	1,18	1,67
17,20	18	0,656	49,20	74,97	2,46	3,75
17,40	9	0,705	26,42	37,48	1,32	1,87
17,60	9	0,703	25,45	36,20	1,27	1,81
17,80	10	0,701	28,21	40,22	1,41	2,01
18,00	15	0,650	39,20	60,33	1,96	3,02
18,20	8	0,698	22,46	32,18	1,12	1,61
18,40	8	0,696	22,40	32,18	1,12	1,61
18,60	8	0,694	21,60	31,11	1,08	1,56
18,80	8	0,692	21,54	31,11	1,08	1,56
19,00	10	0,691	26,85	38,89	1,34	1,94
19,20	9	0,688	24,10	35,00	1,20	1,75
19,40	9	0,686	24,02	35,00	1,20	1,75
19,60	9	0,684	23,18	33,88	1,16	1,69
19,80	10	0,682	25,67	37,64	1,28	1,88
20,00	9	0,680	23,03	33,88	1,15	1,69
20,20	8	0,678	20,40	30,11	1,02	1,51
20,40	8	0,675	20,33	30,11	1,02	1,51
20,60	5	0,673	12,27	18,23	0,61	0,91
20,80	6	0,670	14,66	21,88	0,73	1,09
21,00	7	0,668	17,04	25,53	0,85	1,28
21,20	9	0,665	21,82	32,82	1,09	1,64
21,40	9	0,662	21,73	32,82	1,09	1,64

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	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
1,6	6,88	66,46	Coesivo	1,97	2,17	0,16	1,47	10,11	riporto dato da limi argilloso sabbiosi
10,8	5,96	40,42	Incoerente - coesivo	1,93	2,12	1,2	1,47	8,76	limo sabbioso con livelli ghiaiosi
15	11	53,08	Coesivo	2,08	2,29	2,53	1,47	16,17	limo argilloso
21,4	8,62	34,5	Incoerente - coesivo	2,03	2,23	3,61	1,47	12,67	limo sabbioso con livelli ghiaiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Terzaghi-Peck	0,68
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Terzaghi-Peck	0,59
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Terzaghi-Peck	1,09
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Terzaghi-Peck	0,86

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Robertson (1983)	20,22
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Robertson (1983)	17,52
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Robertson (1983)	32,34
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Robertson (1983)	25,34

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Stroud e Butler (1975)	61,85
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Stroud e Butler (1975)	53,59
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Stroud e Butler (1975)	98,93
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Stroud e Butler (1975)	77,52

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Schultze-Menzenbach	144,67
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Schultze-Menzenbach	129,14
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Schultze-Menzenbach	214,36
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Schultze-Menzenbach	174,11

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Meyerhof	1,97
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Meyerhof	1,93
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Meyerhof	2,08
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Meyerhof	2,03

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) riporto dato da limi argilloso sabbiosi	10,11	0.00-1,60	Meyerhof	2,17
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	Meyerhof	2,12
Strato (3) limo argilloso	16,17	10,80-15,00	Meyerhof	2,29
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	Meyerhof	2,23

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Meyerhof 1957	45,06
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Meyerhof 1957	35,99

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	29,5
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,62

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Terzaghi	---
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Terzaghi	254,07

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	45,46
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,49

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Meyerhof et al.	1,69
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Meyerhof et al.	1,81

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	(A.G.I.)	0,34
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	499,88
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Ohsaki (Sabbie pulite)	707,17

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Navfac 1971-1982	1,83
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Navfac 1971-1982	2,66

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm²)
Strato (2) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	8,76	1,60-10,80	8,76	Robertson 1983	17,52
Strato (4) limo sabbioso con livelli ghiaiosi	12,67	15,00-21,40	12,67	Robertson 1983	25,34

Studio vulnerabilità sismica Palasport

Colle Gioioso – Montepreandone (AP)

INDAGINE GEOFISICA:
SISMICA A RIFRAZIONE, SISMICA M.A.S.W. E MISURA
HVSr



Committente: *Studio SAGI srl*

GEOAB SNC di Abeti Sara e Bartolini Gianluigi

C.so di Sotto, 62 – Ascoli Piceno (AP)

P.iva:02312060441 – geoabsnc@gmail.com



PREMESSA

A seguito della richiesta dello Studio Geologico SAGI srl, è stata eseguita un'indagine geofisica di Sismica a Rifrazione, Sismica Masw e misura HVSr finalizzata alla caratterizzazione sismica attiva del sottosuolo.

La **GEOAB snc** è iscritta all'anagrafe antimafia esecutori con il numero **AE_009049_2017**.

Tale indagine è stata eseguita nel comune di Monteprandone (AP) presso Colle Gioioso per progetto di **"Studio Vulnerabilità Sismica Palasport"**.

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio).

Si riporta, di seguito, l'ubicazione dell'indagine effettuata (Foto 1):

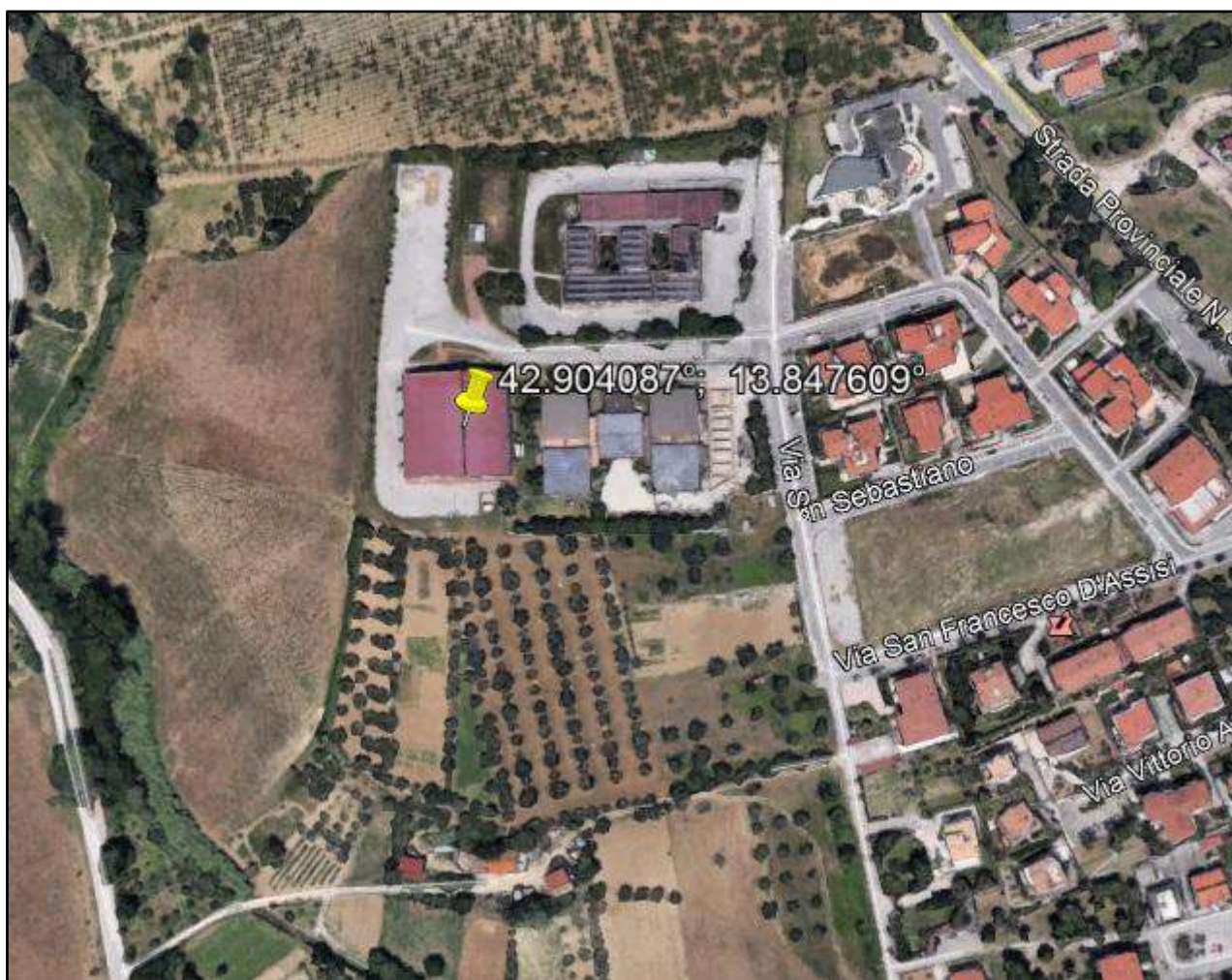


Foto 1: ubicazione indagine



Foto 2: ubicazione indagine sismica



Foto 3: Stendimento sismica a Rifrazione e MASW



Foto 4: misura H.V.S.R.

PRINCIPI FONDAMENTALI SISMICA A RIFRAZIONE

La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità.

L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

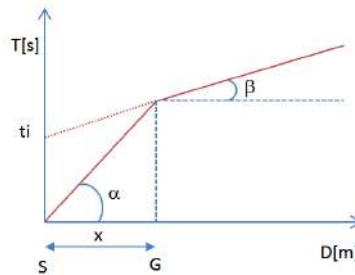
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

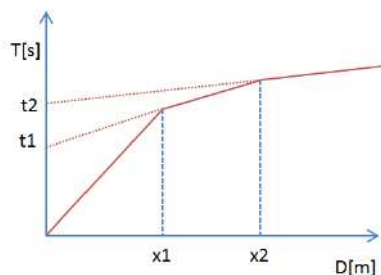
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

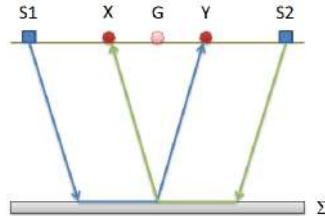


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)} V_i}{2 \sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2 h_1 \sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1 V_i} - \dots - \frac{2 h_{(i-2)} \sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1 V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la funzione velocità secondo l'equazione:

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$

dove TS1Y e TS2X sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre TS1S2 è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. Tv è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione Tv viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della funzione tempo-profondità è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.

Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione di campagna è condotta mediante sistema DoReMi a 24 bit, con geofoni verticali a 4,5 Hz mentre per l'elaborazione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software EasyRefract.

Il sismografo DoReMi distribuisce lungo il cavo di stendimento l'elettronica necessaria alla registrazione del segnale sismico.

I collegamenti elettrici sono stati realizzati con cavo sismico che incorpora e distribuisce nello stesso un sismografo modulare canale per canale e geofoni aventi una frequenza di 4,5 Hz, ancorati verticalmente al terreno.

Le basi sismiche sono costituite la seguente geometria:

Sismica a Rifrazione: 24 geofoni disposti ad intervalli di 2,00 metri per cui risulta lunga 58 metri.

Sismica MASW: 24 geofoni disposti ad intervalli di 2,00 metro per cui risulta lunga 58 metri.

RISULTATI INDAGINE**Dati generali**

Committente Studio SAGI srl
 Zona Monteprandone (AP)
 Operatore Geol. Sara Abeti
 Responsabile Geol. Sara Abeti - Geol. Gianluigi Bartolini
 Via Colle Gioioso

Geometria geofoni : Distanza intergeofonica 2 mt; tutte le distanze sono riferite alla battuta n. 1

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	6.0	0.0
2	8.0	0.0
3	10.0	0.0
4	12.0	0.0
5	14.0	0.0
6	16.0	0.0
7	18.0	0.0
8	20.0	0.0
9	22.0	0.0
10	24.0	0.0
11	26.0	0.0
12	28.0	0.0
13	30.0	0.0
14	32.0	0.0
15	34.0	0.0
16	36.0	0.0
17	38.0	0.0
18	40.0	0.0
19	42.0	0.0
20	44.0	0.0
21	46.0	0.0
22	48.0	0.0
23	50.0	0.0
24	52.0	0.0

- Dati battute

Battuta 1			Battuta 2		
Posizione sorgente X		0 [m]	Posizione sorgente X		4 [m]
Posizione sorgente Z		0 [m]	Posizione sorgente Z		0 [m]
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]		Posizione geofono [m]	Tempo [ms]	
6.0	18.4210		6.0	4.2510	

	8.0	24.0890		8.0	11.3360																																																																																
	10.0	26.9229		10.0	19.8380																																																																																
	12.0	32.5909		12.0	24.0890																																																																																
	14.0	35.4249		14.0	29.7569																																																																																
	16.0	38.2589		16.0	34.0079																																																																																
	18.0	43.9269		18.0	35.4249																																																																																
	20.0	49.5949		20.0	38.2589																																																																																
	22.0	52.4289		22.0	41.0929																																																																																
	24.0	53.8459		24.0	46.7609																																																																																
	26.0	59.5139		26.0	51.0119																																																																																
	28.0	63.7649		28.0	51.0119																																																																																
	30.0	68.0159		30.0	55.2629																																																																																
	32.0	69.4329		32.0	58.0969																																																																																
	34.0	70.8499		34.0	58.0969																																																																																
	36.0	75.1008		36.0	60.9309																																																																																
	38.0	77.9348		38.0	65.1819																																																																																
	40.0	79.3518		40.0	66.5989																																																																																
	42.0	80.7688		42.0	69.4329																																																																																
	44.0	83.6028		44.0	70.8499																																																																																
	46.0	85.0198		46.0	73.6838																																																																																
	48.0	86.4368		48.0	76.5178																																																																																
	50.0	87.8538		50.0	77.9348																																																																																
	52.0	92.1048		52.0	82.1858																																																																																
Battuta 3			Battuta 4																																																																																		
Posizione sorgente X		29 [m]	Posizione sorgente X		54 [m]																																																																																
Posizione sorgente Z		0 [m]	Posizione sorgente Z		0 [m]																																																																																
<table><tr><th>Posizione geofono [m]</th><th>Tempo [ms]</th></tr><tr><td>6.0</td><td>58.0969</td></tr><tr><td>8.0</td><td>53.8459</td></tr><tr><td>10.0</td><td>51.0119</td></tr><tr><td>12.0</td><td>42.5099</td></tr><tr><td>14.0</td><td>36.8419</td></tr><tr><td>16.0</td><td>32.5909</td></tr><tr><td>18.0</td><td>25.5059</td></tr><tr><td>20.0</td><td>18.4210</td></tr><tr><td>22.0</td><td>15.5870</td></tr><tr><td>24.0</td><td>9.9190</td></tr><tr><td>26.0</td><td>5.6680</td></tr><tr><td>28.0</td><td>4.2510</td></tr><tr><td>30.0</td><td>2.8340</td></tr><tr><td>32.0</td><td>4.2510</td></tr><tr><td>34.0</td><td>12.7530</td></tr><tr><td>36.0</td><td>15.5870</td></tr><tr><td>38.0</td><td>19.8380</td></tr><tr><td>40.0</td><td>25.5059</td></tr><tr><td>42.0</td><td>29.7569</td></tr></table>			Posizione geofono [m]	Tempo [ms]	6.0	58.0969	8.0	53.8459	10.0	51.0119	12.0	42.5099	14.0	36.8419	16.0	32.5909	18.0	25.5059	20.0	18.4210	22.0	15.5870	24.0	9.9190	26.0	5.6680	28.0	4.2510	30.0	2.8340	32.0	4.2510	34.0	12.7530	36.0	15.5870	38.0	19.8380	40.0	25.5059	42.0	29.7569	<table><tr><th>Posizione geofono [m]</th><th>Tempo [ms]</th></tr><tr><td>6.0</td><td>79.3518</td></tr><tr><td>8.0</td><td>75.1008</td></tr><tr><td>10.0</td><td>72.2669</td></tr><tr><td>12.0</td><td>68.0159</td></tr><tr><td>14.0</td><td>63.7649</td></tr><tr><td>16.0</td><td>59.5139</td></tr><tr><td>18.0</td><td>59.5139</td></tr><tr><td>20.0</td><td>56.6799</td></tr><tr><td>22.0</td><td>55.2629</td></tr><tr><td>24.0</td><td>49.5949</td></tr><tr><td>26.0</td><td>48.1779</td></tr><tr><td>28.0</td><td>45.3439</td></tr><tr><td>30.0</td><td>42.5099</td></tr><tr><td>32.0</td><td>39.6759</td></tr><tr><td>34.0</td><td>35.4249</td></tr><tr><td>36.0</td><td>34.0079</td></tr><tr><td>38.0</td><td>31.1739</td></tr><tr><td>40.0</td><td>25.5059</td></tr><tr><td>42.0</td><td>21.2550</td></tr></table>			Posizione geofono [m]	Tempo [ms]	6.0	79.3518	8.0	75.1008	10.0	72.2669	12.0	68.0159	14.0	63.7649	16.0	59.5139	18.0	59.5139	20.0	56.6799	22.0	55.2629	24.0	49.5949	26.0	48.1779	28.0	45.3439	30.0	42.5099	32.0	39.6759	34.0	35.4249	36.0	34.0079	38.0	31.1739	40.0	25.5059	42.0	21.2550
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]																																																																																				
6.0	58.0969																																																																																				
8.0	53.8459																																																																																				
10.0	51.0119																																																																																				
12.0	42.5099																																																																																				
14.0	36.8419																																																																																				
16.0	32.5909																																																																																				
18.0	25.5059																																																																																				
20.0	18.4210																																																																																				
22.0	15.5870																																																																																				
24.0	9.9190																																																																																				
26.0	5.6680																																																																																				
28.0	4.2510																																																																																				
30.0	2.8340																																																																																				
32.0	4.2510																																																																																				
34.0	12.7530																																																																																				
36.0	15.5870																																																																																				
38.0	19.8380																																																																																				
40.0	25.5059																																																																																				
42.0	29.7569																																																																																				
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]																																																																																				
6.0	79.3518																																																																																				
8.0	75.1008																																																																																				
10.0	72.2669																																																																																				
12.0	68.0159																																																																																				
14.0	63.7649																																																																																				
16.0	59.5139																																																																																				
18.0	59.5139																																																																																				
20.0	56.6799																																																																																				
22.0	55.2629																																																																																				
24.0	49.5949																																																																																				
26.0	48.1779																																																																																				
28.0	45.3439																																																																																				
30.0	42.5099																																																																																				
32.0	39.6759																																																																																				
34.0	35.4249																																																																																				
36.0	34.0079																																																																																				
38.0	31.1739																																																																																				
40.0	25.5059																																																																																				
42.0	21.2550																																																																																				

44.0	31.1739	44.0	18.4210
46.0	36.8419	46.0	15.5870
48.0	41.0929	48.0	12.7530
50.0	43.9269	50.0	8.5020
52.0	51.0119	52.0	4.2510

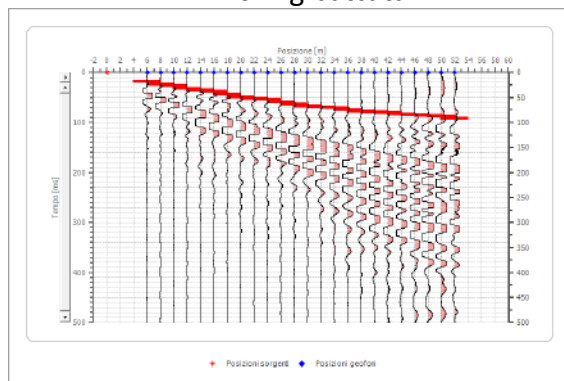
Battuta 5

Posizione sorgente X 58 [m]

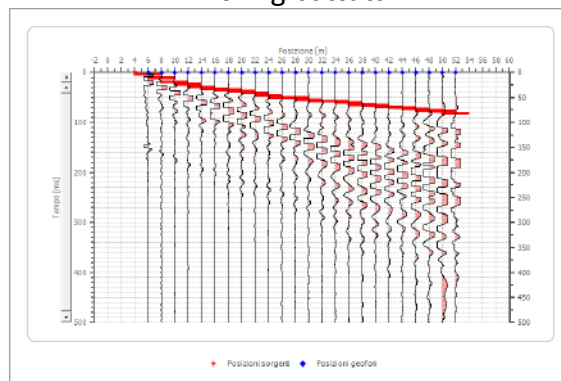
Posizione sorgente Z 0 [m]

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	92.1048
8.0	89.2708
10.0	86.4368
12.0	83.6028
14.0	82.1858
16.0	79.3518
18.0	76.5178
20.0	75.1008
22.0	72.2669
24.0	69.4329
26.0	66.5989
28.0	63.7649
30.0	60.9309
32.0	56.6799
34.0	51.0119
36.0	48.1779
38.0	45.3439
40.0	41.0929
42.0	34.0079
44.0	29.7569
46.0	25.5059
48.0	22.6720
50.0	19.8380
52.0	17.0040

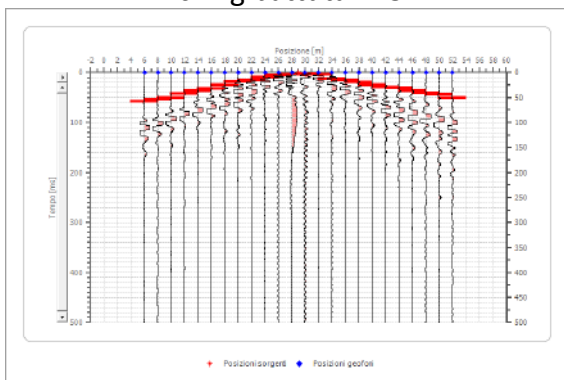
Picking battuta n. 1



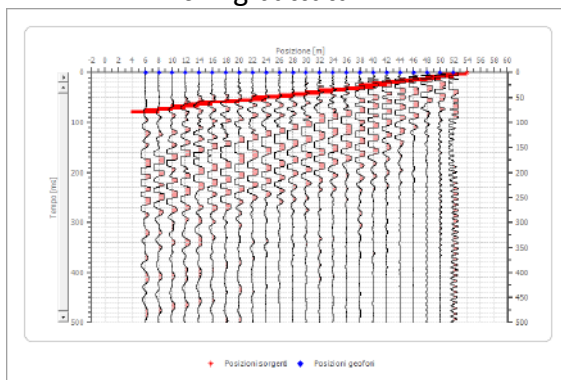
Picking battuta n. 2



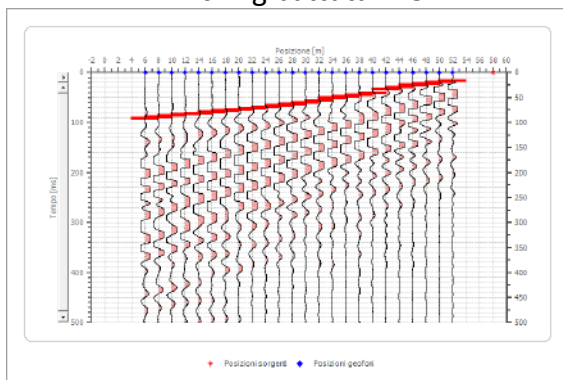
Picking battuta n. 3



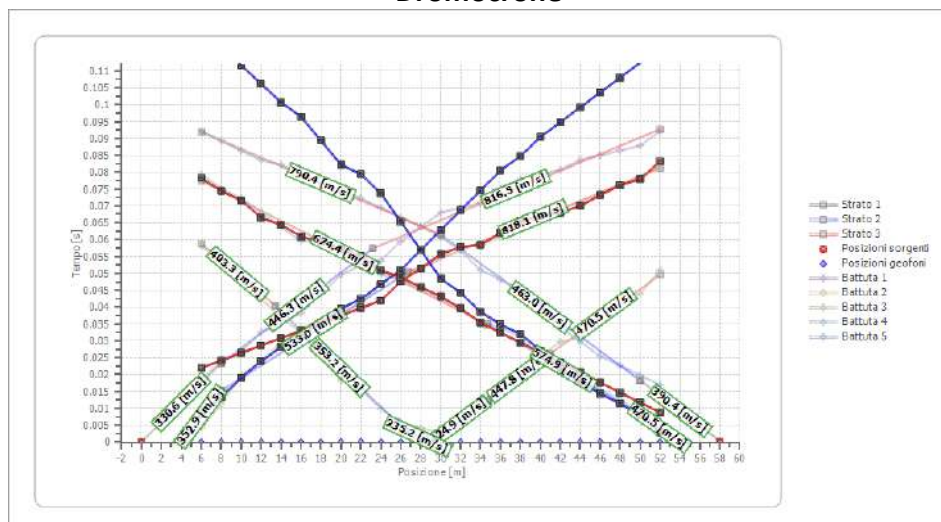
Picking battuta n. 4



Picking battuta n. 5



Dromocrone



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

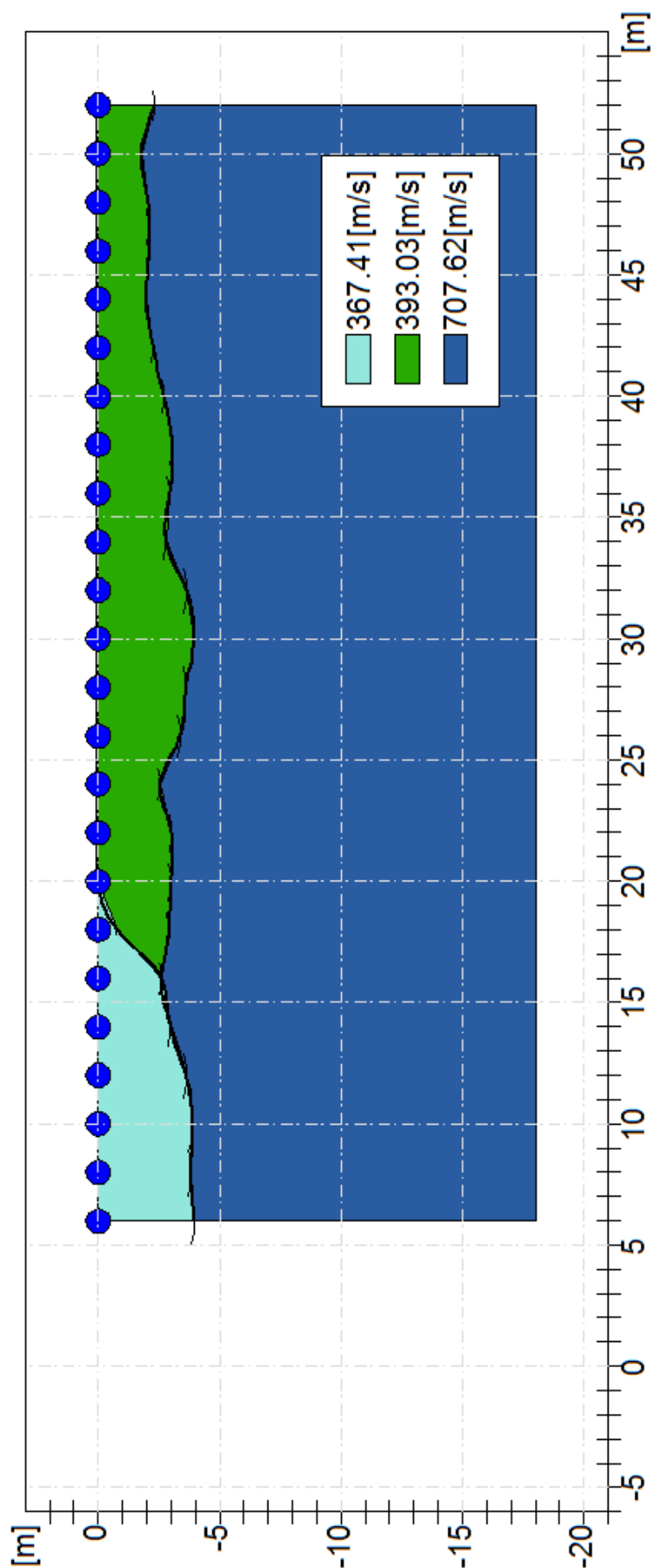
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 6.0 [m]	4.0	4.0	--
G= 8.0 [m]	3.8	3.8	--
G= 10.0 [m]	3.9	3.9	--
G= 12.0 [m]	3.6	3.6	--
G= 14.0 [m]	3.0	3.0	--
G= 16.0 [m]	2.6	2.6	--
G= 18.0 [m]	0.8	2.9	--
G= 20.0 [m]	0.0	3.0	--
G= 22.0 [m]	0.0	3.0	--
G= 24.0 [m]	0.0	2.6	--
G= 26.0 [m]	0.0	3.4	--
G= 28.0 [m]	0.0	3.6	--
G= 30.0 [m]	0.0	4.0	--
G= 32.0 [m]	0.0	3.6	--
G= 34.0 [m]	0.0	2.8	--
G= 36.0 [m]	0.0	2.9	--
G= 38.0 [m]	0.0	3.1	--
G= 40.0 [m]	0.0	2.7	--
G= 42.0 [m]	0.0	2.3	--
G= 44.0 [m]	0.0	2.0	--
G= 46.0 [m]	0.0	2.1	--
G= 48.0 [m]	0.0	2.1	--
G= 50.0 [m]	0.0	1.8	--
G= 52.0 [m]	0.0	2.3	--
Velocità [m/sec]	367.4	393.0	707.6

Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Vp [m/s]	367.41	393.03	707.62
Vs [m/s]	176.50	188.81	339.93
G0 [MPa]	56.07	64.17	208.00
Ed [Mpa]	242.98	278.05	901.32
M0 [MPa]	186.91	213.88	693.32
Ey [Mpa]	151.40	173.25	561.59

G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young

SEZIONE INTERPRETATIVA



INDAGINE MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

MOTO DEL SEGNALE SISMICO

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

ONDE DI RAYLEIGH – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

ANALISI DEL SEGNALE CON TECNICA MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

MODELLIZZAZIONE

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

MODI DI VIBRAZIONE

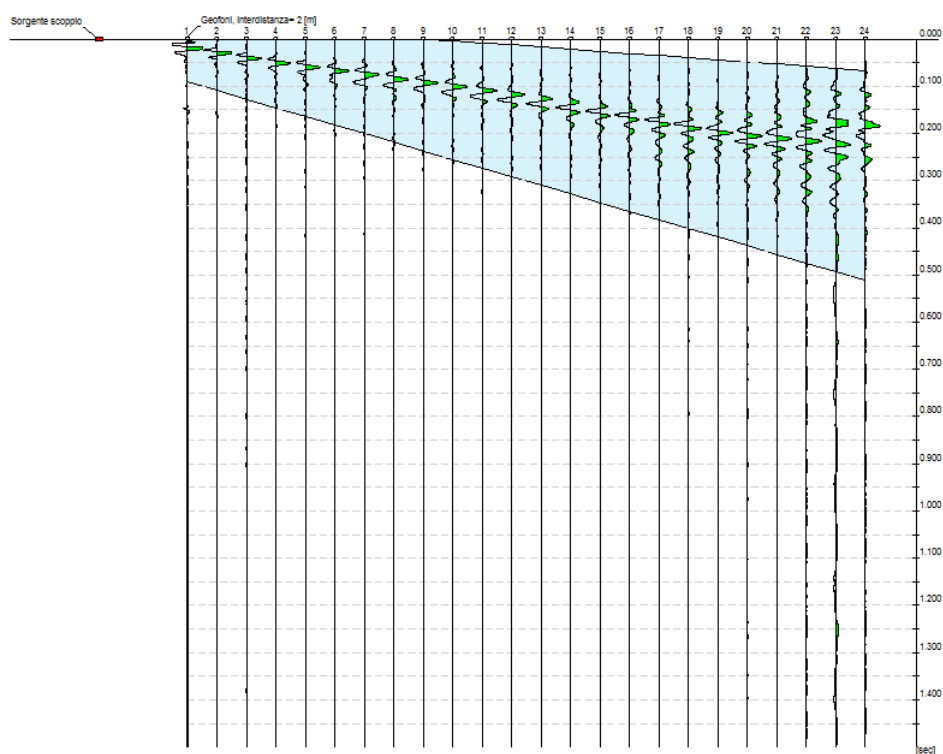
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

PROFONDITÀ DI INDAGINE

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

TRACCE

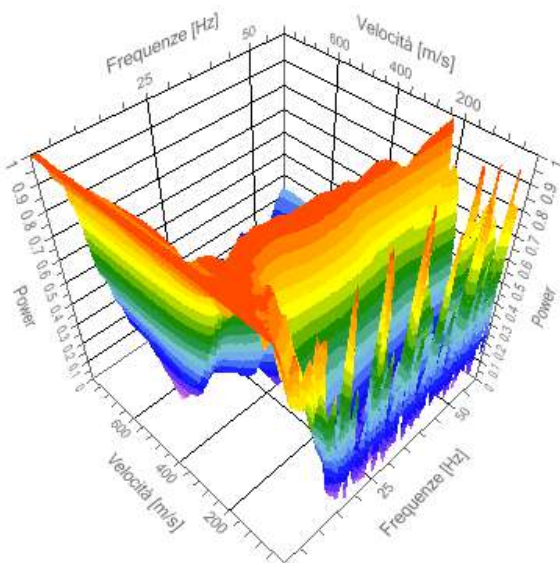
N. Tracce	24
Durata acquisizione (msec)	1500
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.20



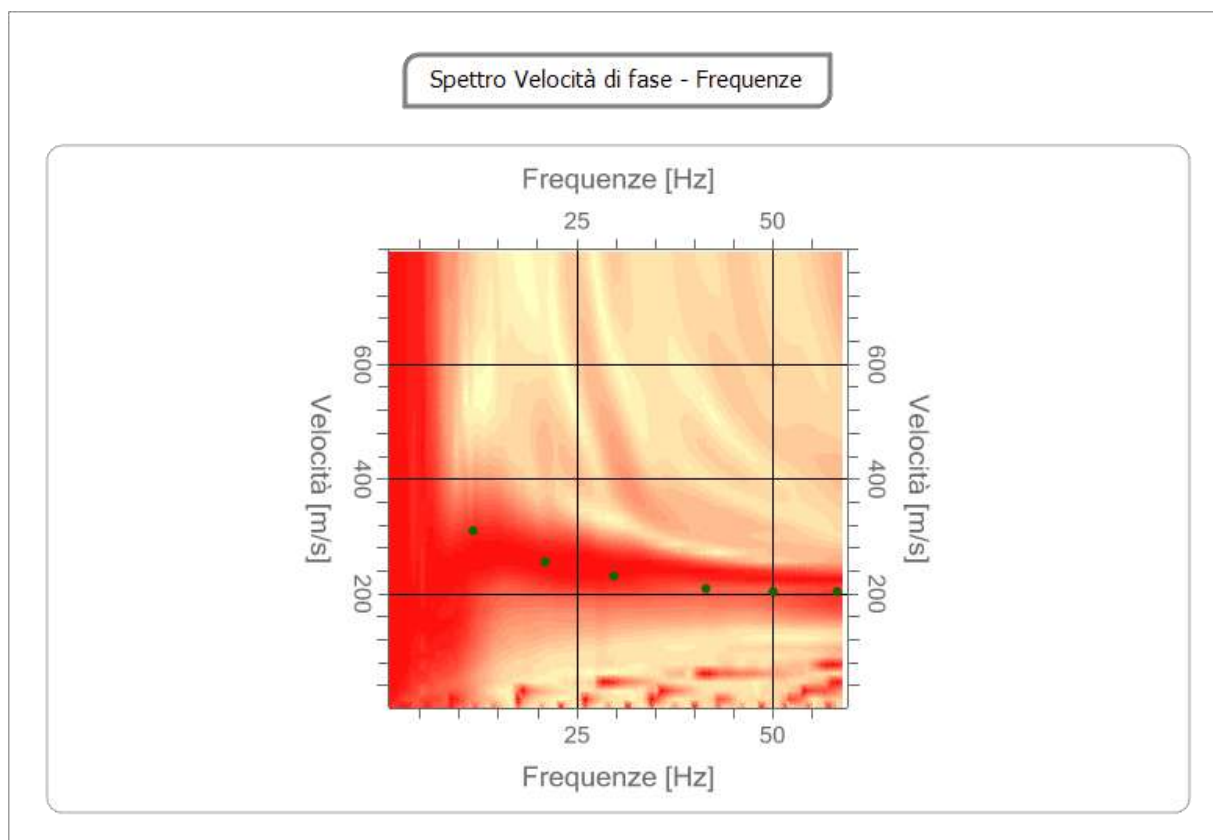
ANALISI SPETTRALE

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze

**CURVA DI DISPERSIONE**

n.	Frequenza[Hz]	Velocità[m/sec]	Modo
1	11.7	308.3	0
2	21.0	255.6	0
3	29.8	229.3	0
4	41.6	208.8	0
5	50.2	202.9	0
6	58.3	202.9	0



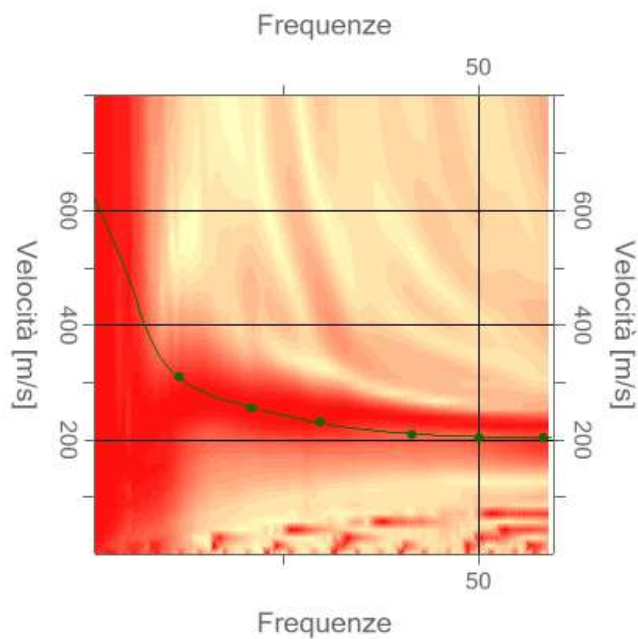
INVERSIONE

n.	Profondità [m]	Spessore[m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.01	3.01	357.4	218.9
2	8.97	5.96	536.2	328.4
3	15.67	6.70	643.0	393.7
4	21.92	6.25	881.9	540.0
5	29.28	7.36	991.6	607.3
6	oo	oo	1158.7	709.6

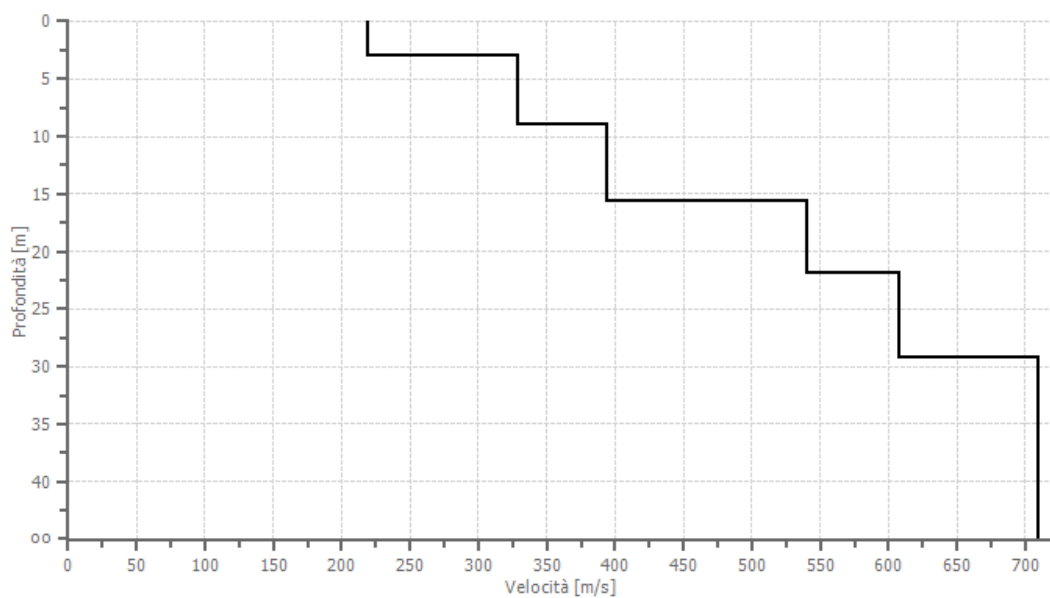
Percentuale di errore 0.001 %

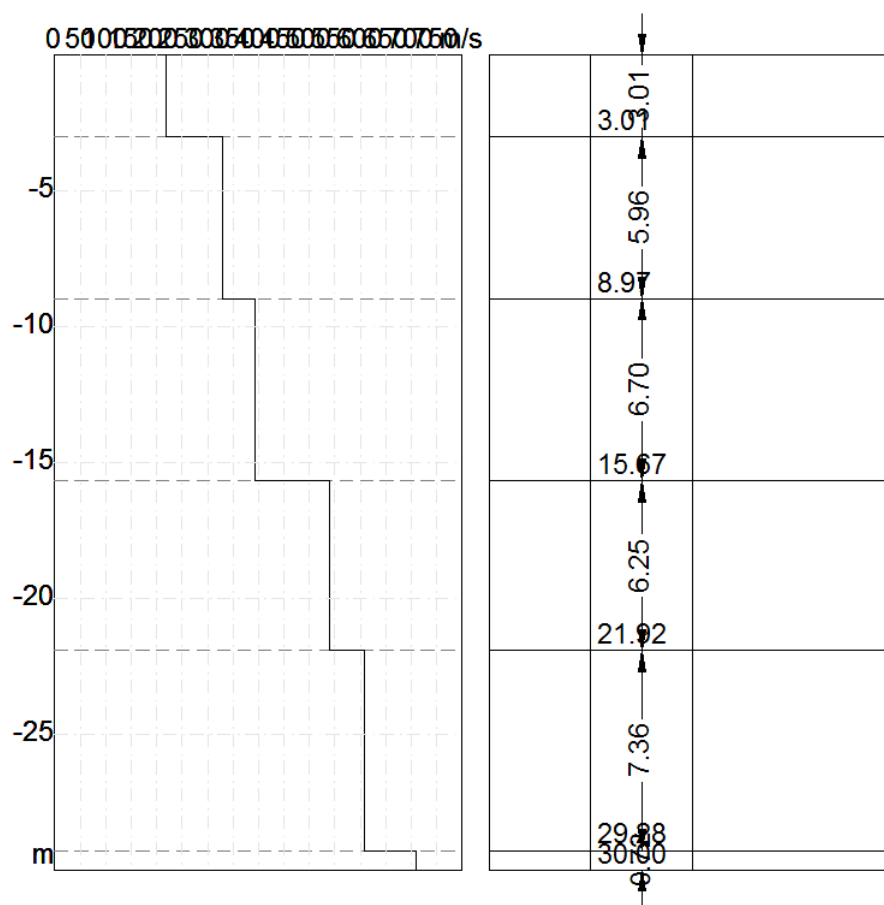
Fattore di disadattamento della soluzione 0.004

Inversione



Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec]	407.50
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s

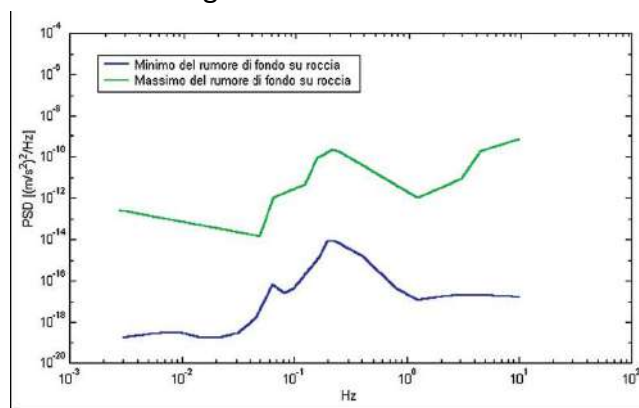
MISURA MICROTREMORE – TECNICA H.V.S.R.

INTRODUZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

Anche l'attività industriale o il traffico veicolare possono generare tremore sismico, soprattutto in alta frequenza (alcuni Hz), che si attenua rapidamente allontanandosi dalla sorgente. In aree prive di sorgenti locali di tremore, in assenza di vento o su basamenti rocciosi tabulari, lo spettro del tremore assume la forma mostrata in Figura:



dove le curve blu e verdi indicano rispettivamente le ampiezze 'massima' e 'minima' assunte come standard per il rumore sismico di fondo dal Servizio Geologico degli Stati Uniti (USGS).

Lo spettro del rumore sismico diminuisce in corrispondenza delle alte frequenze e mostra due massimi a 0.14 e 0.07 Hz.

Questi massimi sono probabilmente legati al moto ondoso degli oceani i cui effetti si propagano a distanze anche dell'ordine delle migliaia di km dalla costa a causa delle particolari modalità di propagazione delle onde superficiali.

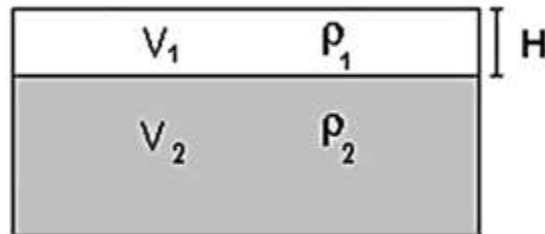
I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Durante un terremoto, se la frequenza di risonanza del sottosuolo coincide con quella degli edifici presenti, può avere luogo un fenomeno di accoppiamento fra le due modalità di vibrazione. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni indotti dal terremoto, anche più importante della dimensione del terremoto stesso.

BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D). Consideriamo il sistema di Figura in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.



L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_{s1}/4H \quad (f_r) = V_{p1}/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1.

Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e nei casi più significativi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu (2004).

STRUMENTAZIONE

Tutte le misure di microtremore ambientale, della durata minima di 10 minuti ciascuna, sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento (SR04S3 - SARA electronic instruments) è un Sismografo triassiale con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, con banda utile di lettura 0.2 – 100 Hz, alimentato da 1 batteria 12V esterna, fornito di GPS interno, collegato ad un Notebook ACER – DualCore 1.6 GHz.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz tramite il software SEISMOLOG-MT della SARA electronic instruments.

I segnali così acquisiti, relativi alle componenti Verticale (Z), Est-Ovest (E) e Nord-Sud (N), sono stati successivamente analizzati col software Geopsy (Wathelet -SESAME European research project – 2004) e quindi con la routine Dinver per derivare la curva d'inversione delle velocità Vs.

ACQUISIZIONE DATI

Per l'acquisizione il Geobox SR04SR viene posizionato sul terreno cercando di ottimizzare al meglio l'accoppiamento terreno strumento, più importante del livellamento.

Nel posizionamento è preferibile posizionare lo strumento con l'asse maggiore in direzione del Nord nelle misure su terreno, mentre per le misure su edifici viene posizionato lungo l'asse principale dell'edificio.

Una volta posizionato lo strumento, come precedentemente detto, si parte con l'acquisizione che ha una durata di circa 20/30 minuti.

STATION INFORMATION

Station code: -

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Palasport

Address: Colle Gioioso

Latitude: 42.904087°

Longitude: 13.847609°

Coordinate system: WGS84

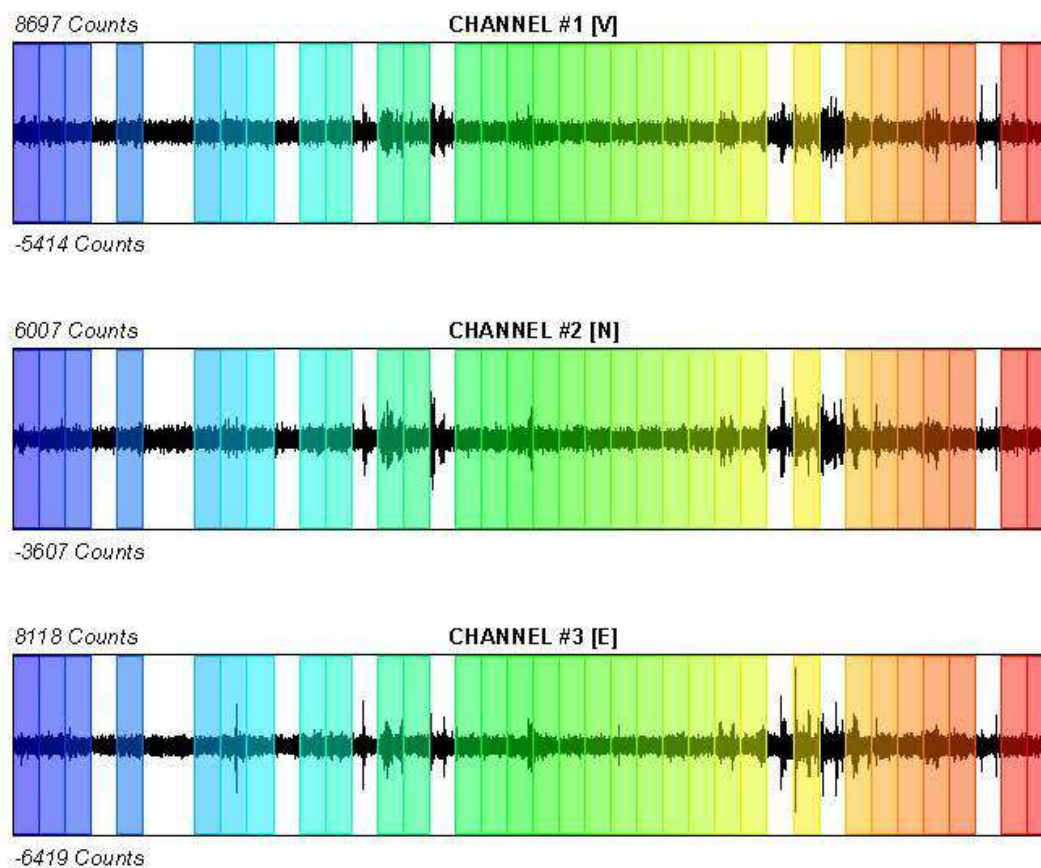
Elevation: 81 m s.l.m.

Weather: Sereno

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz
Recording start time: 2018/09/21 12:15:27
Recording length: 20 min
Windows count: 31
Average windows length: 30
Signal coverage: 77.5%

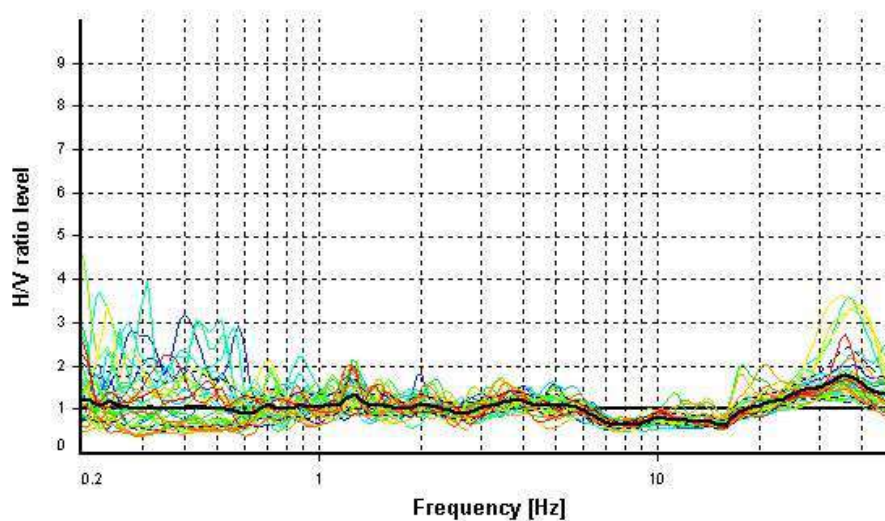
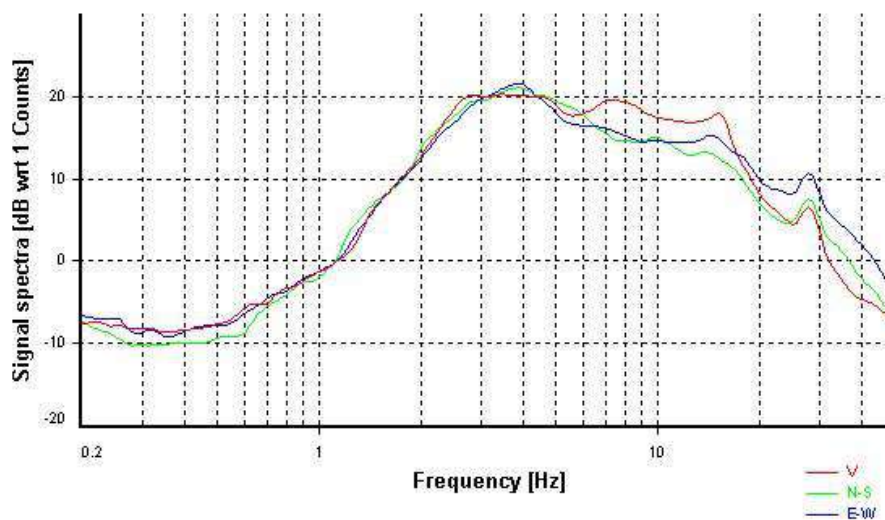


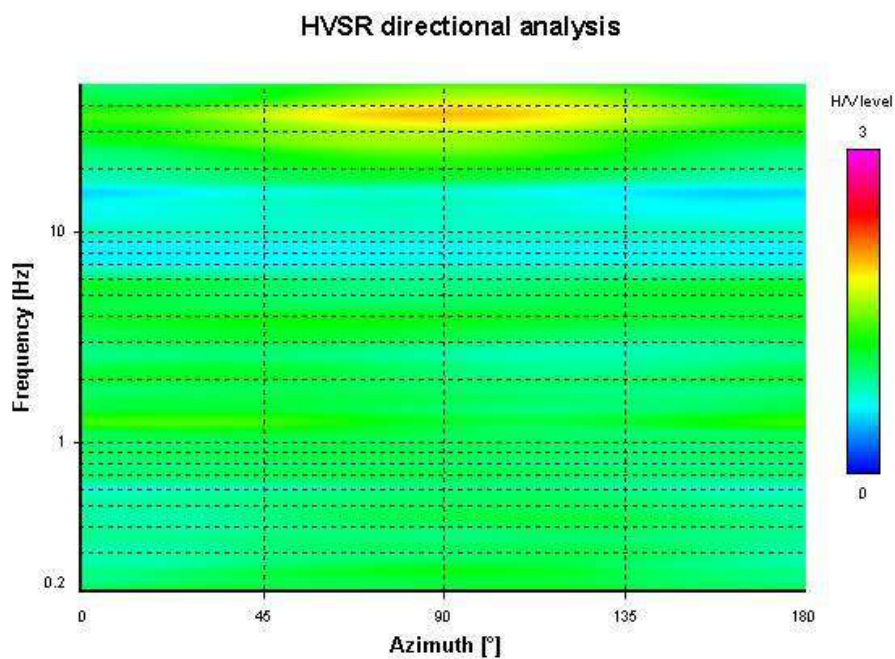
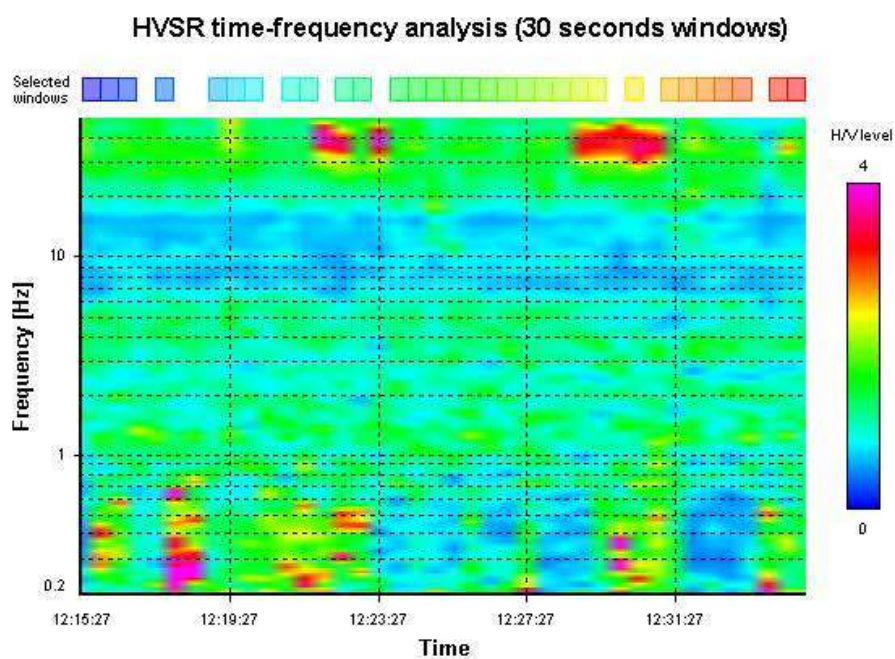
SARA electronic instruments srl - GeoExplorer HVSr 2.2.1

www.sara.pg.it

HVSR ANALYSIS

Tapering: Disabled
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)
Instrumental correction: Disabled

HVSR average**Signal spectra average**



COMMENTO

Esaminando i valori relativi al V_{seq} , così come prescritto dalla normativa (emanata con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 42 del 20/02/2018), con un valore di **V_{seq} di 407.50 m/sec per la MASW** otteniamo la seguente categoria di suolo:

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s.


Per quello che concerne la misura HVSr essa risulta praticamente “piatta” quindi nel sito non si verificano effetti di amplificazioni sismiche.

La determinazione definitiva della categoria di suolo spetterà comunque al geologo incaricato sulla base delle sue esclusive conoscenze geologiche e stratigrafiche del sito in esame ed in base alla completa campagna di indagini di cui dispone.

Ascoli Piceno, settembre 2018

OPERATORE RESPONSABILE

Dott. Gianluigi Bartolini


GEOAB SNC
CORSO DI SOTTO 62
63100 ASCOLI PICENO
P. IVA 02312060441



INDAGINE GEOTECNICA DPSH

(Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Amministrazione comunale di Monteprandone (AP)

Cantiere: indagini geotecniche e geofisiche inerente l'intervento denominato "P.N.R.R. Missione 4 Istruzione e Ricerca Componente 1 Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università Investimento 1.2: Piano di estensione del tempo pieno e mense. AMPLIAMENTO MENSA SCOLASTICA PRESSO SCUOLA DI INFANZIA COLLE GIOIOSO". Determina a contrarre. CUP: G58H22000020006 CIG: Z05389003B.

Località: Monteprandone (AP) Colle Gioioso

Data: 24.11.2022

INGEO SAS di D'Ambrosio Roberto & C.

Via Marche 1/a 64014 Martinsicuro (TE)

info@ingeosas.it ingeosas@pec.it

3401798332 / 3401798333

F.to. Dott. Stefano Massi

INGEO S.A.S.
di D'Ambrosio Roberto & C.
Via Marche 1/A - 64014 MARTINSICURO (TE)
Part. IVA: 0157770678
Cod. Fisc.: 91026950678

Sommario

UBICAZIONE AREA DI INDAGINE	3
INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO	4
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI IN SITO	5
CARATTERISTICHE TECNICHE PAGANI DPSH TG 63-200.....	6
GRAFICO DPSH 1.....	7
PRESSIONE AMMISSIBILE OLANDESI L'HERMINIER DPSH 1	8
PROVA ... Nr.1	9

UBICAZIONE AREA DI INDAGINE




Figura 1 - Ubicazione area di indagine.



Figura 2 - Ubicazione zona di indagine.

INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO

	N°	TIPO PROVA
	1	INDAGINE GEOTECNICA DPSH <i>(Dynamic Probing Super Heavy)</i>

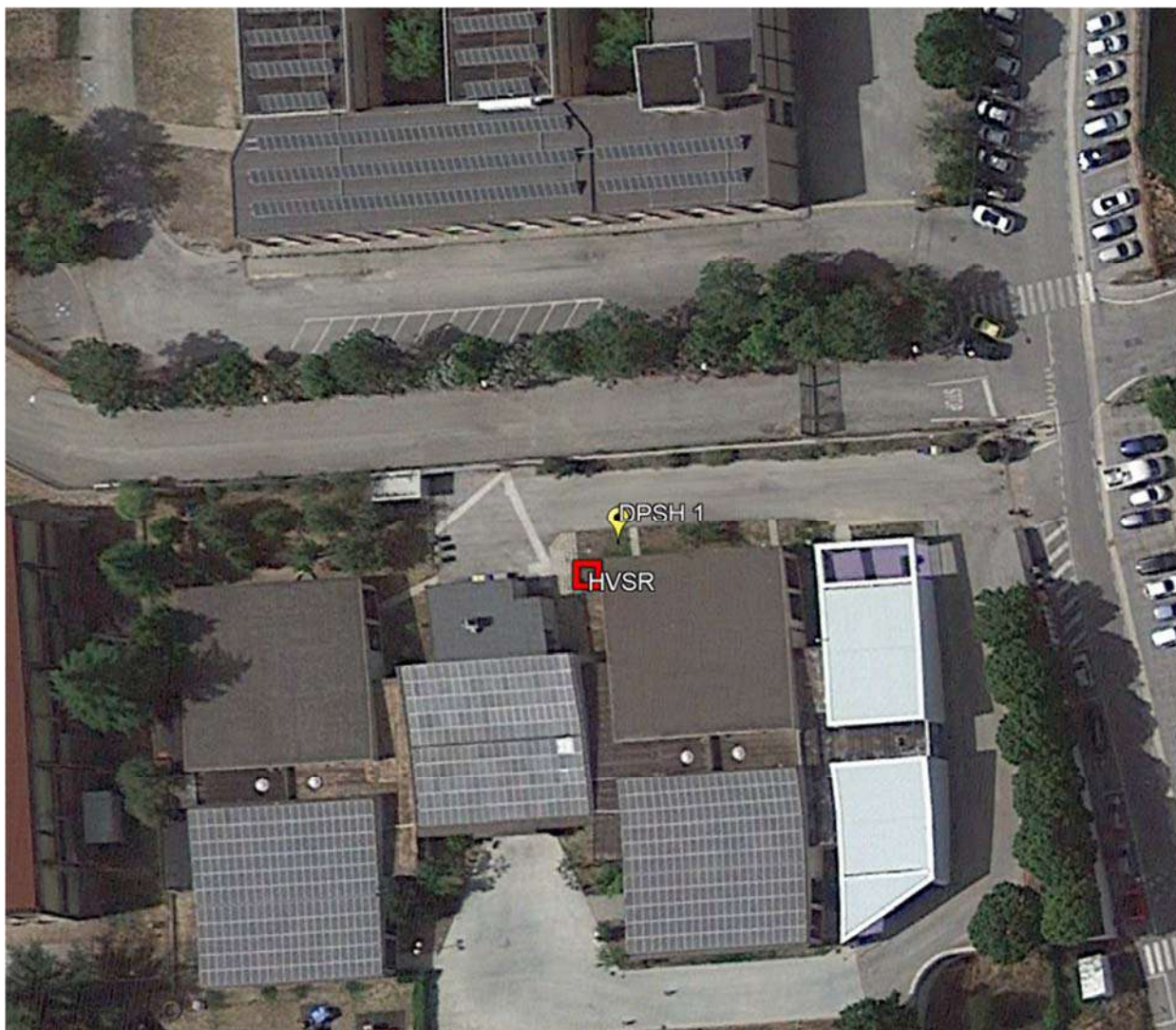


Figura 3 - Ubicazione zona di indagine.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI IN SITO



Figura 4 - Ubicazione della prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH, SCPT) P1

CARATTERISTICHE TECNICHE PAGANI DPSH TG 63-200



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)
Coeff. Correlazione	1,47
Angolo di apertura punta	90 °


BUREAU VERITAS

BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 - 20126 Milano

ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'
Direttiva Macchine 2006/42/CE
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE
Machinery Directive 2006/42/EC
N° CV 005-07-2015

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica volontaria, attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE, e ne risulta conforme
Following the voluntary examination, Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of the Machinery Directive 2006/42/EC, and found to satisfy the provisions of the directive

Macchina/Machine: PENETROMETRO / PENETROMETER

**Fabbricante
manufacturer**
PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.
**Modello
type**
TG63

Caratteristiche della macchina /Machinery parameters: Penetrometro serie TG63

Questo certificato perde la sua validità, in caso di modifiche alla macchina che possano influire sulla conformità ai requisiti essenziali di sicurezza o sulle condizioni d'uso previste dalla Direttiva 2006/42/CE del 9 giugno 2006 così come trasposto nelle leggi nazionali applicabili.
This certificate shall be deemed to be void, in case of modification to the machinery where this may affect conformity with the essential safety requirements or the prescribed conditions of use of the machinery directive nr 2006/42/EC of 9 June 2006 as transposed in the applicable law(s).

Luogo: Milano Place Data: 31/08/2015 Date	Firmato da: Felice Cammaro Signed by Firma:  Signature
--	--

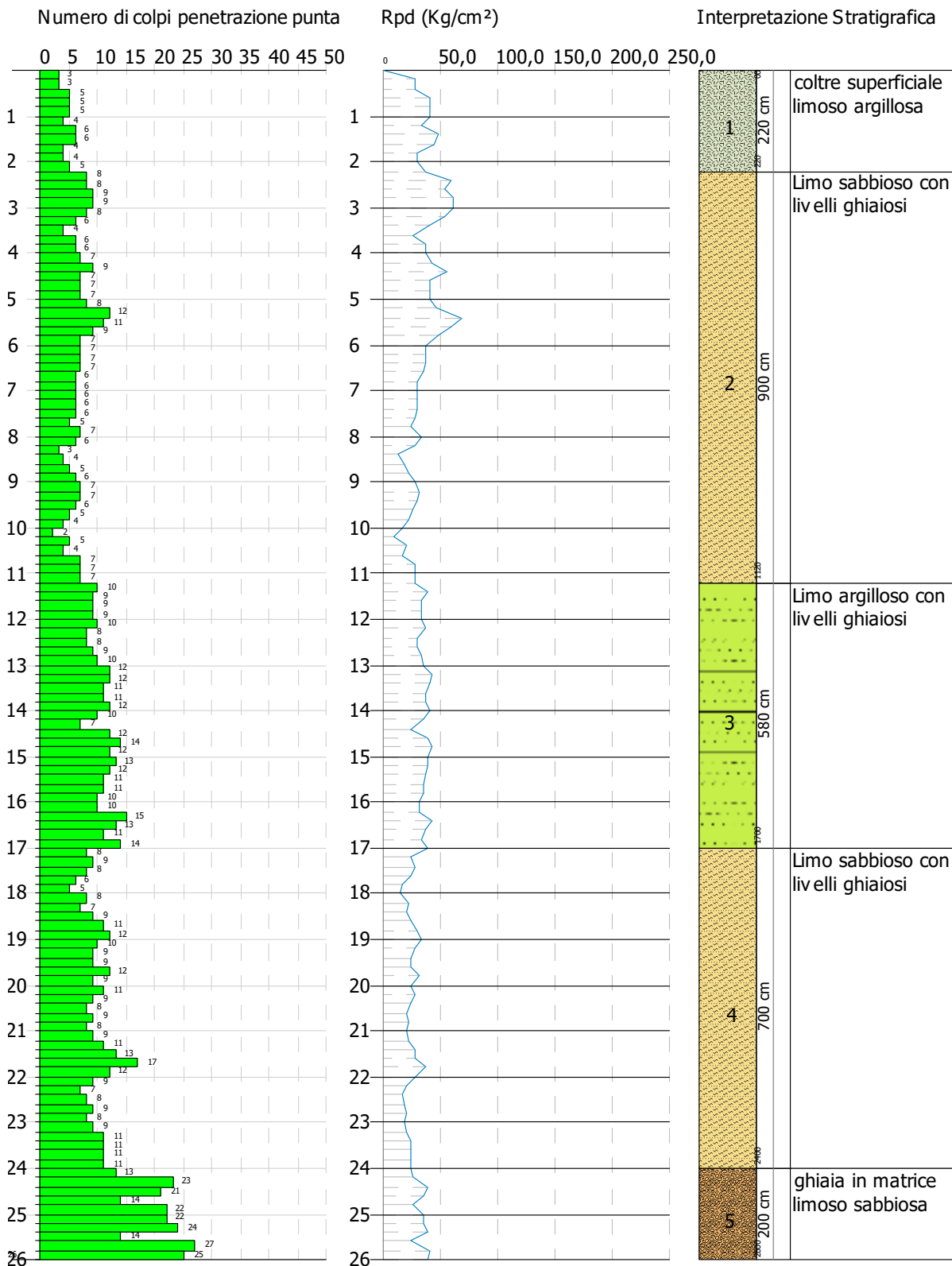
© BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 - 20126 Milano.
CHRONO G12627/14/GT/fc rev. 3 IT FILE 14.1884705.138
- 1 -

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

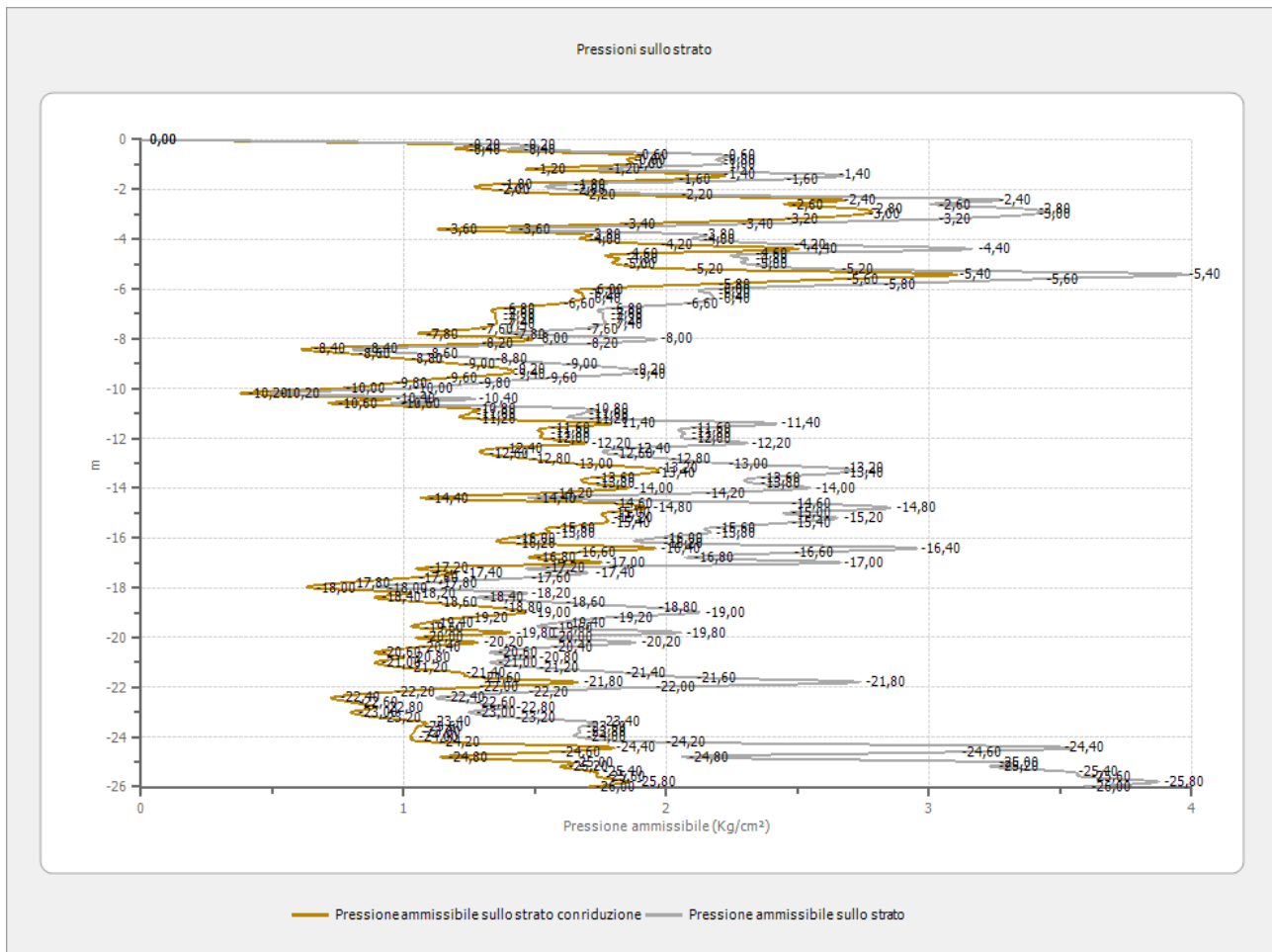
Committente: Amministrazione Comunale di Monteprandone (AP)
Descrizione: Rif: nuove mensa scolastica scuola Colle Gioioso
Località: Monteprandone (AP)

25/11/2022

Scala 1:125



PRESSIONE AMMISSIBILE OLANDESI L'HERMINIER DPSH 1



Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 25/11/2022

Profondità prova 26,00 mt

Falda non rilevata

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	3	0,855	26,94	31,52	1,22	1,43
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,22	1,43
0,60	5	0,847	40,84	48,22	1,86	2,19
0,80	5	0,843	40,66	48,22	1,85	2,19
1,00	5	0,840	40,49	48,22	1,84	2,19
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,47	1,75
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,19	2,63
1,60	6	0,830	44,35	53,47	2,02	2,43
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,34	1,62
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,33	1,62
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,66	2,03
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,65	3,24
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,45	3,01
2,80	9	0,811	60,48	74,54	2,75	3,39
3,00	9	0,809	60,27	74,54	2,74	3,39
3,20	8	0,806	53,40	66,25	2,43	3,01
3,40	6	0,803	39,92	49,69	1,81	2,26
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,13	1,41
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,68	2,11
4,00	6	0,796	36,95	46,41	1,68	2,11
4,20	7	0,794	42,98	54,15	1,95	2,46
4,40	9	0,791	55,10	69,62	2,50	3,16
4,60	7	0,789	40,09	50,80	1,82	2,31
4,80	7	0,787	39,98	50,80	1,82	2,31
5,00	7	0,785	39,88	50,80	1,81	2,31
5,20	8	0,783	45,46	58,06	2,07	2,64
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,09	3,96
5,60	11	0,779	58,57	75,18	2,66	3,42
5,80	9	0,777	47,81	61,51	2,17	2,80
6,00	7	0,775	37,10	47,84	1,69	2,17
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,68	2,17
6,40	7	0,772	36,93	47,84	1,68	2,17
6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,58	2,05
6,80	6	0,769	29,79	38,75	1,35	1,76
7,00	6	0,767	29,73	38,75	1,35	1,76
7,20	6	0,766	29,67	38,75	1,35	1,76
7,40	6	0,764	29,61	38,75	1,35	1,76
7,60	6	0,763	28,01	36,73	1,27	1,67
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,06	1,39

8,00	7	0,760	32,56	42,85	1,48	1,95
8,20	6	0,759	27,86	36,73	1,27	1,67
8,40	3	0,757	13,91	18,36	0,63	0,83
8,60	4	0,756	17,59	23,27	0,80	1,06
8,80	5	0,755	21,95	29,09	1,00	1,32
9,00	6	0,753	26,30	34,90	1,20	1,59
9,20	7	0,752	30,63	40,72	1,39	1,85
9,40	7	0,751	30,59	40,72	1,39	1,85
9,60	6	0,750	24,94	33,25	1,13	1,51
9,80	5	0,749	20,75	27,71	0,94	1,26
10,00	4	0,748	16,58	22,17	0,75	1,01
10,20	2	0,747	8,28	11,08	0,38	0,50
10,40	5	0,746	20,66	27,71	0,94	1,26
10,60	4	0,744	15,76	21,17	0,72	0,96
10,80	7	0,743	27,54	37,05	1,25	1,68
11,00	7	0,742	27,50	37,05	1,25	1,68
11,20	7	0,741	27,46	37,05	1,25	1,68
11,40	10	0,740	39,18	52,92	1,78	2,41
11,60	9	0,739	33,69	45,57	1,53	2,07
11,80	9	0,738	33,64	45,57	1,53	2,07
12,00	9	0,737	33,60	45,57	1,53	2,07
12,20	10	0,736	37,28	50,64	1,69	2,30
12,40	8	0,735	29,78	40,51	1,35	1,84
12,60	8	0,734	28,51	38,83	1,30	1,77
12,80	9	0,733	32,03	43,69	1,46	1,99
13,00	10	0,732	35,54	48,54	1,62	2,21
13,20	12	0,731	42,59	58,25	1,94	2,65
13,40	12	0,730	42,52	58,25	1,93	2,65
13,60	11	0,729	37,38	51,28	1,70	2,33
13,80	11	0,728	37,32	51,28	1,70	2,33
14,00	12	0,727	40,66	55,94	1,85	2,54
14,20	10	0,726	33,83	46,61	1,54	2,12
14,40	7	0,725	23,64	32,63	1,07	1,48
14,60	12	0,723	38,92	53,80	1,77	2,45
14,80	14	0,672	42,20	62,77	1,92	2,85
15,00	12	0,721	38,80	53,80	1,76	2,45
15,20	13	0,670	39,04	58,28	1,77	2,65
15,40	12	0,719	38,67	53,80	1,76	2,45
15,60	11	0,717	34,08	47,50	1,55	2,16
15,80	11	0,716	34,02	47,50	1,55	2,16
16,00	10	0,715	30,87	43,18	1,40	1,96
16,20	10	0,714	30,81	43,18	1,40	1,96
16,40	15	0,662	42,89	64,77	1,95	2,94
16,60	13	0,661	35,77	54,14	1,63	2,46
16,80	11	0,709	32,50	45,81	1,48	2,08
17,00	14	0,658	38,36	58,31	1,74	2,65
17,20	8	0,706	23,53	33,32	1,07	1,51
17,40	9	0,705	26,42	37,48	1,20	1,70
17,60	8	0,703	22,62	32,18	1,03	1,46
17,80	6	0,701	16,93	24,13	0,77	1,10
18,00	5	0,700	14,07	20,11	0,64	0,91

18,20	8	0,698	22,46	32,18	1,02	1,46
18,40	7	0,696	19,60	28,15	0,89	1,28
18,60	9	0,694	24,30	35,00	1,10	1,59
18,80	11	0,692	29,62	42,78	1,35	1,94
19,00	12	0,691	32,22	46,66	1,46	2,12
19,20	10	0,688	26,77	38,89	1,22	1,77
19,40	9	0,686	24,02	35,00	1,09	1,59
19,60	9	0,684	23,18	33,88	1,05	1,54
19,80	12	0,682	30,81	45,17	1,40	2,05
20,00	9	0,680	23,03	33,88	1,05	1,54
20,20	11	0,678	28,05	41,40	1,28	1,88
20,40	9	0,675	22,87	33,88	1,04	1,54
20,60	8	0,673	19,63	29,18	0,89	1,33
20,80	9	0,670	22,00	32,82	1,00	1,49
21,00	8	0,668	19,48	29,18	0,89	1,33
21,20	9	0,665	21,82	32,82	0,99	1,49
21,40	11	0,662	26,56	40,12	1,21	1,82
21,60	13	0,609	28,02	45,98	1,27	2,09
21,80	17	0,606	36,47	60,13	1,66	2,73
22,00	12	0,653	27,74	42,44	1,26	1,93
22,20	9	0,650	20,71	31,83	0,94	1,45
22,40	7	0,647	16,03	24,76	0,73	1,13
22,60	8	0,644	17,69	27,47	0,80	1,25
22,80	9	0,641	19,80	30,90	0,90	1,40
23,00	8	0,637	17,51	27,47	0,80	1,25
23,20	9	0,634	19,59	30,90	0,89	1,40
23,40	11	0,630	23,81	37,77	1,08	1,72
23,60	11	0,627	23,00	36,69	1,05	1,67
23,80	11	0,623	22,86	36,69	1,04	1,67
24,00	11	0,619	22,72	36,69	1,03	1,67
24,20	13	0,565	24,51	43,36	1,11	1,97
24,40	23	0,511	39,21	76,72	1,78	3,49
24,60	21	0,507	34,53	68,11	1,57	3,10
24,80	14	0,553	25,10	45,41	1,14	2,06
25,00	22	0,498	35,56	71,36	1,62	3,24
25,20	22	0,494	35,24	71,36	1,60	3,24
25,40	24	0,489	38,09	77,84	1,73	3,54
25,60	14	0,535	23,62	44,19	1,07	2,01
25,80	27	0,480	40,89	85,22	1,86	3,87
26,00	25	0,475	37,48	78,91	1,70	3,59

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,2	4,55	14,98	Coesivo	1,84	1,89	0,2	1,47	6,69	coltre superficiale limoso argillosa
11,2	6,58	19,12	Incoerente - coesivo	1,96	2,16	1,29	1,47	9,67	Limo sabbioso con livelli ghiaiosi
17	10,86	27,44	Coesivo	2,08	2,29	2,77	1,47	15,96	Limo argilloso con livelli ghiaiosi
24	9,51	35,08	Incoerente - coesivo	2,05	2,15	4,09	1,47	13,98	Limo sabbioso con livelli ghiaiosi
26	20,5	66,25	Incoerente	2,14	2,24	5,02	1,47	30,14	ghiaia in matrice limoso sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) coltre superficiale limoso argillosa	6,69	0.00-2,20	Terzaghi-Peck	0,49
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	Terzaghi-Peck	0,70
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	Terzaghi-Peck	1,16
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	Terzaghi-Peck	1,01

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) coltre superficiale limoso argillosa	6,69	0.00-2,20	Robertson (1983)	13,38
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	Robertson (1983)	19,34
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	Robertson (1983)	31,92
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	Robertson (1983)	27,96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) coltre superficiale limoso argillosa	6,69	0.00-2,20	Stroud e Butler (1975)	30,69
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	Stroud e Butler (1975)	44,37
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	Stroud e Butler (1975)	73,22
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	Stroud e Butler (1975)	64,14

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) coltre superficiale limoso argillosa	6,69	0.00-2,20	D'Appollonia ed altri 1983	56,54
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	D'Appollonia ed altri 1983	90,81
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	D'Appollonia ed altri 1983	163,14
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	D'Appollonia ed altri 1983	140,37

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) coltre superficiale limoso argillosa	6,69	0.00-2,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) coltre superficiale limoso argilloso	6,69	0.00-2,20	Meyerhof	1,84
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	Meyerhof	1,96
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	Meyerhof	2,08
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	Meyerhof	2,05

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) coltre superficiale limoso argilloso	6,69	0.00-2,20	Meyerhof	1,89
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	Meyerhof	2,16
Strato (3) Limo argilloso con livelli ghiaiosi	15,96	11,20-17,00	Meyerhof	2,29
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	Meyerhof	2,25

TERRENI INCOERENTI
Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Meyerhof 1957	46,33
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Meyerhof 1957	35,87
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Meyerhof 1957	48,19

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	29,76
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	30,99
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	35,61

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	59,09
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	84,08
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	177,81

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47,33
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	56,18
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89,37

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Terzaghi-Peck 1948	1,47
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Terzaghi-Peck 1948	1,53
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Terzaghi-Peck 1948	2,14

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Terzaghi-Peck 1948	1,92
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Terzaghi-Peck 1948	1,95
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Terzaghi-Peck 1948	2,24

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	(A.G.I.)	0,33
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	(A.G.I.)	0,33
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Ohsaki (Sabbie pulite)	548,55
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	775,69
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	1597,01

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Navfac 1971-1982	2,03
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Navfac 1971-1982	2,92
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Navfac 1971-1982	5,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	9,67	2,20-11,20	9,67	Robertson 1983	19,34
Strato (4) Limo sabbioso con livelli ghiaiosi	13,98	17,00-24,00	13,98	Robertson 1983	27,96
Strato (5) ghiaia in matrice limoso sabbiosa	30,14	24,00-26,00	30,14	Robertson 1983	60,28

REPORT
MISURA di MICROTREMORI a STAZIONE SINGOLA
H/V, HVSR - Horizontal to Vertical Spectral Ratio


Committente: Amministrazione Comunale di Monteprandone - Provincia di Ascoli Piceno;

Professionista di riferimento dell'incarico: Geologo Paolo BASTIANI;

Oggetto cantiere: Indagini geotecniche e geofisiche inerenti l'intervento denominato "P.N.R.R. Missione 4 Istruzione e Ricerca Componente 1 Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università Investimento 1.2: Piano di estensione del tempo pieno e mense. AMPLIAMENTO MENSA SCOLASTICA PRESSO SCUOLA DI INFANZIA COLLE GIOIOSO".
CUP: G58H22000020006 CIG: Z05389003B;

Ubicazione: *località Colle Gioioso*, Comune di Monteprandone (AP).

Strumentazione geofisica impiegata: terna di geofoni da 2 Hz e *datalogger Vibralog* MAE - Molisana Apparecchiature Elettroniche, *Advanced Geophysics Instruments*.

Software utilizzati: HVlab e/o SEG2conv (MAE - Molisana Apparecchiature Elettroniche, *Advanced Geophysics Instruments*;  Geopsy).



Indagini geotecniche e sismiche in sito a cura di:



Via Marche 1/a, 64014 Martinsicuro (TE) - 340 17 98 332 / 340 17 98 333
info@ingeosas.it / ingeosas@tiscali.it / ingeosas@pec.it
<http://www.ingeosas.it/>

UBICAZIONE AREA DI STUDIO



Figura 1 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'area d'interesse: *Scuola d'Infanzia Colle Gioioso*, nel Comune di Monteprendone (AP).



Figura 2 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'edificio scolastico d'interesse. Dettaglio.

UBICAZIONE INDAGINI “PUNTUALI” IN SITO

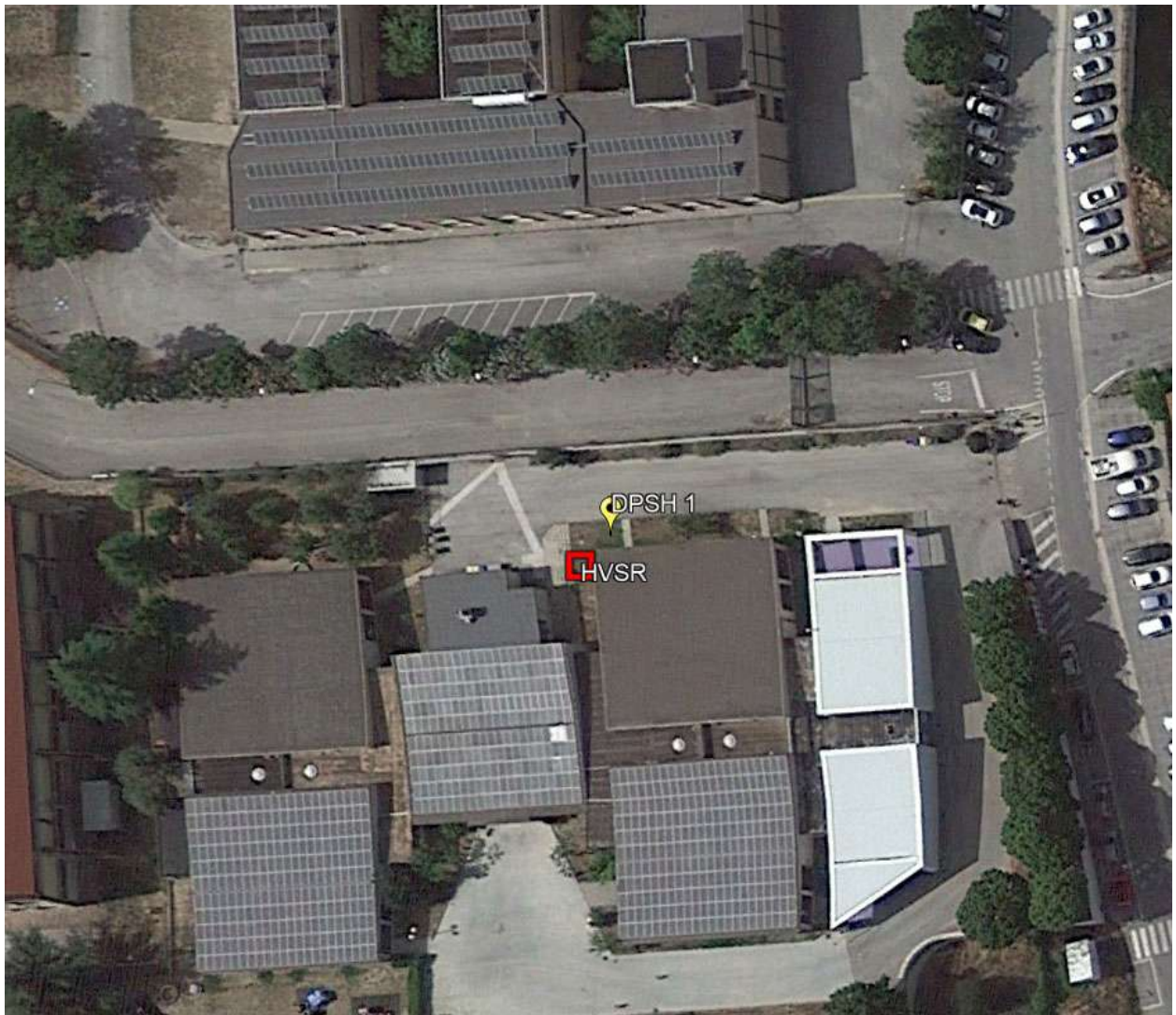


Figura 3 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'indagine sismica HVSR e dell'indagine geotecnica DPSH 1 rispetto all'edificio scolastico d'interesse.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 4 - Ubicazione del sensore di superficie 3D-2Hz per l'indagine sismica HVSR (freccia gialla).

Committente: Amministrazione Comunale di Montepredone - Caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione mediante indagine HVSR presso la *Scuola d'Infanzia Colle Gioioso*, nel Comune di Montepredone (AP) - Data indagine: 24.11.2022

DETTAGLI ACQUISIZIONE SUL PICCO f_0

Strumento: M.A.E. Vibralog

Nome file di origine su Scheda Metadati indagini HVSR: 24122845.BIN

Data: 24.11.2022

Durata: 20 min. = 1200 sec.

Frequenza di campionamento: 250 Hz

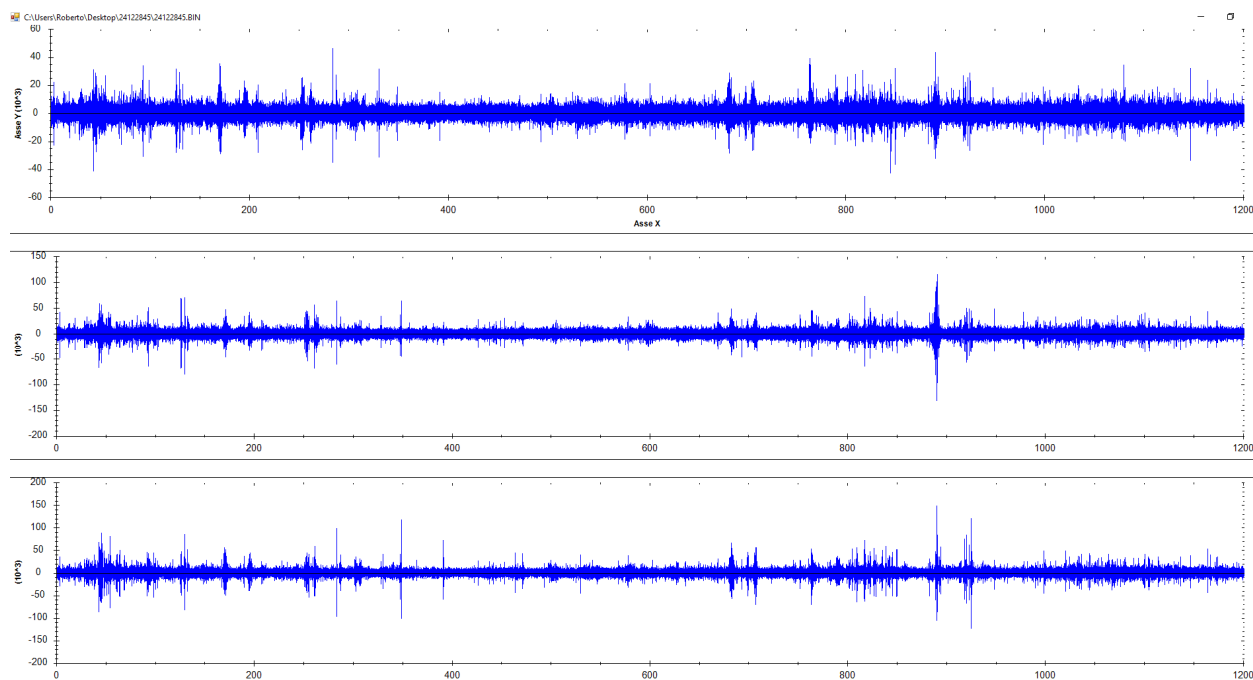


Figura 5 - *Snapshot* Tracce di registrazione.

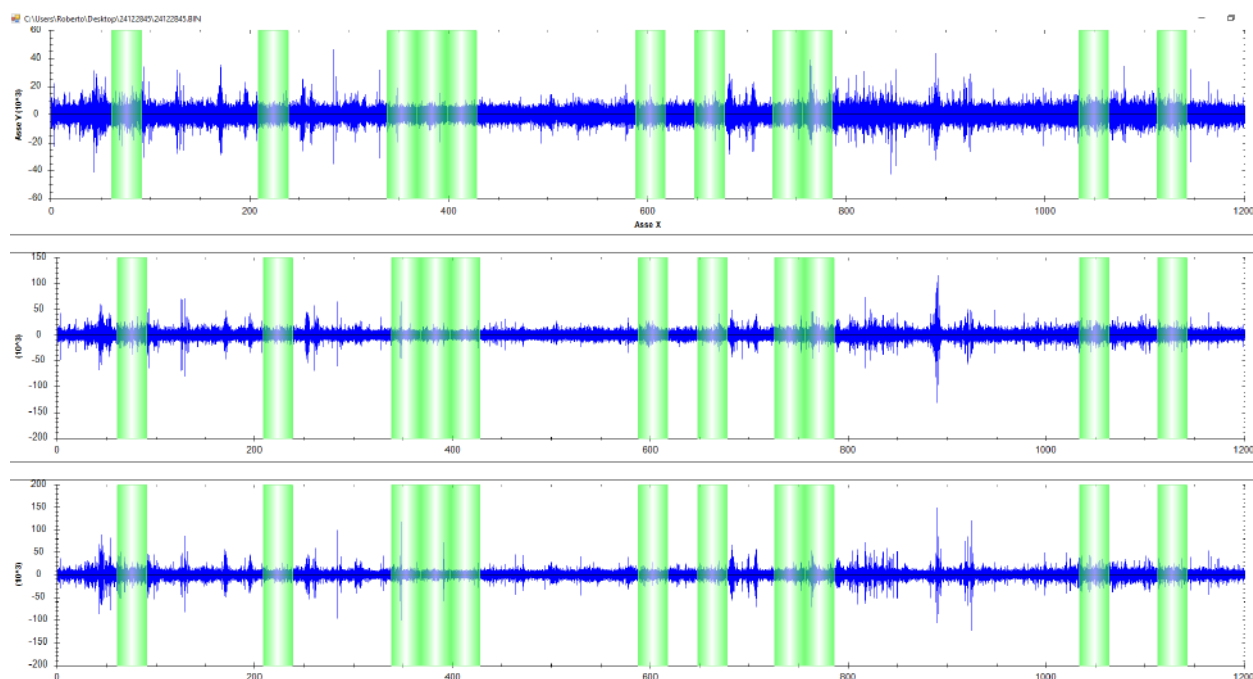


Figura 6 - *Snapshot* Segnale registrato e finestre (n. 11) di elaborazione selezionate.

ELABORAZIONE SUL PICCO f_0

frequenza di campionamento: 250 Hz
 finestre temporali (nw): 11
 tempo di ogni finestra (Lw): 30 s
 intervallo di ricerca: 0.3-20 Hz
 costante di lisciamento: 11

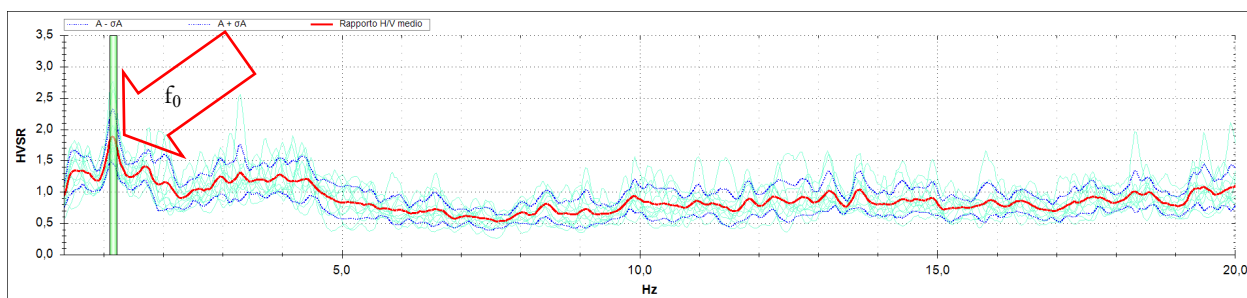


Figura 7 - *Snapshot* Curve HVSR (su scala lineare). Si indica il picco fondamentale f_0 (con $A_0 \geq 1.8$).

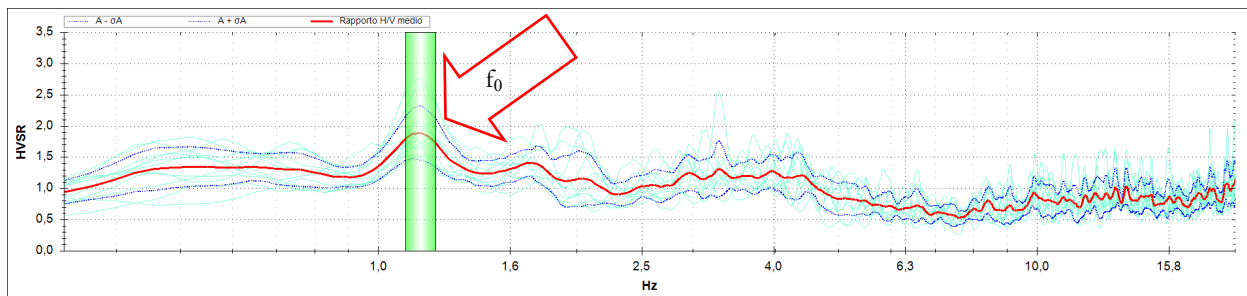


Figura 8 - *Snapshot* Curve HVSR (scala logaritmica).

RISULTATI/CRITERI SESAME SUL PICCO f_0

frequenza di picco (f_0): **1.16 ± 0.31 Hz**
classificazione picco: affidabile

dettagli affidabilità:

- 1) $f_0 > 10/Lw$: SI ($1.16 > 0.33$)
- 2) $nc(f_0) > 200$: SI ($383 > 200$)
- 3) per $f_0/2 < f < 2f_0$, $\sigma A(f) < 2$: SI ($\max \sigma A(f) = 0.4$)

dettagli evidenza:

- 1) $A(f_-) < A_0/2$: SI ($f_- = 0.27$ Hz)
- 2) $A(f_+) < A_0/2$: SI ($f_+ = 2.26$ Hz)
- 3) $A_0 > 2$: NO ($A_0 = 1.8$)**
- 4) $f_{peak}[A(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$: NO ($Df = 0.70$)
- 5) $\sigma f < \varepsilon(f_0)$: NO ($\sigma f = 0.31$; $\varepsilon(f_0) = 0.12$)
- 6) $\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$: SI ($\sigma A(f_0) = 0.41$; $\theta(f_0) = 1.78$)

Committente: Amministrazione Comunale di Montepredone - Caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione mediante indagine HVSR presso la *Scuola d'Infanzia Colle Gioioso*, nel Comune di Montepredone (AP) - Data indagine: 24.11.2022

DETTAGLI ACQUISIZIONE SUL PICCO f_1

Strumento: M.A.E. Vibralog

Nome file di origine su Scheda Metadati indagini HVSR: 24122845.BIN

Data: 24.11.2022

Durata: 20 min. = 1200 sec.

Frequenza di campionamento: 250 Hz

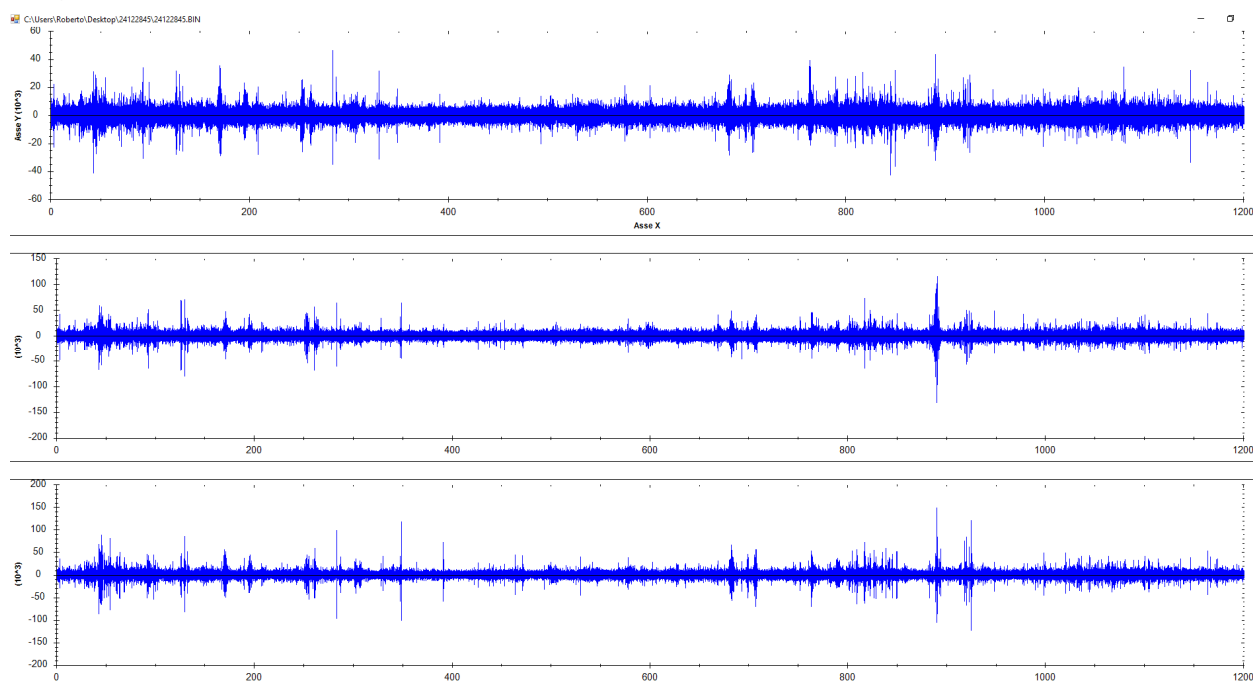


Figura 9 - *Snapshot* Tracce di registrazione.

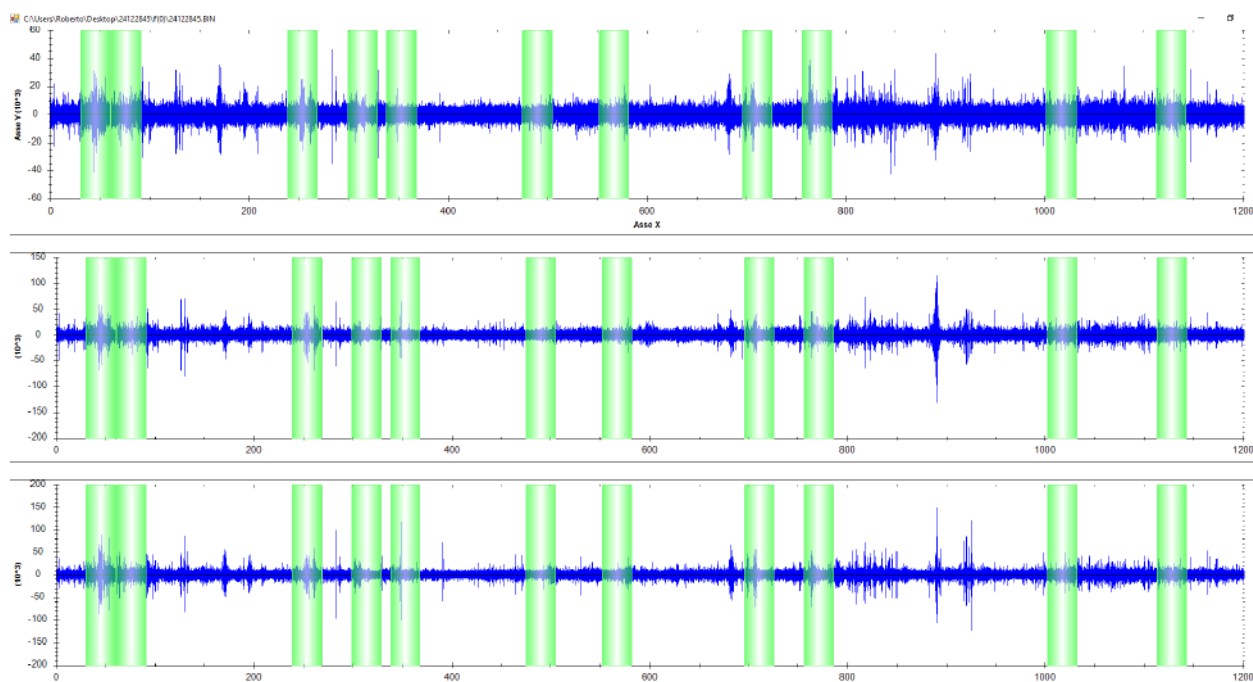


Figura 10 - *Snapshot* Segnale registrato e finestre (n. 11) di elaborazione selezionate.

ELABORAZIONE SUL PICCO f_1

frequenza di campionamento: 250 Hz
 finestre temporali (nw): 11
 tempo di ogni finestra (Lw): 30 s
 intervallo di ricerca: 0.3-20 Hz
 costante di lisciamento: 11

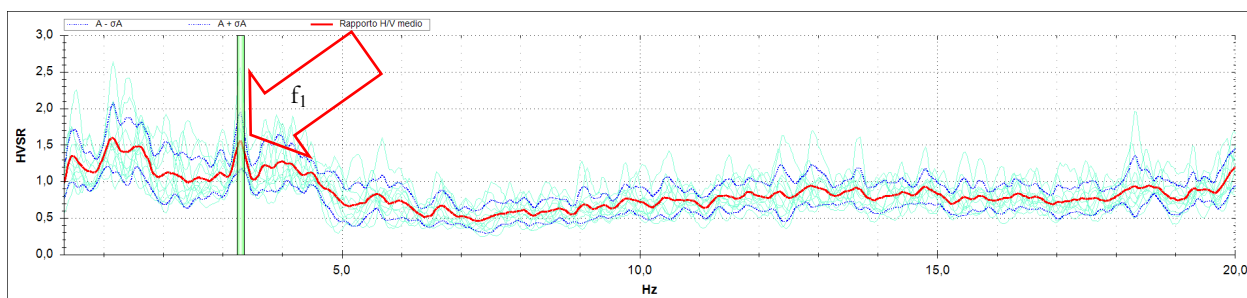


Figura 11 - *Snapshot* Curve HVSR (su scala lineare). Si indica il picco fondamentale f_1 (con $A_1 \geq 1.5$).

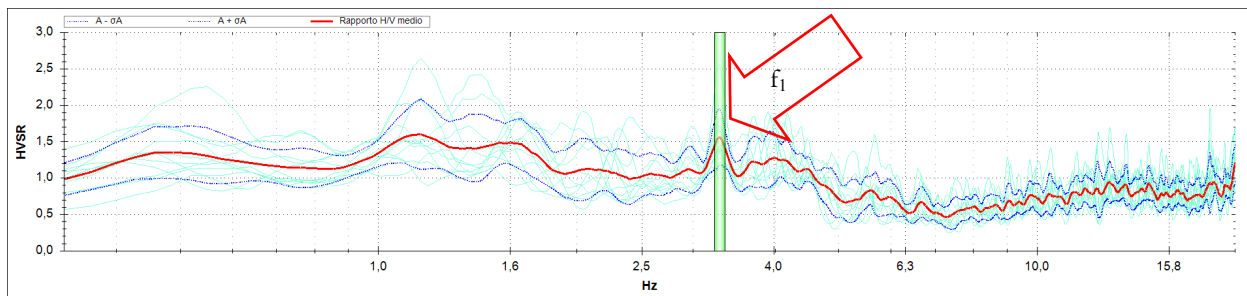


Figura 12 - *Snapshot* Curve HVSR (scala logaritmica).

RISULTATI/CRITERI SESAME SUL PICCO f_1

frequenza di picco (f_1): **3.30 ± 0.33 Hz**
classificazione picco: affidabile

dettagli affidabilità:

- 1) $f_1 > 10/Lw$: SI ($3.30 > 0.33$)
- 2) $nc(f_1) > 200$: SI ($1088 > 200$)
- 3) per $f_1/2 < f < 2f_1$, $\sigma A(f) < 2$: SI ($\max \sigma A(f) = 0.4$)

dettagli evidenza:

- 1) $A(f_-) < A_1/2$: NO ($f_- = 0.00$ Hz)
- 2) $A(f_+) < A_1/2$: SI ($f_+ = 4.91$ Hz)
- 3) $A_1 > 2$: NO ($A_1 = 1.5$)**
- 4) $f_{peak}[A(f) \pm \sigma A(f)] = f_1 \pm 5\%$: NO ($Df = 0.89$)
- 5) $\sigma f < \varepsilon(f_1)$: NO ($\sigma f = 0.33$; $\varepsilon(f_1) = 0.16$)
- 6) $\sigma A(f_1) < \theta(f_1)$: SI ($\sigma A(f_1) = 0.35$; $\theta(f_1) = 1.58$)

CONCLUSIONI

Prendendo spunto dalla Nota Tecnica*: l'elaborazione del segnale registrato ha messo in evidenza **un picco di vibrazione fondamentale f_0 ed un picco di vibrazione secondario f_1** - *all'interno del range delle frequenze di interesse ingegneristico $1 \div 20$ Hz* - **pari rispettivamente a 1.16 ± 0.31 Hz e 3.30 ± 0.33 Hz**.

Il picco di frequenza f_0 verifica alcuni dei criteri SESAME ed è associabile ad una superficie di impedenza posta ad una profondità di ≈ -100 m dal piano campagna attuale. Corrisponde ad un aumento di densità - *quindi ad un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s* . Si è ipotizzato un graduale aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s all'interno del substrato geologico della Formazione delle Argille Azzurre. Alla profondità di ≈ -100 m dal piano campagna attuale si ipotizza la presenza del substrato sismico - *substrato geologico caratterizzato da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s \geq a 800$ m/s*.

Il picco di frequenza f_1 verifica anch'esso solo alcuni dei criteri SESAME ed è associabile ad una superficie di impedenza posta ad una profondità di ≈ -24 m dal piano campagna attuale. Corrisponde ad un aumento di densità. Si è ipotizzato un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s al passaggio dai “depositi alluvionali terrazzati prevalentemente limosi” ai “depositi alluvionali terrazzati prevalentemente ghiaiosi, ghiaioso-conglomeratici”. Per ulteriori dettagli vedere report dell'indagine geofisica di tipo MASW.

Nota Tecnica* tratta dal sito dell'INGV <http://ismd.mi.ingv.it/notes-sites-characterization.php>

TECHNICAL NOTES - - *the preliminary indication of the fundamental frequency (f_0).*

The f_0 value is provided considering the results of the microtremor HVSR, together with the geological and the geomorphological conditions of the site. Usually f_0 corresponds to the lowest frequency peak with amplification (A) ≥ 2 . In case of multiple peaks in a broad range of frequencies, the value of f_0 is selected based on expert judgment. f_0 'none' indicates a flat response of the noise HVSR ($A \leq 2$) in the frequency range 0.1-10 Hz.

REPORT PROSPEZIONE SISMICA MASW

Multi-channel Analysis of Surface Waves



Committente: Amministrazione Comunale di Monteprandone - Provincia di Ascoli Piceno;

Professionista di riferimento dell'incarico: Geologo Paolo BASTIANI;

Oggetto: Indagini geotecniche e geofisiche inerenti l'intervento denominato "P.N.R.R. Missione 4 Istruzione e Ricerca Componente 1 Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università Investimento 1.2: Piano di estensione del tempo pieno e mense. AMPLIAMENTO MENSA SCOLASTICA PRESSO SCUOLA DI INFANZIA COLLE GIOIOSO". CUP: G58H22000020006 CIG: Z05389003B;

Ubicazione cantiere: *località Colle Gioioso*, Comune di Monteprandone (AP).

Introduzione

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata eseguita n. 1 (una) acquisizione MASW - *Multi-channel Analysis of Surface Waves* - utile a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

La classificazione dei terreni si basa sul valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ - *rif. 3.2.2. NTC 2018*. Nel loro insieme, le procedure adottate sono in accordo con le norme tecniche per le costruzioni NTC2018 (ex DM 14 gennaio 2008).

L'indagine sismica MASW è stata condotta, in data 24.11.2022, presso la *Scuola d'Infanzia Colle Gioioso*, nel Comune di Monteprandone (AP).



Figura 1 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'area d'interesse: *Scuola d'Infanzia Colle Gioioso*, nel Comune di Monteprandone (AP).



Figura 2 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'edificio scolastico d'interesse. Dettaglio.

Acquisizione dati

Strumentazione impiegata. Elaborazione

Le acquisizioni sono avvenute tramite sismografo a 24 canali (mod. PASI 16SG24 24 canali) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz. Utilizzando una sorgente ad impatto verticale (ZVF) e geofoni a componente verticale, si acquisiscono dati utili all'analisi delle onde di *Rayleigh*. Il sismografo PASI 16SG24 24 canali è uno strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. - *Refraction Microtremor* & M.A.S.W. - *Multichannel Analysis of Surface Waves*]. L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche d'indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo. Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il *software* winMASW 3C (www.eliosoft.it). I dati MASW sono stati elaborati (determinazione dello spettro di velocità, identificazione delle curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).



Figura 3 - *Snapshot* Immagine satellitare (2021) con ubicazione dell'indagine sismica MASW (linea rossa) rispetto all'edificio scolastico d'interesse.

Indagini eseguite

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo in area progettuale è stata eseguita n. 1 (una) prospezione sismica MASW, con uno stendimento geofonico di 80.5 m. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali da 4.5 Hz posizionati lungo il profilo dell'indagine con distanza intergeofonica di 3.5 m. Nelle figg. seguenti viene riportata una rappresentazione schematica dello stendimento sismico per la prova MASW eseguita.



Figura 4 - Stendimento sismico per i primi 12 geofoni, rappresentati in giallo e posti a distanza costante di 3.5 m. A sinistra del trigger è posta la massa battente che costituisce la sorgente di energizzazione; a destra è collocato il sismografo per la registrazione dei segnali sismici.

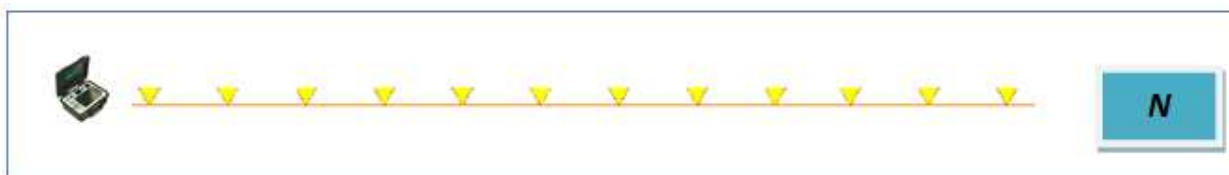


Figura 5 - Porzione terminale dello stendimento sismico (speculare all'array di 12 geofoni della Figura precedente).

Come *trigger/ starter* è stato utilizzato un geofono verticale da 10 Hz, posto in prossimità della piastra, alla distanza (*offset*) di 3.0/4.0/4.5 m dal primo geofono. La lunghezza complessiva dello stendimento unita ai dati forniti dall'indagine HVSR è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 1D dei terreni di sedime fino alla profondità ≥ 30 m dal pc.

Elaborazione dati

Le acquisizioni dei segnali migliori, di lunghezza temporale $T = 512/1024/2048$ ms, sono state eseguite con passo di campionamento dt 0.250/0.500/1.000/2.000 ms.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di *Rayleigh* sono state eseguite con il programma winMASW 3C (www.eliosoft.it) che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione delle sezioni sismostratigrafiche 1D delle V_s . Gli elaborati riguardanti le prove effettuate sono riportati di seguito.

Documentazione fotografica



Figura 6 - Stendimento sismico lineare realizzato in sito.



Figura 7 - Altro punto di vista.

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di *Rayleigh* a partire da dati di sismica attiva MASW ha consentito di determinare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s e, di conseguenza, del **parametro $V_{s,eq}$** che è risultato pari a **372 m/s** - *valore riferito al piano di campagna attuale*.

Il substrato sismico - *substrato geologico caratterizzato da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s \geq a 800$ m/s* - **NON** è presente nei primi 30 m di profondità dal pc attuale.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>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.</i>

Figura 8 - *Snapshot* Tabella 3.2.II delle NTC 2018.

Elaborazione congiunta MASW+HVSr

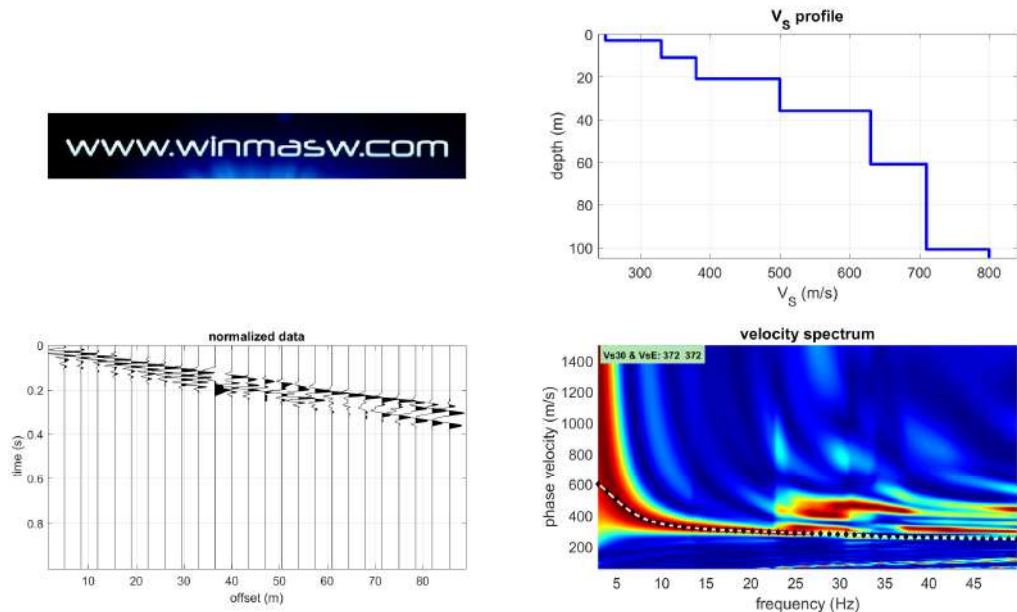


Figura 9 - Schermata del *software* di elaborazione winMASW: a sinistra sono riportati i dati di campagna; a destra lo spettro di velocità calcolato.

Subsurface Model

V_s (m/s): 250, 330, 380, 500, 630, 710, 800;

Thickness (m): 3.0, 8.0, 10.0, 15.0, 25.0, 40.0;

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.94, 2.00, 2.04, 2.06, 2.09, 2.12, 2.13;

Shear modulus (MPa) (approximate values): 121, 218, 294, 516, 831, 1070, 1365;

Analyzing Phase velocities / Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson

V_p (m/s): 612, 808, 931, 1041, 1179, 1328, 1386;

Poisson: 0.40, 0.40, 0.40, 0.35, 0.30, 0.30, 0.25;

$V_{s,30} = 372 \text{ m/s} \Rightarrow$ valore riferito al piano di campagna attuale.

$V_{s,eq} = 372 \text{ m/s} \Rightarrow$ valore riferito al piano di campagna attuale.

Massima profondità di penetrazione dell'indagine MASW+HVSr

Per la curva di dispersione ottenuta dall'indagine MASW si ricava che il valore della velocità di fase V_R corrispondente alla frequenza più bassa piccabile (≈ 5 Hz) è pari a 500 m/s. La massima lunghezza d'onda λ_{\max} è pari quindi a 100 m. Considerato che la massima profondità di penetrazione dell'indagine MASW ricade nel *range* $\lambda_{\max}/2.5 \div \lambda_{\max}/2.0 \Rightarrow$ si ricava che la massima profondità di penetrazione dell'indagine MASW ricade nel *range* 40÷50 m. La massima profondità di penetrazione delle indagini MASW+HVSr è \gg di 30 m (per ulteriori dettagli si rimanda al report HVSr).

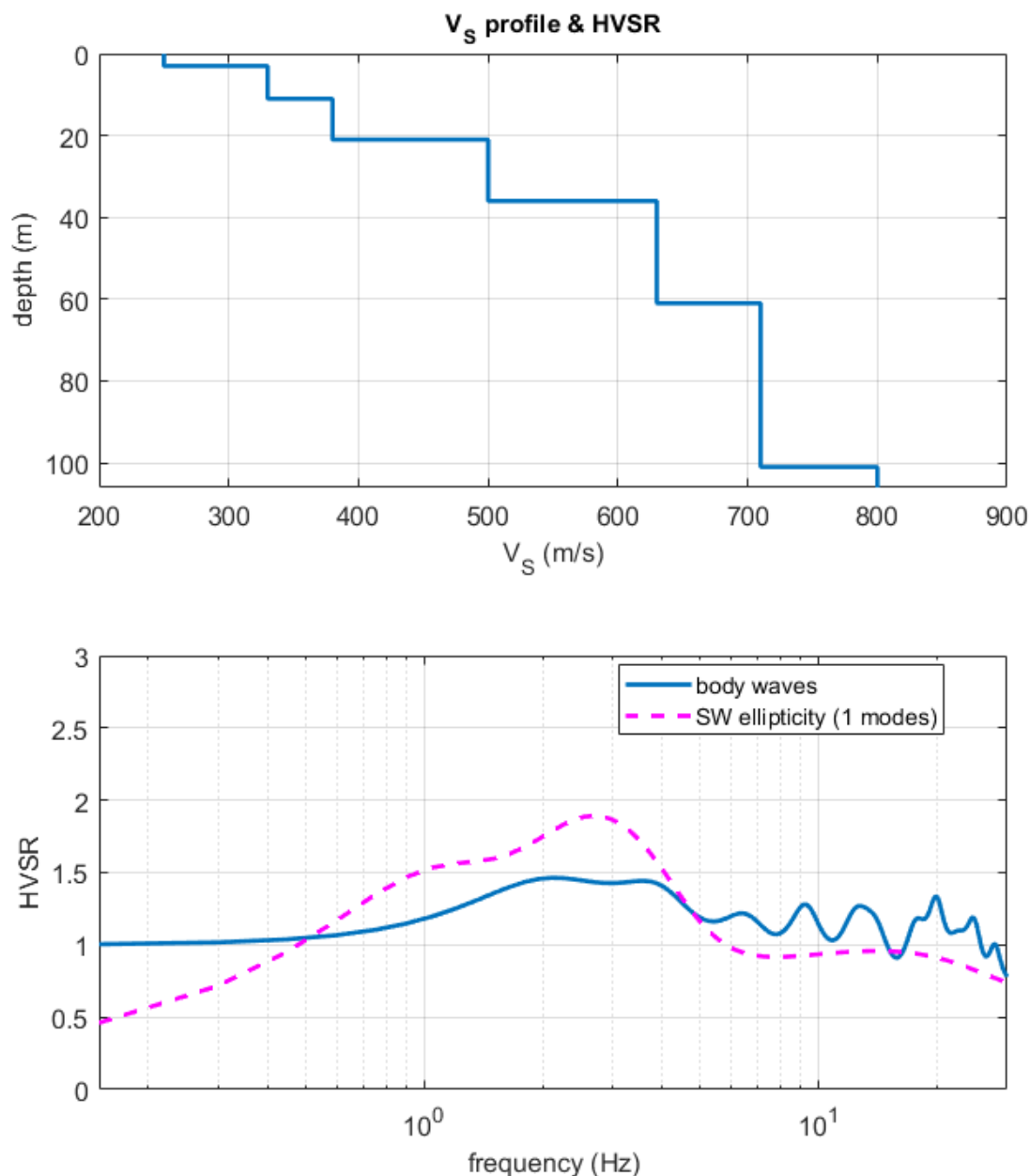


Figura 10 - *Snapshot* profilo V_s & HVSr (*Surface Waves ellipticity*).

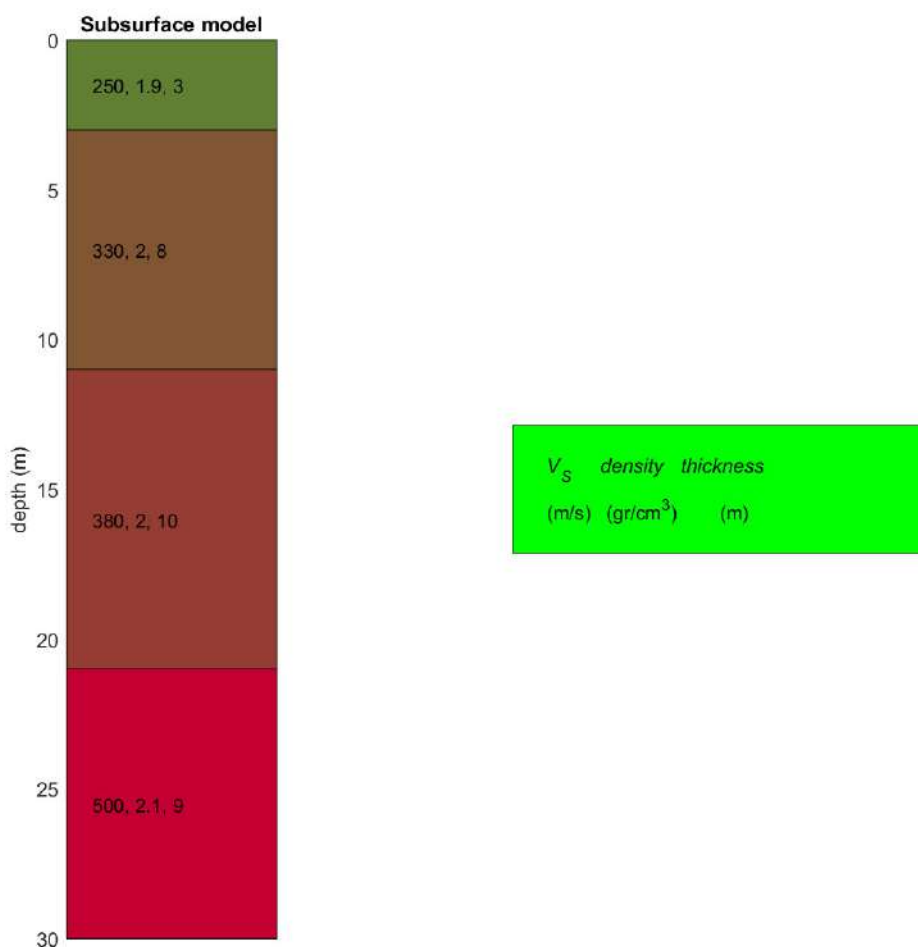


Figura 11 - Modello schematico del sottosuolo con indicazione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio di V_s , della densità e dello spessore degli strati sismici sino alla profondità di 30 m dal pc attuale.

Riferimenti

- ✓ Manuale d'uso winMASW® 2019 - ELIOSOFT geophysical software and services;
- ✓ Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, *J. Appl. Geophysics*, 61, 39÷55;
- ✓ Park C. B., Miller R. D., & Xia J., 1999, *Multichannel analysis of surface waves*, *Geophysics*, 64, 3; 800÷808.

COMUNE DI MONTEPRANDONE

“AMPLIAMENTO MENSA SCUOLA DELL’INFANZIA IN VIA COLLE GIOIOSO - COMUNE DI MONTEPRANDONE”

SPETTRI DA NTC 2018 E DA RSL

Sommario

1.0 INTRODUZIONE	2
2.0 PARAMETRI SISMICI DI BASE	2
3.0 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO IN ESAME	3
4.0 SPETTRO DI RISPOSTA APPROCCIO SEMPLIFICATO NTC18.....	4
4.1 Stratigrafia e spettro di risposta NTC18.....	6
4.1.1 Spettro in SLO.....	6
4.1.2 Spettro in SLD.....	20
4.1.3 Spettro in SLC.....	34
4.1.4 Spettro in SLV.....	48
5.0 REGOLARIZZAZIONE SPETTRO DI RISPOSTA OTTENUTO DA ANALISI RSL	62
5.1 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLO.....	64
5.2 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLD.....	75
5.3 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLC.....	86
5.4 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLV.....	97
6.0 CONFRONTO TRA GLI SPETTRI DI RISPOSTA NTC18 E RSL.....	108
6.1 Confronto in SLO.....	108
6.2 Confronto in SLD.....	109
6.3 Confronto in SLC.....	110
6.4 Confronto in SLV.....	111

1.0 INTRODUZIONE

Di seguito vengono riportati i risultati degli spettri di risposta proposti dal nuovo testo unico sulle costruzioni (NTC18), mediante l’approccio semplificato, e quelli forniti dalle analisi di risposta sismica locale. La normative di riferimento per lo studio del problema in esame sono:

- D.M. del 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”).

2.0 PARAMETRI SISMICI DI BASE

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed attraverso le ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. Tali forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R a partire dai seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori suddetti possono essere calcolati con riferimento a quattro diversi stati limite ai quali corrispondono le seguenti probabilità di superamento:

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato		
Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Stabilito il periodo di riferimento della costruzione mediante la seguente relazione:

$$V_R = V_N C_U$$

dove:

- V_N vita nominale della costruzione;
- C_U coefficiente d’uso della costruzione.

è possibile, per ciascuno stato limite, ricavare il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la seguente:

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

In funzione del periodo di ritorno dell’evento T_R i parametri della pericolosità sismica di base sono forniti a partire da un reticolo di riferimento disponibile sul sito <http://essel.mi.ingv.it/>; un punto (che individua la posizione del sito di interesse) interno a tale reticolo può essere processato mediante media pesata dei valori assunti dal generico parametro nei vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

- p valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i valore del parametro di interesse nell’ i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall’ i -esimo punto della maglia suddetta.

3.0 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO IN ESAME

Per il sito in esame si ottiene:

Latitudine (Datum ED50) [°]	42,905236°
Longitudine (Datum ED50) [°]	13,849288°
Altitudine [s.l.m.]:	74.00
Tipo di opera	Opere ordinarie
Classe d’uso	Classe d’uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Vita nominale [anni]	50
Coefficiente d’uso	1.5

Sui quattro punti del reticolo di riferimento risulta:

Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
24092	42,884480	13,831290
24093	42,884270	13,899510
23871	42,934270	13,899800
23870	42,934480	13,831560

Da cui, attraverso l’interpolazione per il sito in esame, si ottiene:

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	712	1462	75	45
Accelerazione sismica	0,209	0,273	0,078	0,061
Coefficiente Fo	2,459	2,471	2,441	2,458
Periodo T_C*	0,334	0,341	0,304	0,289

4.0 SPETTRO DI RISPOSTA APPROCCIO SEMPLIFICATO NTC18

L’approccio semplificato proposto dall’NTC18 consente di ottenere degli spettri di risposta che tengano conto degli effetti di sito (§3.2.2 NTC18). In particolare, tali effetti vengono classificati in:

- Effetti stratigrafici;
- Effetti topografici.

Per entrambi la normativa consente di associare rispettivamente una categoria stratigrafica ed una categoria topografica. La prima, in base alla stratigrafia in esame, viene valutata in funzione del parametro:

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

Dove:

- h_i spessore dell’i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_S non inferiore a 800 m/s.

Le categorie di sottosuolo che consentono l’utilizzo dell’approccio semplificato sono definite nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>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.</i>

Per valutare gli effetti topografici è possibile far riferimento, nel caso di configurazioni semplici (creste e dorsali allungati con altezza superiore a 30 m), alle seguenti categorie:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

4.1 Stratigrafia e spettro di risposta NTC18

4.1.1 Spettro in SLO

Nel caso specifico la stratigrafia considerata risulta: **B**. La categoria topografica risulta: **T1**.

Lo spettro di risposta in pseudo-accelerazione per lo stato limite per lo stato limite **SLO** e per uno smorzamento di riferimento $\xi = 5\%$ viene di seguito riportato dopo aver fornito i parametri sismici.

Parametri sismici:

Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionaliz	a_g/g	0.061 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_0	2.458
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0.289 s
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in calcestruzzo	
Fattore di Struttura "q"	q	1
Categoria di Sottosuolo	S_s	B
Categoria topografica	S_t	T1

Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	C_1	0.075
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²
Accelerazione su suolo rigido	a_g	0.60 m/s ²
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_s	1.200
Prodotto $S_s \cdot S_T$	S	1.200
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	C_c	1.410
Periodo del tratto ad accelerazione costante	T_B	0.136 s
Periodo del tratto a velocità costante	T_c	0.407 s
Periodo del tratto a spostamento costante	T_D	1.844 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	ξ	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	η	1
Inverso del fattore di struttura	$1/q$	1.000
Aliquota della massa partecipante al primo modo	λ	0.85

Coordinate Spettro

T [sec]	Se(T)
s	m/s²
0.00	0.073
0.01	0.081
0.02	0.089
0.03	0.097
0.04	0.105
0.05	0.112
0.06	0.120
0.07	0.128
0.08	0.136
0.09	0.144
0.10	0.152
0.11	0.160
0.12	0.167
0.13	0.175
0.14	0.180
0.15	0.180
0.16	0.180
0.17	0.180
0.18	0.180
0.19	0.180
0.20	0.180
0.21	0.180
0.22	0.180
0.23	0.180
0.24	0.180
0.25	0.180
0.26	0.180
0.27	0.180
0.28	0.180
0.29	0.180
0.30	0.180
0.31	0.180
0.32	0.180
0.33	0.180
0.34	0.180
0.35	0.180
0.36	0.180

0.37	0.180
0.38	0.180
0.39	0.180
0.40	0.180
0.41	0.179
0.42	0.175
0.43	0.171
0.44	0.167
0.45	0.163
0.46	0.159
0.47	0.156
0.48	0.153
0.49	0.150
0.50	0.147
0.51	0.144
0.52	0.141
0.53	0.138
0.54	0.136
0.55	0.133
0.56	0.131
0.57	0.129
0.58	0.126
0.59	0.124
0.60	0.122
0.61	0.120
0.62	0.118
0.63	0.116
0.64	0.115
0.65	0.113
0.66	0.111
0.67	0.109
0.68	0.108
0.69	0.106
0.70	0.105
0.71	0.103
0.72	0.102
0.73	0.100
0.74	0.099
0.75	0.098
0.76	0.096
0.77	0.095
0.78	0.094

0.79	0.093
0.80	0.092
0.81	0.091
0.82	0.089
0.83	0.088
0.84	0.087
0.85	0.086
0.86	0.085
0.87	0.084
0.88	0.083
0.89	0.082
0.90	0.081
0.91	0.081
0.92	0.080
0.93	0.079
0.94	0.078
0.95	0.077
0.96	0.076
0.97	0.076
0.98	0.075
0.99	0.074
1.00	0.073
1.01	0.073
1.02	0.072
1.03	0.071
1.04	0.070
1.05	0.070
1.06	0.069
1.07	0.069
1.08	0.068
1.09	0.067
1.10	0.067
1.11	0.066
1.12	0.065
1.13	0.065
1.14	0.064
1.15	0.064
1.16	0.063
1.17	0.063
1.18	0.062
1.19	0.062
1.20	0.061

1.21	0.061
1.22	0.060
1.23	0.060
1.24	0.059
1.25	0.059
1.26	0.058
1.27	0.058
1.28	0.057
1.29	0.057
1.30	0.056
1.31	0.056
1.32	0.056
1.33	0.055
1.34	0.055
1.35	0.054
1.36	0.054
1.37	0.054
1.38	0.053
1.39	0.053
1.40	0.052
1.41	0.052
1.42	0.052
1.43	0.051
1.44	0.051
1.45	0.051
1.46	0.050
1.47	0.050
1.48	0.050
1.49	0.049
1.50	0.049
1.51	0.049
1.52	0.048
1.53	0.048
1.54	0.048
1.55	0.047
1.56	0.047
1.57	0.047
1.58	0.046
1.59	0.046
1.60	0.046
1.61	0.046
1.62	0.045

1.63	0.045
1.64	0.045
1.65	0.044
1.66	0.044
1.67	0.044
1.68	0.044
1.69	0.043
1.70	0.043
1.71	0.043
1.72	0.043
1.73	0.042
1.74	0.042
1.75	0.042
1.76	0.042
1.77	0.041
1.78	0.041
1.79	0.041
1.80	0.041
1.81	0.041
1.82	0.040
1.83	0.040
1.84	0.040
1.85	0.040
1.86	0.039
1.87	0.039
1.88	0.038
1.89	0.038
1.90	0.037
1.91	0.037
1.92	0.037
1.93	0.036
1.94	0.036
1.95	0.036
1.96	0.035
1.97	0.035
1.98	0.034
1.99	0.034
2.00	0.034
2.01	0.033
2.02	0.033
2.03	0.033
2.04	0.032

2.05	0.032
2.06	0.032
2.07	0.032
2.08	0.031
2.09	0.031
2.10	0.031
2.11	0.030
2.12	0.030
2.13	0.030
2.14	0.030
2.15	0.029
2.16	0.029
2.17	0.029
2.18	0.028
2.19	0.028
2.20	0.028
2.21	0.028
2.22	0.027
2.23	0.027
2.24	0.027
2.25	0.027
2.26	0.026
2.27	0.026
2.28	0.026
2.29	0.026
2.30	0.026
2.31	0.025
2.32	0.025
2.33	0.025
2.34	0.025
2.35	0.024
2.36	0.024
2.37	0.024
2.38	0.024
2.39	0.024
2.40	0.023
2.41	0.023
2.42	0.023
2.43	0.023
2.44	0.023
2.45	0.023
2.46	0.022

2.47	0.022
2.48	0.022
2.49	0.022
2.50	0.022
2.51	0.021
2.52	0.021
2.53	0.021
2.54	0.021
2.55	0.021
2.56	0.021
2.57	0.020
2.58	0.020
2.59	0.020
2.60	0.020
2.61	0.020
2.62	0.020
2.63	0.020
2.64	0.019
2.65	0.019
2.66	0.019
2.67	0.019
2.68	0.019
2.69	0.019
2.70	0.019
2.71	0.018
2.72	0.018
2.73	0.018
2.74	0.018
2.75	0.018
2.76	0.018
2.77	0.018
2.78	0.017
2.79	0.017
2.80	0.017
2.81	0.017
2.82	0.017
2.83	0.017
2.84	0.017
2.85	0.017
2.86	0.017
2.87	0.016
2.88	0.016

2.89	0.016
2.90	0.016
2.91	0.016
2.92	0.016
2.93	0.016
2.94	0.016
2.95	0.016
2.96	0.015
2.97	0.015
2.98	0.015
2.99	0.015
3.00	0.015
3.01	0.015
3.02	0.015
3.03	0.015
3.04	0.015
3.05	0.015
3.06	0.014
3.07	0.014
3.08	0.014
3.09	0.014
3.10	0.014
3.11	0.014
3.12	0.014
3.13	0.014
3.14	0.014
3.15	0.014
3.16	0.014
3.17	0.013
3.18	0.013
3.19	0.013
3.20	0.013
3.21	0.013
3.22	0.013
3.23	0.013
3.24	0.013
3.25	0.013
3.26	0.013
3.27	0.013
3.28	0.013
3.29	0.012
3.30	0.012

3.31	0.012
3.32	0.012
3.33	0.012
3.34	0.012
3.35	0.012
3.36	0.012
3.37	0.012
3.38	0.012
3.39	0.012
3.40	0.012
3.41	0.012
3.42	0.012
3.43	0.011
3.44	0.011
3.45	0.011
3.46	0.011
3.47	0.011
3.48	0.011
3.49	0.011
3.50	0.011
3.51	0.011
3.52	0.011
3.53	0.011
3.54	0.011
3.55	0.011
3.56	0.011
3.57	0.011
3.58	0.011
3.59	0.010
3.60	0.010
3.61	0.010
3.62	0.010
3.63	0.010
3.64	0.010
3.65	0.010
3.66	0.010
3.67	0.010
3.68	0.010
3.69	0.010
3.70	0.010
3.71	0.010
3.72	0.010

3.73	0.010
3.74	0.010
3.75	0.010
3.76	0.010
3.77	0.010
3.78	0.009
3.79	0.009
3.80	0.009
3.81	0.009
3.82	0.009
3.83	0.009
3.84	0.009
3.85	0.009
3.86	0.009
3.87	0.009
3.88	0.009
3.89	0.009
3.90	0.009
3.91	0.009
3.92	0.009
3.93	0.009
3.94	0.009
3.95	0.009
3.96	0.009
3.97	0.009
3.98	0.009
3.99	0.008
4.00	0.008
4.01	0.008
4.02	0.008
4.03	0.008
4.04	0.008
4.05	0.008
4.06	0.008
4.07	0.008
4.08	0.008
4.09	0.008
4.10	0.008
4.11	0.008
4.12	0.008
4.13	0.008
4.14	0.008

4.15	0.008
4.16	0.008
4.17	0.008
4.18	0.008
4.19	0.008
4.20	0.008
4.21	0.008
4.22	0.008
4.23	0.008
4.24	0.008
4.25	0.007
4.26	0.007
4.27	0.007
4.28	0.007
4.29	0.007
4.30	0.007
4.31	0.007
4.32	0.007
4.33	0.007
4.34	0.007
4.35	0.007
4.36	0.007
4.37	0.007
4.38	0.007
4.39	0.007
4.40	0.007
4.41	0.007
4.42	0.007
4.43	0.007
4.44	0.007
4.45	0.007
4.46	0.007
4.47	0.007
4.48	0.007
4.49	0.007
4.50	0.007
4.51	0.007
4.52	0.007
4.53	0.007
4.54	0.007
4.55	0.007
4.56	0.007

4.57	0.006
4.58	0.006
4.59	0.006
4.60	0.006
4.61	0.006
4.62	0.006
4.63	0.006
4.64	0.006
4.65	0.006
4.66	0.006
4.67	0.006
4.68	0.006
4.69	0.006
4.70	0.006
4.71	0.006
4.72	0.006
4.73	0.006
4.74	0.006
4.75	0.006
4.76	0.006
4.77	0.006
4.78	0.006
4.79	0.006
4.80	0.006
4.81	0.006
4.82	0.006
4.83	0.006
4.84	0.006
4.85	0.006
4.86	0.006
4.87	0.006
4.88	0.006
4.89	0.006
4.90	0.006
4.91	0.006
4.92	0.006
4.93	0.006
4.94	0.006
4.95	0.006
4.96	0.005
4.97	0.005
4.98	0.005

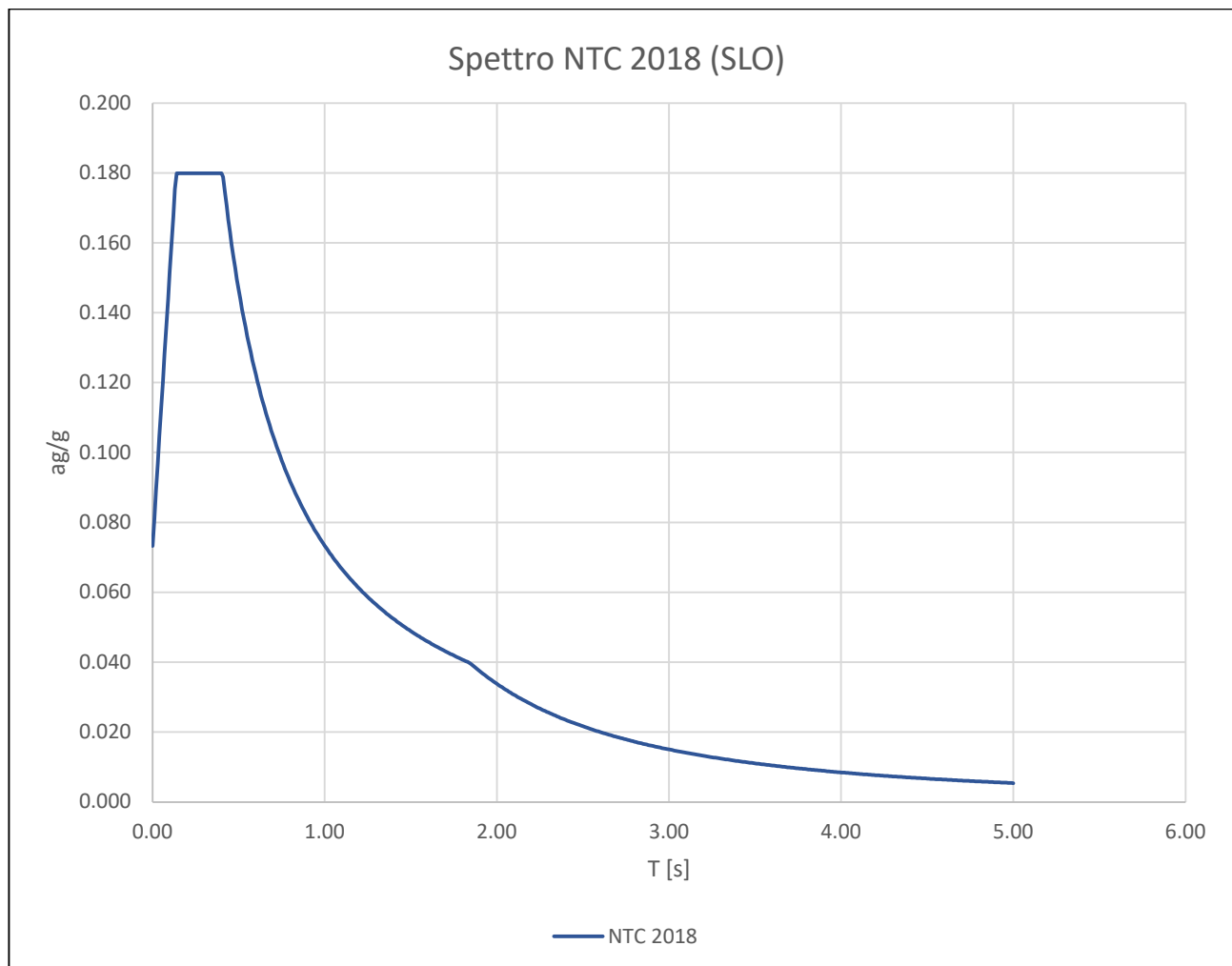
4.99	0.005
5.00	0.005

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.136	s
T_C	0.407	s
T_D	1.844	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

$Se(0)$	0.073	m/s^2
$Se(T_B)$	0.180	m/s^2
$Se(T_C)$	0.180	m/s^2
$Se(T_D)$	0.040	m/s^2



4.1.2 Spettro in SLD

Nel caso specifico la stratigrafia considerata risulta: **B**. La categoria topografica risulta: **T1**.

Lo spettro di risposta in pseudo-accelerazione per lo stato limite per lo stato limite **SLD** e per uno smorzamento di riferimento $\xi = 5\%$ viene di seguito riportato dopo aver fornito i parametri sismici.

Parametri sismici:

Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionaliz	a_g/g	0.078 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_0	2.441
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0.304 s
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in calcestruzzo	
Fattore di Struttura "q"	q	1
Categoria di Sottosuolo	S_s	B
Categoria topografica	S_t	T1

Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	C_1	0.075
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²
Accelerazione su suolo rigido	a_g	0.76 m/s ²
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_s	1.200
Prodotto $S_s \cdot S_T$	S	1.200
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	C_c	1.396
Periodo del tratto ad accelerazione costante	T_B	0.141 s
Periodo del tratto a velocità costante	T_c	0.424 s
Periodo del tratto a spostamento costante	T_D	1.912 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	ξ	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	η	1
Inverso del fattore di struttura	$1/q$	1.000
Aliquota della massa partecipante al primo modo	λ	0.85

Coordinate Spettro

T [sec]	Se(T)
s	m/s ²
0.00	0.094
0.01	0.103
0.02	0.113
0.03	0.122
0.04	0.132
0.05	0.141
0.06	0.151
0.07	0.160
0.08	0.170
0.09	0.179
0.10	0.189
0.11	0.198
0.12	0.208
0.13	0.218
0.14	0.227
0.15	0.228
0.16	0.228
0.17	0.228
0.18	0.228
0.19	0.228
0.20	0.228
0.21	0.228
0.22	0.228
0.23	0.228
0.24	0.228
0.25	0.228
0.26	0.228
0.27	0.228
0.28	0.228
0.29	0.228
0.30	0.228
0.31	0.228
0.32	0.228
0.33	0.228
0.34	0.228
0.35	0.228
0.36	0.228

0.37	0.228
0.38	0.228
0.39	0.228
0.40	0.228
0.41	0.228
0.42	0.228
0.43	0.225
0.44	0.220
0.45	0.215
0.46	0.211
0.47	0.206
0.48	0.202
0.49	0.198
0.50	0.194
0.51	0.190
0.52	0.186
0.53	0.183
0.54	0.180
0.55	0.176
0.56	0.173
0.57	0.170
0.58	0.167
0.59	0.164
0.60	0.162
0.61	0.159
0.62	0.156
0.63	0.154
0.64	0.151
0.65	0.149
0.66	0.147
0.67	0.145
0.68	0.143
0.69	0.141
0.70	0.138
0.71	0.137
0.72	0.135
0.73	0.133
0.74	0.131
0.75	0.129
0.76	0.128
0.77	0.126
0.78	0.124

0.79	0.123
0.80	0.121
0.81	0.120
0.82	0.118
0.83	0.117
0.84	0.115
0.85	0.114
0.86	0.113
0.87	0.111
0.88	0.110
0.89	0.109
0.90	0.108
0.91	0.107
0.92	0.105
0.93	0.104
0.94	0.103
0.95	0.102
0.96	0.101
0.97	0.100
0.98	0.099
0.99	0.098
1.00	0.097
1.01	0.096
1.02	0.095
1.03	0.094
1.04	0.093
1.05	0.092
1.06	0.091
1.07	0.091
1.08	0.090
1.09	0.089
1.10	0.088
1.11	0.087
1.12	0.087
1.13	0.086
1.14	0.085
1.15	0.084
1.16	0.084
1.17	0.083
1.18	0.082
1.19	0.081
1.20	0.081

1.21	0.080
1.22	0.079
1.23	0.079
1.24	0.078
1.25	0.078
1.26	0.077
1.27	0.076
1.28	0.076
1.29	0.075
1.30	0.075
1.31	0.074
1.32	0.073
1.33	0.073
1.34	0.072
1.35	0.072
1.36	0.071
1.37	0.071
1.38	0.070
1.39	0.070
1.40	0.069
1.41	0.069
1.42	0.068
1.43	0.068
1.44	0.067
1.45	0.067
1.46	0.066
1.47	0.066
1.48	0.066
1.49	0.065
1.50	0.065
1.51	0.064
1.52	0.064
1.53	0.063
1.54	0.063
1.55	0.063
1.56	0.062
1.57	0.062
1.58	0.061
1.59	0.061
1.60	0.061
1.61	0.060
1.62	0.060

1.63	0.059
1.64	0.059
1.65	0.059
1.66	0.058
1.67	0.058
1.68	0.058
1.69	0.057
1.70	0.057
1.71	0.057
1.72	0.056
1.73	0.056
1.74	0.056
1.75	0.055
1.76	0.055
1.77	0.055
1.78	0.054
1.79	0.054
1.80	0.054
1.81	0.054
1.82	0.053
1.83	0.053
1.84	0.053
1.85	0.052
1.86	0.052
1.87	0.052
1.88	0.052
1.89	0.051
1.90	0.051
1.91	0.051
1.92	0.050
1.93	0.050
1.94	0.049
1.95	0.049
1.96	0.048
1.97	0.048
1.98	0.047
1.99	0.047
2.00	0.046
2.01	0.046
2.02	0.045
2.03	0.045
2.04	0.045

2.05	0.044
2.06	0.044
2.07	0.043
2.08	0.043
2.09	0.042
2.10	0.042
2.11	0.042
2.12	0.041
2.13	0.041
2.14	0.040
2.15	0.040
2.16	0.040
2.17	0.039
2.18	0.039
2.19	0.039
2.20	0.038
2.21	0.038
2.22	0.038
2.23	0.037
2.24	0.037
2.25	0.037
2.26	0.036
2.27	0.036
2.28	0.036
2.29	0.035
2.30	0.035
2.31	0.035
2.32	0.034
2.33	0.034
2.34	0.034
2.35	0.034
2.36	0.033
2.37	0.033
2.38	0.033
2.39	0.032
2.40	0.032
2.41	0.032
2.42	0.032
2.43	0.031
2.44	0.031
2.45	0.031
2.46	0.031

2.47	0.030
2.48	0.030
2.49	0.030
2.50	0.030
2.51	0.029
2.52	0.029
2.53	0.029
2.54	0.029
2.55	0.029
2.56	0.028
2.57	0.028
2.58	0.028
2.59	0.028
2.60	0.027
2.61	0.027
2.62	0.027
2.63	0.027
2.64	0.027
2.65	0.026
2.66	0.026
2.67	0.026
2.68	0.026
2.69	0.026
2.70	0.025
2.71	0.025
2.72	0.025
2.73	0.025
2.74	0.025
2.75	0.025
2.76	0.024
2.77	0.024
2.78	0.024
2.79	0.024
2.80	0.024
2.81	0.023
2.82	0.023
2.83	0.023
2.84	0.023
2.85	0.023
2.86	0.023
2.87	0.023
2.88	0.022

2.89	0.022
2.90	0.022
2.91	0.022
2.92	0.022
2.93	0.022
2.94	0.021
2.95	0.021
2.96	0.021
2.97	0.021
2.98	0.021
2.99	0.021
3.00	0.021
3.01	0.020
3.02	0.020
3.03	0.020
3.04	0.020
3.05	0.020
3.06	0.020
3.07	0.020
3.08	0.020
3.09	0.019
3.10	0.019
3.11	0.019
3.12	0.019
3.13	0.019
3.14	0.019
3.15	0.019
3.16	0.019
3.17	0.018
3.18	0.018
3.19	0.018
3.20	0.018
3.21	0.018
3.22	0.018
3.23	0.018
3.24	0.018
3.25	0.018
3.26	0.017
3.27	0.017
3.28	0.017
3.29	0.017
3.30	0.017

3.31	0.017
3.32	0.017
3.33	0.017
3.34	0.017
3.35	0.017
3.36	0.016
3.37	0.016
3.38	0.016
3.39	0.016
3.40	0.016
3.41	0.016
3.42	0.016
3.43	0.016
3.44	0.016
3.45	0.016
3.46	0.015
3.47	0.015
3.48	0.015
3.49	0.015
3.50	0.015
3.51	0.015
3.52	0.015
3.53	0.015
3.54	0.015
3.55	0.015
3.56	0.015
3.57	0.015
3.58	0.014
3.59	0.014
3.60	0.014
3.61	0.014
3.62	0.014
3.63	0.014
3.64	0.014
3.65	0.014
3.66	0.014
3.67	0.014
3.68	0.014
3.69	0.014
3.70	0.014
3.71	0.013
3.72	0.013

3.73	0.013
3.74	0.013
3.75	0.013
3.76	0.013
3.77	0.013
3.78	0.013
3.79	0.013
3.80	0.013
3.81	0.013
3.82	0.013
3.83	0.013
3.84	0.013
3.85	0.013
3.86	0.012
3.87	0.012
3.88	0.012
3.89	0.012
3.90	0.012
3.91	0.012
3.92	0.012
3.93	0.012
3.94	0.012
3.95	0.012
3.96	0.012
3.97	0.012
3.98	0.012
3.99	0.012
4.00	0.012
4.01	0.012
4.02	0.011
4.03	0.011
4.04	0.011
4.05	0.011
4.06	0.011
4.07	0.011
4.08	0.011
4.09	0.011
4.10	0.011
4.11	0.011
4.12	0.011
4.13	0.011
4.14	0.011

4.15	0.011
4.16	0.011
4.17	0.011
4.18	0.011
4.19	0.011
4.20	0.011
4.21	0.010
4.22	0.010
4.23	0.010
4.24	0.010
4.25	0.010
4.26	0.010
4.27	0.010
4.28	0.010
4.29	0.010
4.30	0.010
4.31	0.010
4.32	0.010
4.33	0.010
4.34	0.010
4.35	0.010
4.36	0.010
4.37	0.010
4.38	0.010
4.39	0.010
4.40	0.010
4.41	0.010
4.42	0.009
4.43	0.009
4.44	0.009
4.45	0.009
4.46	0.009
4.47	0.009
4.48	0.009
4.49	0.009
4.50	0.009
4.51	0.009
4.52	0.009
4.53	0.009
4.54	0.009
4.55	0.009
4.56	0.009

4.57	0.009
4.58	0.009
4.59	0.009
4.60	0.009
4.61	0.009
4.62	0.009
4.63	0.009
4.64	0.009
4.65	0.009
4.66	0.009
4.67	0.008
4.68	0.008
4.69	0.008
4.70	0.008
4.71	0.008
4.72	0.008
4.73	0.008
4.74	0.008
4.75	0.008
4.76	0.008
4.77	0.008
4.78	0.008
4.79	0.008
4.80	0.008
4.81	0.008
4.82	0.008
4.83	0.008
4.84	0.008
4.85	0.008
4.86	0.008
4.87	0.008
4.88	0.008
4.89	0.008
4.90	0.008
4.91	0.008
4.92	0.008
4.93	0.008
4.94	0.008
4.95	0.008
4.96	0.008
4.97	0.008
4.98	0.007

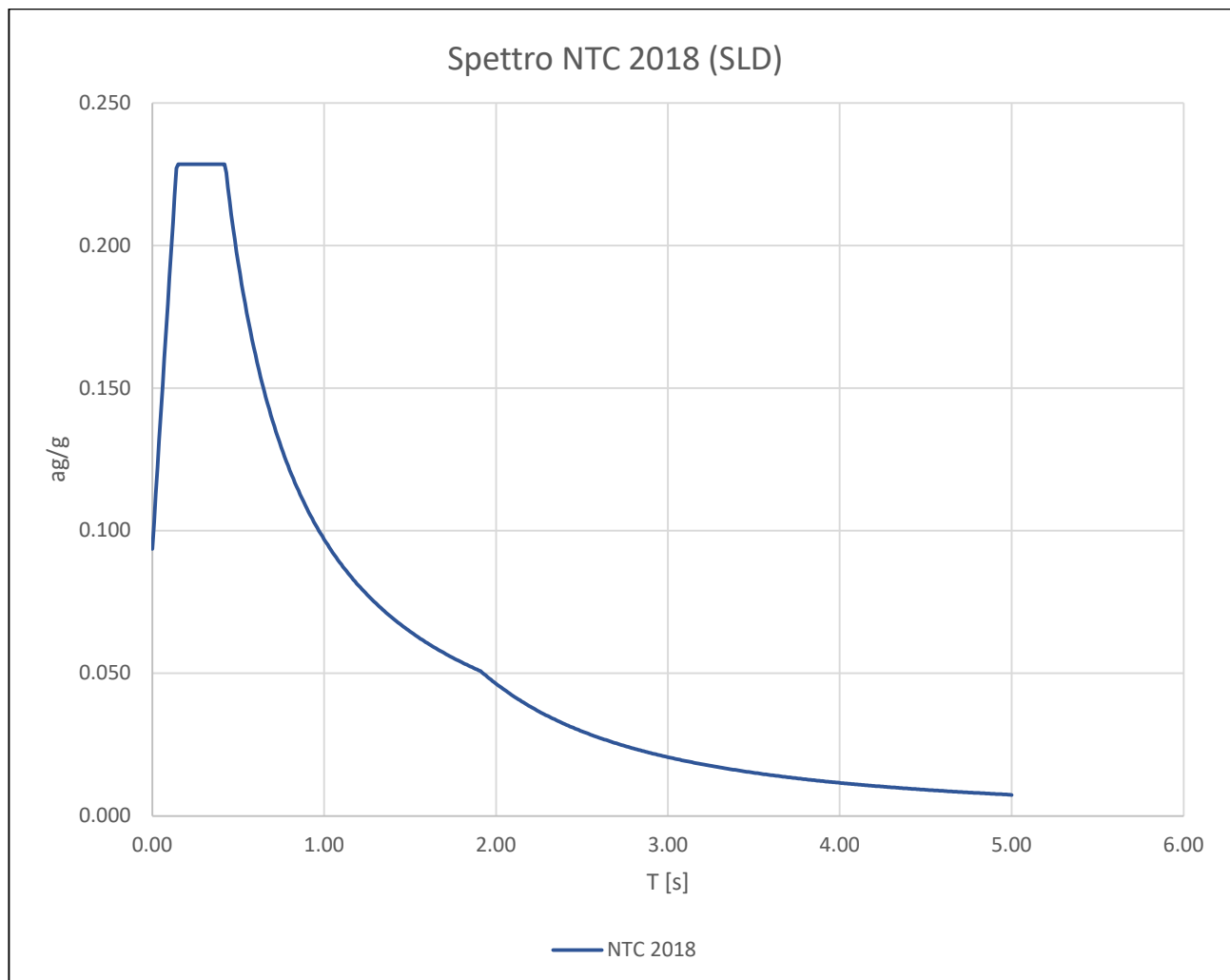
4.99	0.007
5.00	0.007

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.141	s
T_C	0.424	s
T_D	1.912	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.094	m/s^2
Se (T_B)	0.228	m/s^2
Se (T_C)	0.228	m/s^2
Se (T_D)	0.051	m/s^2



4.1.3 Spettro in SLC

Nel caso specifico la stratigrafia considerata risulta: **B**. La categoria topografica risulta: **T1**.

Lo spettro di risposta in pseudo-accelerazione per lo stato limite per lo stato limite **SLC** e per uno smorzamento di riferimento $\xi = 5\%$ viene di seguito riportato dopo aver fornito i parametri sismici.

Parametri sismici:

Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionaliz	a_g/g	0.273 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_0	2.471
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0.341 s
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in calcestruzzo	
Fattore di Struttura "q"	q	1
Categoria di Sottosuolo	S_s	B
Categoria topografica	S_t	T1

Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	C_1	0.075
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²
Accelerazione su suolo rigido	a_g	2.68 m/s ²
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_s	1.130
Prodotto $S_s \cdot S_T$	S	1.130
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	C_c	1.364
Periodo del tratto ad accelerazione costante	T_B	0.155 s
Periodo del tratto a velocità costante	T_c	0.465 s
Periodo del tratto a spostamento costante	T_D	2.692 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	ξ	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	η	1
Inverso del fattore di struttura	$1/q$	1.000
Aliquota della massa partecipante al primo modo	λ	0.85

Coordinate Spettro

T [sec]	Se(T)
s	m/s ²
0.00	0.309
0.01	0.338
0.02	0.367
0.03	0.396
0.04	0.426
0.05	0.455
0.06	0.484
0.07	0.513
0.08	0.543
0.09	0.572
0.10	0.601
0.11	0.631
0.12	0.660
0.13	0.689
0.14	0.718
0.15	0.748
0.16	0.762
0.17	0.762
0.18	0.762
0.19	0.762
0.20	0.762
0.21	0.762
0.22	0.762
0.23	0.762
0.24	0.762
0.25	0.762
0.26	0.762
0.27	0.762
0.28	0.762
0.29	0.762
0.30	0.762
0.31	0.762
0.32	0.762
0.33	0.762
0.34	0.762
0.35	0.762
0.36	0.762

0.37	0.762
0.38	0.762
0.39	0.762
0.40	0.762
0.41	0.762
0.42	0.762
0.43	0.762
0.44	0.762
0.45	0.762
0.46	0.762
0.47	0.755
0.48	0.739
0.49	0.724
0.50	0.709
0.51	0.695
0.52	0.682
0.53	0.669
0.54	0.657
0.55	0.645
0.56	0.633
0.57	0.622
0.58	0.611
0.59	0.601
0.60	0.591
0.61	0.581
0.62	0.572
0.63	0.563
0.64	0.554
0.65	0.546
0.66	0.537
0.67	0.529
0.68	0.522
0.69	0.514
0.70	0.507
0.71	0.499
0.72	0.493
0.73	0.486
0.74	0.479
0.75	0.473
0.76	0.467
0.77	0.461
0.78	0.455

0.79	0.449
0.80	0.443
0.81	0.438
0.82	0.432
0.83	0.427
0.84	0.422
0.85	0.417
0.86	0.412
0.87	0.408
0.88	0.403
0.89	0.398
0.90	0.394
0.91	0.390
0.92	0.385
0.93	0.381
0.94	0.377
0.95	0.373
0.96	0.369
0.97	0.366
0.98	0.362
0.99	0.358
1.00	0.355
1.01	0.351
1.02	0.348
1.03	0.344
1.04	0.341
1.05	0.338
1.06	0.335
1.07	0.331
1.08	0.328
1.09	0.325
1.10	0.322
1.11	0.319
1.12	0.317
1.13	0.314
1.14	0.311
1.15	0.308
1.16	0.306
1.17	0.303
1.18	0.301
1.19	0.298
1.20	0.296

1.21	0.293
1.22	0.291
1.23	0.288
1.24	0.286
1.25	0.284
1.26	0.281
1.27	0.279
1.28	0.277
1.29	0.275
1.30	0.273
1.31	0.271
1.32	0.269
1.33	0.267
1.34	0.265
1.35	0.263
1.36	0.261
1.37	0.259
1.38	0.257
1.39	0.255
1.40	0.253
1.41	0.252
1.42	0.250
1.43	0.248
1.44	0.246
1.45	0.245
1.46	0.243
1.47	0.241
1.48	0.240
1.49	0.238
1.50	0.236
1.51	0.235
1.52	0.233
1.53	0.232
1.54	0.230
1.55	0.229
1.56	0.227
1.57	0.226
1.58	0.224
1.59	0.223
1.60	0.222
1.61	0.220
1.62	0.219

1.63	0.218
1.64	0.216
1.65	0.215
1.66	0.214
1.67	0.212
1.68	0.211
1.69	0.210
1.70	0.209
1.71	0.207
1.72	0.206
1.73	0.205
1.74	0.204
1.75	0.203
1.76	0.201
1.77	0.200
1.78	0.199
1.79	0.198
1.80	0.197
1.81	0.196
1.82	0.195
1.83	0.194
1.84	0.193
1.85	0.192
1.86	0.191
1.87	0.190
1.88	0.189
1.89	0.188
1.90	0.187
1.91	0.186
1.92	0.185
1.93	0.184
1.94	0.183
1.95	0.182
1.96	0.181
1.97	0.180
1.98	0.179
1.99	0.178
2.00	0.177
2.01	0.176
2.02	0.176
2.03	0.175
2.04	0.174

2.05	0.173
2.06	0.172
2.07	0.171
2.08	0.170
2.09	0.170
2.10	0.169
2.11	0.168
2.12	0.167
2.13	0.166
2.14	0.166
2.15	0.165
2.16	0.164
2.17	0.163
2.18	0.163
2.19	0.162
2.20	0.161
2.21	0.160
2.22	0.160
2.23	0.159
2.24	0.158
2.25	0.158
2.26	0.157
2.27	0.156
2.28	0.156
2.29	0.155
2.30	0.154
2.31	0.154
2.32	0.153
2.33	0.152
2.34	0.152
2.35	0.151
2.36	0.150
2.37	0.150
2.38	0.149
2.39	0.148
2.40	0.148
2.41	0.147
2.42	0.147
2.43	0.146
2.44	0.145
2.45	0.145
2.46	0.144

2.47	0.144
2.48	0.143
2.49	0.142
2.50	0.142
2.51	0.141
2.52	0.141
2.53	0.140
2.54	0.140
2.55	0.139
2.56	0.139
2.57	0.138
2.58	0.137
2.59	0.137
2.60	0.136
2.61	0.136
2.62	0.135
2.63	0.135
2.64	0.134
2.65	0.134
2.66	0.133
2.67	0.133
2.68	0.132
2.69	0.132
2.70	0.131
2.71	0.130
2.72	0.129
2.73	0.128
2.74	0.127
2.75	0.126
2.76	0.125
2.77	0.124
2.78	0.124
2.79	0.123
2.80	0.122
2.81	0.121
2.82	0.120
2.83	0.119
2.84	0.118
2.85	0.118
2.86	0.117
2.87	0.116
2.88	0.115

2.89	0.114
2.90	0.114
2.91	0.113
2.92	0.112
2.93	0.111
2.94	0.110
2.95	0.110
2.96	0.109
2.97	0.108
2.98	0.108
2.99	0.107
3.00	0.106
3.01	0.105
3.02	0.105
3.03	0.104
3.04	0.103
3.05	0.103
3.06	0.102
3.07	0.101
3.08	0.101
3.09	0.100
3.10	0.099
3.11	0.099
3.12	0.098
3.13	0.097
3.14	0.097
3.15	0.096
3.16	0.096
3.17	0.095
3.18	0.094
3.19	0.094
3.20	0.093
3.21	0.093
3.22	0.092
3.23	0.092
3.24	0.091
3.25	0.090
3.26	0.090
3.27	0.089
3.28	0.089
3.29	0.088
3.30	0.088

3.31	0.087
3.32	0.087
3.33	0.086
3.34	0.086
3.35	0.085
3.36	0.085
3.37	0.084
3.38	0.084
3.39	0.083
3.40	0.083
3.41	0.082
3.42	0.082
3.43	0.081
3.44	0.081
3.45	0.080
3.46	0.080
3.47	0.079
3.48	0.079
3.49	0.078
3.50	0.078
3.51	0.077
3.52	0.077
3.53	0.077
3.54	0.076
3.55	0.076
3.56	0.075
3.57	0.075
3.58	0.074
3.59	0.074
3.60	0.074
3.61	0.073
3.62	0.073
3.63	0.072
3.64	0.072
3.65	0.072
3.66	0.071
3.67	0.071
3.68	0.070
3.69	0.070
3.70	0.070
3.71	0.069
3.72	0.069

3.73	0.069
3.74	0.068
3.75	0.068
3.76	0.068
3.77	0.067
3.78	0.067
3.79	0.066
3.80	0.066
3.81	0.066
3.82	0.065
3.83	0.065
3.84	0.065
3.85	0.064
3.86	0.064
3.87	0.064
3.88	0.063
3.89	0.063
3.90	0.063
3.91	0.062
3.92	0.062
3.93	0.062
3.94	0.061
3.95	0.061
3.96	0.061
3.97	0.061
3.98	0.060
3.99	0.060
4.00	0.060
4.01	0.059
4.02	0.059
4.03	0.059
4.04	0.058
4.05	0.058
4.06	0.058
4.07	0.058
4.08	0.057
4.09	0.057
4.10	0.057
4.11	0.057
4.12	0.056
4.13	0.056
4.14	0.056

4.15	0.055
4.16	0.055
4.17	0.055
4.18	0.055
4.19	0.054
4.20	0.054
4.21	0.054
4.22	0.054
4.23	0.053
4.24	0.053
4.25	0.053
4.26	0.053
4.27	0.052
4.28	0.052
4.29	0.052
4.30	0.052
4.31	0.051
4.32	0.051
4.33	0.051
4.34	0.051
4.35	0.050
4.36	0.050
4.37	0.050
4.38	0.050
4.39	0.050
4.40	0.049
4.41	0.049
4.42	0.049
4.43	0.049
4.44	0.048
4.45	0.048
4.46	0.048
4.47	0.048
4.48	0.048
4.49	0.047
4.50	0.047
4.51	0.047
4.52	0.047
4.53	0.047
4.54	0.046
4.55	0.046
4.56	0.046

4.57	0.046
4.58	0.046
4.59	0.045
4.60	0.045
4.61	0.045
4.62	0.045
4.63	0.045
4.64	0.044
4.65	0.044
4.66	0.044
4.67	0.044
4.68	0.044
4.69	0.043
4.70	0.043
4.71	0.043
4.72	0.043
4.73	0.043
4.74	0.042
4.75	0.042
4.76	0.042
4.77	0.042
4.78	0.042
4.79	0.042
4.80	0.041
4.81	0.041
4.82	0.041
4.83	0.041
4.84	0.041
4.85	0.041
4.86	0.040
4.87	0.040
4.88	0.040
4.89	0.040
4.90	0.040
4.91	0.040
4.92	0.039
4.93	0.039
4.94	0.039
4.95	0.039
4.96	0.039
4.97	0.039
4.98	0.038

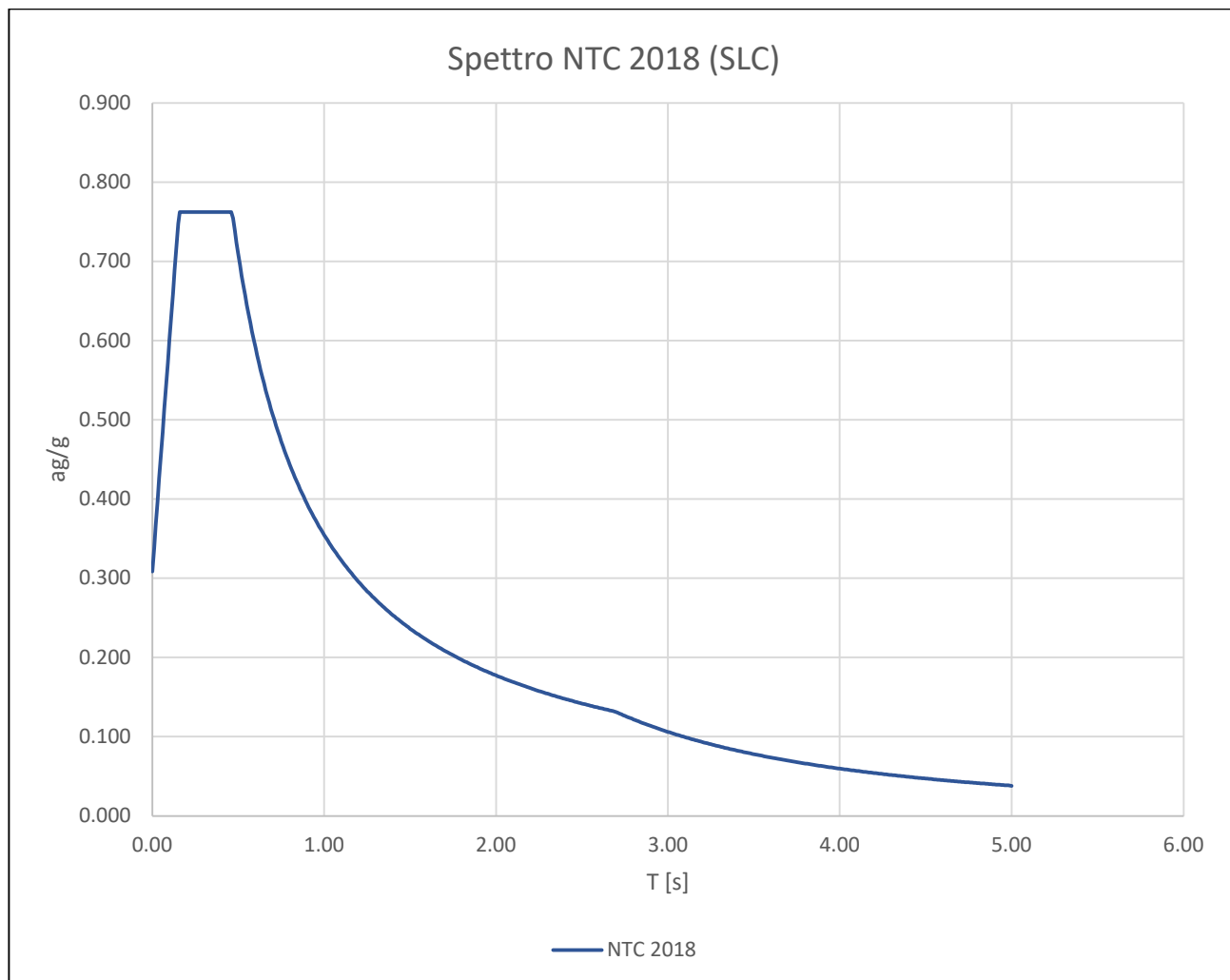
4.99	0.038
5.00	0.038

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.155	s
T_C	0.465	s
T_D	2.692	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.309	m/s ²
Se (T_B)	0.762	m/s ²
Se (T_C)	0.762	m/s ²
Se (T_D)	0.132	m/s ²



4.1.4 Spettro in SLV

Nel caso specifico la stratigrafia considerata risulta: **B**. La categoria topografica risulta: **T1**.

Lo spettro di risposta in pseudo-accelerazione per lo stato limite per lo stato limite **SLV** e per uno smorzamento di riferimento $\xi = 5\%$ viene di seguito riportato dopo aver fornito i parametri sismici.

Parametri sismici:

Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionaliz	a_g/g	0.209 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_0	2.459
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0.334 s
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in calcestruzzo	
Fattore di Struttura "q"	q	1
Categoria di Sottosuolo	S_s	B
Categoria topografica	S_t	T1

Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	C_1	0.075
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²
Accelerazione su suolo rigido	a_g	2.05 m/s ²
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_s	1.194
Prodotto $S_s \cdot S_T$	S	1.194
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	C_c	1.370
Periodo del tratto ad accelerazione costante	T_B	0.152 s
Periodo del tratto a velocità costante	T_c	0.457 s
Periodo del tratto a spostamento costante	T_D	2.436 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	ξ	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	η	1
Inverso del fattore di struttura	$1/q$	1.000
Aliquota della massa partecipante al primo modo	λ	0.85

Coordinate Spettro

T [sec]	Se(T)
s	m/s²
0.00	0.249
0.01	0.273
0.02	0.296
0.03	0.320
0.04	0.343
0.05	0.367
0.06	0.390
0.07	0.414
0.08	0.437
0.09	0.461
0.10	0.484
0.11	0.508
0.12	0.531
0.13	0.555
0.14	0.578
0.15	0.602
0.16	0.611
0.17	0.611
0.18	0.611
0.19	0.611
0.20	0.611
0.21	0.611
0.22	0.611
0.23	0.611
0.24	0.611
0.25	0.611
0.26	0.611
0.27	0.611
0.28	0.611
0.29	0.611
0.30	0.611
0.31	0.611
0.32	0.611
0.33	0.611
0.34	0.611
0.35	0.611
0.36	0.611

0.37	0.611
0.38	0.611
0.39	0.611
0.40	0.611
0.41	0.611
0.42	0.611
0.43	0.611
0.44	0.611
0.45	0.611
0.46	0.611
0.47	0.601
0.48	0.589
0.49	0.577
0.50	0.565
0.51	0.554
0.52	0.544
0.53	0.533
0.54	0.523
0.55	0.514
0.56	0.505
0.57	0.496
0.58	0.487
0.59	0.479
0.60	0.471
0.61	0.463
0.62	0.456
0.63	0.449
0.64	0.442
0.65	0.435
0.66	0.428
0.67	0.422
0.68	0.416
0.69	0.410
0.70	0.404
0.71	0.398
0.72	0.393
0.73	0.387
0.74	0.382
0.75	0.377
0.76	0.372
0.77	0.367
0.78	0.362

0.79	0.358
0.80	0.353
0.81	0.349
0.82	0.345
0.83	0.341
0.84	0.336
0.85	0.333
0.86	0.329
0.87	0.325
0.88	0.321
0.89	0.318
0.90	0.314
0.91	0.311
0.92	0.307
0.93	0.304
0.94	0.301
0.95	0.298
0.96	0.294
0.97	0.291
0.98	0.288
0.99	0.285
1.00	0.283
1.01	0.280
1.02	0.277
1.03	0.274
1.04	0.272
1.05	0.269
1.06	0.267
1.07	0.264
1.08	0.262
1.09	0.259
1.10	0.257
1.11	0.255
1.12	0.252
1.13	0.250
1.14	0.248
1.15	0.246
1.16	0.244
1.17	0.242
1.18	0.240
1.19	0.238
1.20	0.236

1.21	0.234
1.22	0.232
1.23	0.230
1.24	0.228
1.25	0.226
1.26	0.224
1.27	0.223
1.28	0.221
1.29	0.219
1.30	0.217
1.31	0.216
1.32	0.214
1.33	0.213
1.34	0.211
1.35	0.209
1.36	0.208
1.37	0.206
1.38	0.205
1.39	0.203
1.40	0.202
1.41	0.200
1.42	0.199
1.43	0.198
1.44	0.196
1.45	0.195
1.46	0.194
1.47	0.192
1.48	0.191
1.49	0.190
1.50	0.188
1.51	0.187
1.52	0.186
1.53	0.185
1.54	0.184
1.55	0.182
1.56	0.181
1.57	0.180
1.58	0.179
1.59	0.178
1.60	0.177
1.61	0.176
1.62	0.174

1.63	0.173
1.64	0.172
1.65	0.171
1.66	0.170
1.67	0.169
1.68	0.168
1.69	0.167
1.70	0.166
1.71	0.165
1.72	0.164
1.73	0.163
1.74	0.162
1.75	0.162
1.76	0.161
1.77	0.160
1.78	0.159
1.79	0.158
1.80	0.157
1.81	0.156
1.82	0.155
1.83	0.154
1.84	0.154
1.85	0.153
1.86	0.152
1.87	0.151
1.88	0.150
1.89	0.150
1.90	0.149
1.91	0.148
1.92	0.147
1.93	0.146
1.94	0.146
1.95	0.145
1.96	0.144
1.97	0.143
1.98	0.143
1.99	0.142
2.00	0.141
2.01	0.141
2.02	0.140
2.03	0.139
2.04	0.139

2.05	0.138
2.06	0.137
2.07	0.137
2.08	0.136
2.09	0.135
2.10	0.135
2.11	0.134
2.12	0.133
2.13	0.133
2.14	0.132
2.15	0.131
2.16	0.131
2.17	0.130
2.18	0.130
2.19	0.129
2.20	0.128
2.21	0.128
2.22	0.127
2.23	0.127
2.24	0.126
2.25	0.126
2.26	0.125
2.27	0.125
2.28	0.124
2.29	0.123
2.30	0.123
2.31	0.122
2.32	0.122
2.33	0.121
2.34	0.121
2.35	0.120
2.36	0.120
2.37	0.119
2.38	0.119
2.39	0.118
2.40	0.118
2.41	0.117
2.42	0.117
2.43	0.116
2.44	0.116
2.45	0.115
2.46	0.114

2.47	0.113
2.48	0.112
2.49	0.111
2.50	0.110
2.51	0.109
2.52	0.108
2.53	0.107
2.54	0.107
2.55	0.106
2.56	0.105
2.57	0.104
2.58	0.103
2.59	0.103
2.60	0.102
2.61	0.101
2.62	0.100
2.63	0.099
2.64	0.099
2.65	0.098
2.66	0.097
2.67	0.096
2.68	0.096
2.69	0.095
2.70	0.094
2.71	0.094
2.72	0.093
2.73	0.092
2.74	0.092
2.75	0.091
2.76	0.090
2.77	0.090
2.78	0.089
2.79	0.088
2.80	0.088
2.81	0.087
2.82	0.087
2.83	0.086
2.84	0.085
2.85	0.085
2.86	0.084
2.87	0.084
2.88	0.083

2.89	0.082
2.90	0.082
2.91	0.081
2.92	0.081
2.93	0.080
2.94	0.080
2.95	0.079
2.96	0.079
2.97	0.078
2.98	0.077
2.99	0.077
3.00	0.076
3.01	0.076
3.02	0.075
3.03	0.075
3.04	0.074
3.05	0.074
3.06	0.073
3.07	0.073
3.08	0.073
3.09	0.072
3.10	0.072
3.11	0.071
3.12	0.071
3.13	0.070
3.14	0.070
3.15	0.069
3.16	0.069
3.17	0.068
3.18	0.068
3.19	0.068
3.20	0.067
3.21	0.067
3.22	0.066
3.23	0.066
3.24	0.066
3.25	0.065
3.26	0.065
3.27	0.064
3.28	0.064
3.29	0.064
3.30	0.063

3.31	0.063
3.32	0.062
3.33	0.062
3.34	0.062
3.35	0.061
3.36	0.061
3.37	0.061
3.38	0.060
3.39	0.060
3.40	0.060
3.41	0.059
3.42	0.059
3.43	0.058
3.44	0.058
3.45	0.058
3.46	0.057
3.47	0.057
3.48	0.057
3.49	0.056
3.50	0.056
3.51	0.056
3.52	0.056
3.53	0.055
3.54	0.055
3.55	0.055
3.56	0.054
3.57	0.054
3.58	0.054
3.59	0.053
3.60	0.053
3.61	0.053
3.62	0.052
3.63	0.052
3.64	0.052
3.65	0.052
3.66	0.051
3.67	0.051
3.68	0.051
3.69	0.051
3.70	0.050
3.71	0.050
3.72	0.050

3.73	0.049
3.74	0.049
3.75	0.049
3.76	0.049
3.77	0.048
3.78	0.048
3.79	0.048
3.80	0.048
3.81	0.047
3.82	0.047
3.83	0.047
3.84	0.047
3.85	0.046
3.86	0.046
3.87	0.046
3.88	0.046
3.89	0.045
3.90	0.045
3.91	0.045
3.92	0.045
3.93	0.045
3.94	0.044
3.95	0.044
3.96	0.044
3.97	0.044
3.98	0.043
3.99	0.043
4.00	0.043
4.01	0.043
4.02	0.043
4.03	0.042
4.04	0.042
4.05	0.042
4.06	0.042
4.07	0.042
4.08	0.041
4.09	0.041
4.10	0.041
4.11	0.041
4.12	0.041
4.13	0.040
4.14	0.040

4.15	0.040
4.16	0.040
4.17	0.040
4.18	0.039
4.19	0.039
4.20	0.039
4.21	0.039
4.22	0.039
4.23	0.038
4.24	0.038
4.25	0.038
4.26	0.038
4.27	0.038
4.28	0.038
4.29	0.037
4.30	0.037
4.31	0.037
4.32	0.037
4.33	0.037
4.34	0.037
4.35	0.036
4.36	0.036
4.37	0.036
4.38	0.036
4.39	0.036
4.40	0.036
4.41	0.035
4.42	0.035
4.43	0.035
4.44	0.035
4.45	0.035
4.46	0.035
4.47	0.034
4.48	0.034
4.49	0.034
4.50	0.034
4.51	0.034
4.52	0.034
4.53	0.034
4.54	0.033
4.55	0.033
4.56	0.033

4.57	0.033
4.58	0.033
4.59	0.033
4.60	0.033
4.61	0.032
4.62	0.032
4.63	0.032
4.64	0.032
4.65	0.032
4.66	0.032
4.67	0.032
4.68	0.031
4.69	0.031
4.70	0.031
4.71	0.031
4.72	0.031
4.73	0.031
4.74	0.031
4.75	0.030
4.76	0.030
4.77	0.030
4.78	0.030
4.79	0.030
4.80	0.030
4.81	0.030
4.82	0.030
4.83	0.029
4.84	0.029
4.85	0.029
4.86	0.029
4.87	0.029
4.88	0.029
4.89	0.029
4.90	0.029
4.91	0.029
4.92	0.028
4.93	0.028
4.94	0.028
4.95	0.028
4.96	0.028
4.97	0.028
4.98	0.028

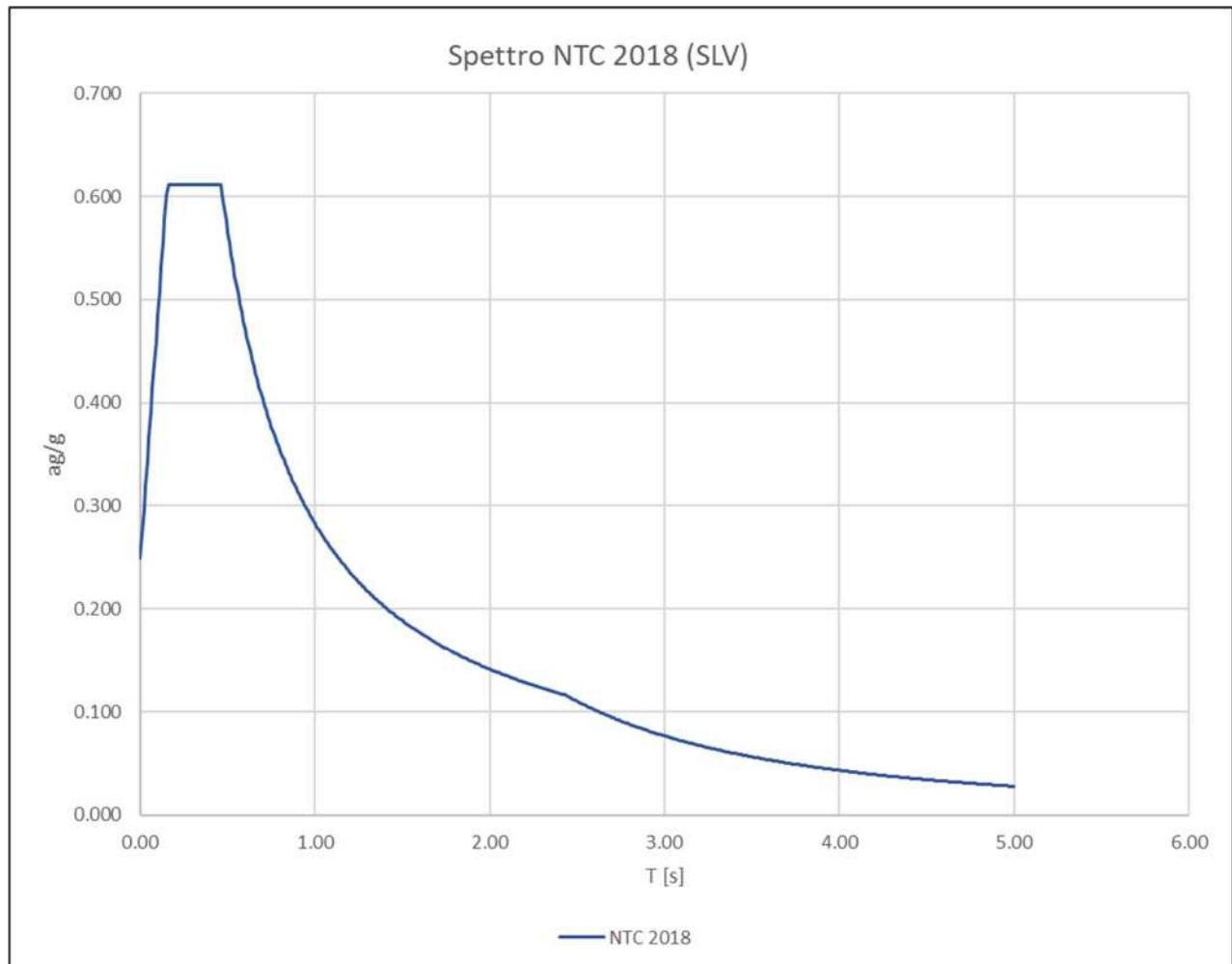
4.99	0.028
5.00	0.028

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.152	s
T_C	0.457	s
T_D	2.436	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.250	m/s ²
Se (T_B)	0.614	m/s ²
Se (T_C)	0.614	m/s ²
Se (T_D)	0.115	m/s ²



5.0 REGOLARIZZAZIONE SPETTRO DI RISPOSTA OTTENUTO DA ANALISI RSL

Mediante la procedura di regolarizzazione è possibile trasformare lo spettro di risposta, risultato di simulazioni numeriche di risposta sismica locale, in uno spettro con forma standard (secondo NTC18). In particolare, tale procedura fornisce i parametri per l'inserimento dello spettro elastico all'interno di codici di calcolo per l'analisi strutturale finalizzati alla progettazione delle strutture in zona sismica. Tali parametri sono:

- S coefficiente di amplificazione che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e delle condizioni topografiche da cui è possibile stimare $a_{max} = S a_g$ dove a_{max} e a_g rappresentano rispettivamente l'accelerazione d'angoraggio dello spettro di risposta con effetti di sito e l'accelerazione orizzontale massima su suolo di tipo A;
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro;
- F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale.

Di seguito vengono riportati i vari steps della procedura:

- a) Si calcola lo spettro di pseudo-accelerazione (S_A) e si determina il periodo proprio (T_A) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudoaccelerazione;
- b) Si calcola il valore medio dello spettro ($S_{A,m}$) nell'intorno di T_A tra $0.5 T_A$ e $1.5 T_A$, questo valore sarà assunto come valore costante del tratto ad accelerazione costante dello spettro standard:

$$S_{A,m} = \frac{1}{T_A} \int_{0.5 T_A}^{1.5 T_A} S_A(T) dT$$

- c) Si determina lo spettro di pseudovelocità (S_V) a partire da quello di accelerazione, moltiplicando le ordinate spettrali di quest'ultimo per l'inverso della corrispondente frequenza circolare $\omega = 2\pi/T$:

$$S_V(T) = S_A(T) \frac{T}{2\pi}$$

e quindi si individua il periodo (T_V) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudovelocità;

- d) Si calcola il valore medio dello spettro ($S_{V,m}$) nell'intorno di T_V nell'intorno tra $0.8 T_V$ e $1.2 T_V$:

$$S_{V,m} = \frac{1}{0.4 T_V} \int_{0.8 T_V}^{1.2 T_V} S_V(T) dT$$

- e) Si determina il periodo in corrispondenza del quale si incontrano i due rami dello spettro ad accelerazione costante e velocità costante:

$$T_C = 2\pi \frac{S_{V,m}}{S_{A,m}}$$

- f) Si determina $T_B = \frac{1}{3} T_C$, $T_D = 4.0 \frac{a_g}{g} + 1.6$ ed $S = \frac{a_{max}}{a_g}$ con a_{max} punto di ancoraggio a $T=0$ dello spettro di output. Poiché il valore di a_{max} non è generalmente fornito nello spettro delle simulazioni numeriche si procede per estrapolazione lineare, secondo la seguente equazione:

$$a_{max} = \left(\frac{S_e(T = 0.01s)}{S_{A,m}} - \frac{0.01}{T_B} \right) \left(\frac{S_{A,m}}{1 - \frac{0.01}{T_B}} \right)$$

con $S_e(T = 0.01s)$ ordinata dello spettro di accelerazione per $T = 0.01s$, primo valore del periodo nello spettro elastico delle simulazioni numeriche.

Infine, una volta stabilito lo smorzamento di riferimento ξ , le ordinate dello spettro in pseudo-accelerazione vengono ottenute mediante le seguenti relazioni:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali:

- T periodo proprio di vibrazione;
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali B diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55$$

5.1 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLO

Di seguito si riportano i punti dello spettro di risposta ottenuto dalle simulazioni numeriche:

Coordinate Spettro

T [sec]	Sa [g]
s	m/s ²
0.000	0.086
0.105	0.231
0.315	0.231
0.315	0.231
0.323	0.225
0.330	0.220
0.338	0.215
0.346	0.210
0.354	0.206
0.362	0.201
0.369	0.197
0.377	0.193
0.385	0.189
0.393	0.185
0.400	0.182
0.408	0.178
0.416	0.175
0.424	0.172
0.431	0.169
0.439	0.166
0.447	0.163
0.455	0.160
0.462	0.157
0.470	0.155
0.478	0.152
0.486	0.150
0.493	0.147
0.501	0.145
0.509	0.143
0.517	0.141
0.525	0.139
0.532	0.137
0.540	0.135
0.548	0.133

0.556	0.131
0.563	0.129
0.571	0.127
0.579	0.126
0.587	0.124
0.594	0.122
0.602	0.121
0.610	0.119
0.618	0.118
0.625	0.116
0.633	0.115
0.641	0.113
0.649	0.112
0.656	0.111
0.664	0.109
0.672	0.108
0.680	0.107
0.688	0.106
0.695	0.105
0.703	0.103
0.711	0.102
0.719	0.101
0.726	0.100
0.734	0.099
0.742	0.098
0.750	0.097
0.757	0.096
0.765	0.095
0.773	0.094
0.781	0.093
0.788	0.092
0.796	0.091
0.804	0.090
0.812	0.090
0.819	0.089
0.827	0.088
0.835	0.087
0.843	0.086
0.850	0.085
0.858	0.085
0.866	0.084
0.874	0.083

0.882	0.082
0.889	0.082
0.897	0.081
0.905	0.080
0.913	0.080
0.920	0.079
0.928	0.078
0.936	0.078
0.944	0.077
0.951	0.076
0.959	0.076
0.967	0.075
0.975	0.075
0.982	0.074
0.990	0.073
0.998	0.073
1.006	0.072
1.013	0.072
1.021	0.071
1.029	0.071
1.037	0.070
1.045	0.070
1.052	0.069
1.060	0.069
1.068	0.068
1.076	0.068
1.083	0.067
1.091	0.067
1.099	0.066
1.107	0.066
1.114	0.065
1.122	0.065
1.130	0.064
1.138	0.064
1.145	0.063
1.153	0.063
1.161	0.063
1.169	0.062
1.176	0.062
1.184	0.061
1.192	0.061
1.200	0.061

1.208	0.060
1.215	0.060
1.223	0.059
1.231	0.059
1.239	0.059
1.246	0.058
1.254	0.058
1.262	0.058
1.270	0.057
1.277	0.057
1.285	0.057
1.293	0.056
1.301	0.056
1.308	0.056
1.316	0.055
1.324	0.055
1.332	0.055
1.339	0.054
1.347	0.054
1.355	0.054
1.363	0.053
1.371	0.053
1.378	0.053
1.386	0.052
1.394	0.052
1.402	0.052
1.409	0.052
1.417	0.051
1.425	0.051
1.433	0.051
1.440	0.050
1.448	0.050
1.456	0.050
1.464	0.050
1.471	0.049
1.479	0.049
1.487	0.049
1.495	0.049
1.502	0.048
1.510	0.048
1.518	0.048
1.526	0.048

1.534	0.047
1.541	0.047
1.549	0.047
1.557	0.047
1.565	0.046
1.572	0.046
1.580	0.046
1.588	0.046
1.596	0.046
1.603	0.045
1.611	0.045
1.619	0.045
1.627	0.045
1.634	0.044
1.642	0.044
1.650	0.044
1.658	0.044
1.665	0.044
1.673	0.043
1.681	0.043
1.689	0.043
1.697	0.043
1.704	0.043
1.712	0.042
1.720	0.042
1.728	0.042
1.735	0.042
1.743	0.042
1.751	0.042
1.759	0.041
1.766	0.041
1.774	0.041
1.782	0.041
1.790	0.041
1.797	0.040
1.805	0.040
1.813	0.040
1.821	0.040
1.828	0.040
1.836	0.040
1.844	0.039
1.844	0.039

1.855	0.039
1.866	0.039
1.877	0.038
1.888	0.038
1.898	0.037
1.909	0.037
1.920	0.036
1.931	0.036
1.942	0.036
1.953	0.035
1.964	0.035
1.975	0.034
1.986	0.034
1.996	0.034
2.007	0.033
2.018	0.033
2.029	0.033
2.040	0.032
2.051	0.032
2.062	0.032
2.073	0.031
2.084	0.031
2.094	0.031
2.105	0.030
2.116	0.030
2.127	0.030
2.138	0.029
2.149	0.029
2.160	0.029
2.171	0.028
2.182	0.028
2.192	0.028
2.203	0.028
2.214	0.027
2.225	0.027
2.236	0.027
2.247	0.027
2.258	0.026
2.269	0.026
2.280	0.026
2.290	0.026
2.301	0.025

2.312	0.025
2.323	0.025
2.334	0.025
2.345	0.024
2.356	0.024
2.367	0.024
2.378	0.024
2.388	0.024
2.399	0.023
2.410	0.023
2.421	0.023
2.432	0.023
2.443	0.022
2.454	0.022
2.465	0.022
2.476	0.022
2.486	0.022
2.497	0.021
2.508	0.021
2.519	0.021
2.530	0.021
2.541	0.021
2.552	0.021
2.563	0.020
2.574	0.020
2.584	0.020
2.595	0.020
2.606	0.020
2.617	0.020
2.628	0.019
2.639	0.019
2.650	0.019
2.661	0.019
2.672	0.019
2.682	0.019
2.693	0.018
2.704	0.018
2.715	0.018
2.726	0.018
2.737	0.018
2.748	0.018
2.759	0.018

2.770	0.017
2.780	0.017
2.791	0.017
2.802	0.017
2.813	0.017
2.824	0.017
2.835	0.017
2.846	0.017
2.857	0.016
2.868	0.016
2.878	0.016
2.889	0.016
2.900	0.016
2.911	0.016
2.922	0.016
2.933	0.016
2.944	0.015
2.955	0.015
2.966	0.015
2.976	0.015
2.987	0.015
2.998	0.015
3.009	0.015
3.020	0.015
3.031	0.015
3.042	0.014
3.053	0.014
3.064	0.014
3.074	0.014
3.085	0.014
3.096	0.014
3.107	0.014
3.118	0.014
3.129	0.014
3.140	0.014
3.151	0.014
3.162	0.013
3.172	0.013
3.183	0.013
3.194	0.013
3.205	0.013
3.216	0.013

3.227	0.013
3.238	0.013
3.249	0.013
3.260	0.013
3.270	0.013
3.281	0.012
3.292	0.012
3.303	0.012
3.314	0.012
3.325	0.012
3.336	0.012
3.347	0.012
3.358	0.012
3.368	0.012
3.379	0.012
3.390	0.012
3.401	0.012
3.412	0.012
3.423	0.011
3.434	0.011
3.445	0.011
3.456	0.011
3.466	0.011
3.477	0.011
3.488	0.011
3.499	0.011
3.510	0.011
3.521	0.011
3.532	0.011
3.543	0.011
3.554	0.011
3.564	0.011
3.575	0.010
3.586	0.010
3.597	0.010
3.608	0.010
3.619	0.010
3.630	0.010
3.641	0.010
3.652	0.010
3.662	0.010
3.673	0.010

3.684	0.010
3.695	0.010
3.706	0.010
3.717	0.010
3.728	0.010
3.739	0.010
3.750	0.010
3.760	0.009
3.771	0.009
3.782	0.009
3.793	0.009
3.804	0.009
3.815	0.009
3.826	0.009
3.837	0.009
3.848	0.009
3.858	0.009
3.869	0.009
3.880	0.009
3.891	0.009
3.902	0.009
3.913	0.009
3.924	0.009
3.935	0.009
3.946	0.009
3.956	0.009
3.967	0.009
3.978	0.008
3.989	0.008
4.000	0.008

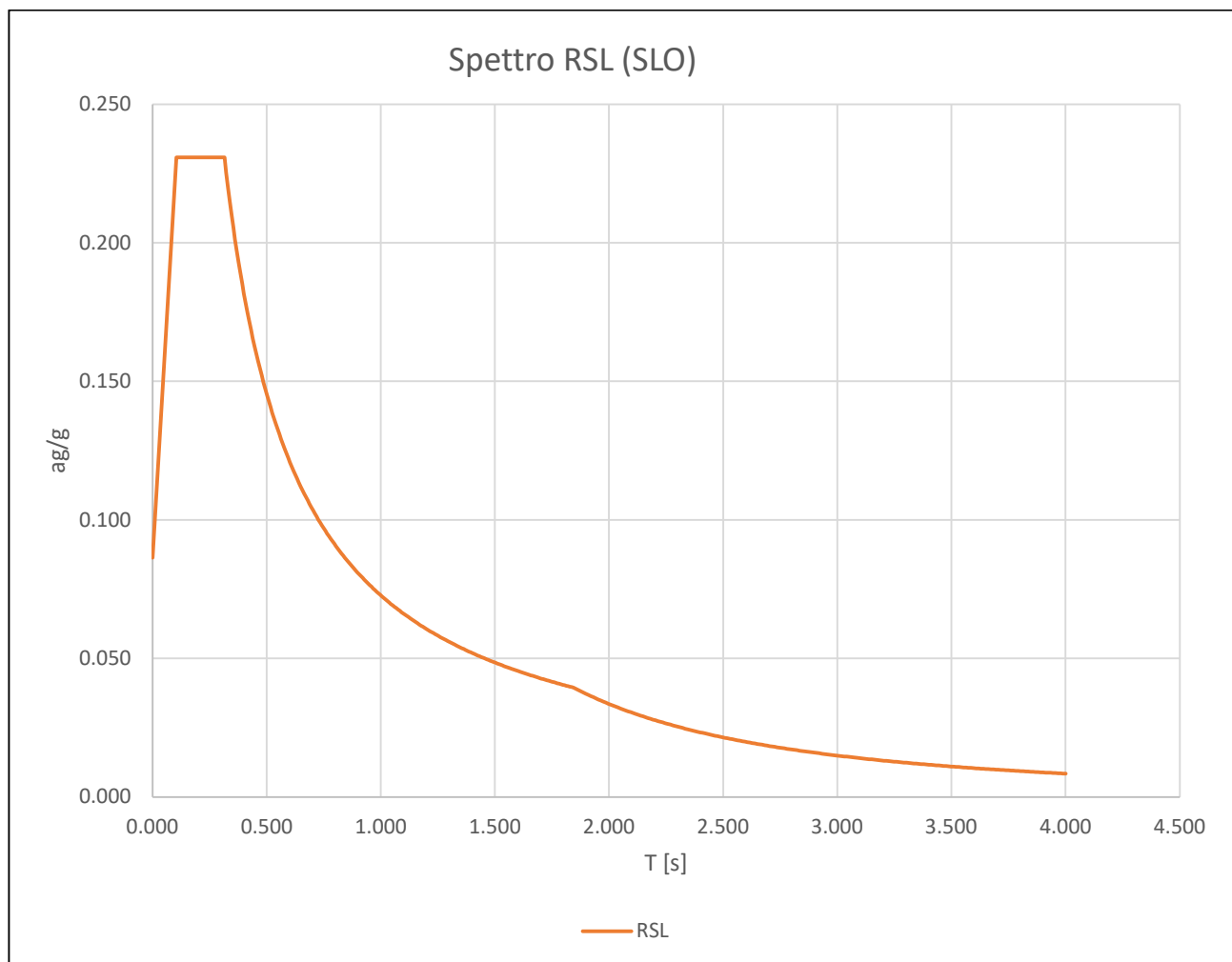
Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

Periodi fondamentali

T₀	0.000	s
T_B	0.105	s
T_C	0.315	s
T_D	1.844	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.086	m/s ²
Se (T _B)	0.231	m/s ²
Se (T _C)	0.231	m/s ²
Se (T _D)	0.039	m/s ²



5.2 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLD

Di seguito si riportano i punti dello spettro di risposta ottenuto dalle simulazioni numeriche:

Coordinate Spettro

T [sec]	Sa [g]
s	m/s ²
0.000	0.100
0.105	0.305
0.315	0.305
0.315	0.305
0.323	0.297
0.331	0.290
0.339	0.283
0.347	0.277
0.355	0.270
0.364	0.264
0.372	0.259
0.380	0.253
0.388	0.248
0.396	0.243
0.404	0.238
0.412	0.233
0.420	0.229
0.428	0.224
0.436	0.220
0.445	0.216
0.453	0.212
0.461	0.208
0.469	0.205
0.477	0.201
0.485	0.198
0.493	0.195
0.501	0.192
0.509	0.189
0.518	0.186
0.526	0.183
0.534	0.180
0.542	0.177
0.550	0.175
0.558	0.172

0.566	0.170
0.574	0.167
0.582	0.165
0.591	0.163
0.599	0.160
0.607	0.158
0.615	0.156
0.623	0.154
0.631	0.152
0.639	0.150
0.647	0.148
0.655	0.147
0.663	0.145
0.672	0.143
0.680	0.141
0.688	0.140
0.696	0.138
0.704	0.136
0.712	0.135
0.720	0.133
0.728	0.132
0.736	0.130
0.745	0.129
0.753	0.128
0.761	0.126
0.769	0.125
0.777	0.124
0.785	0.122
0.793	0.121
0.801	0.120
0.809	0.119
0.818	0.118
0.826	0.116
0.834	0.115
0.842	0.114
0.850	0.113
0.858	0.112
0.866	0.111
0.874	0.110
0.882	0.109
0.890	0.108
0.899	0.107

0.907	0.106
0.915	0.105
0.923	0.104
0.931	0.103
0.939	0.102
0.947	0.101
0.955	0.101
0.963	0.100
0.972	0.099
0.980	0.098
0.988	0.097
0.996	0.096
1.004	0.096
1.012	0.095
1.020	0.094
1.028	0.093
1.036	0.093
1.045	0.092
1.053	0.091
1.061	0.091
1.069	0.090
1.077	0.089
1.085	0.089
1.093	0.088
1.101	0.087
1.109	0.087
1.117	0.086
1.126	0.085
1.134	0.085
1.142	0.084
1.150	0.084
1.158	0.083
1.166	0.082
1.174	0.082
1.182	0.081
1.190	0.081
1.199	0.080
1.207	0.080
1.215	0.079
1.223	0.079
1.231	0.078
1.239	0.078

1.247	0.077
1.255	0.077
1.263	0.076
1.272	0.076
1.280	0.075
1.288	0.075
1.296	0.074
1.304	0.074
1.312	0.073
1.320	0.073
1.328	0.072
1.336	0.072
1.344	0.071
1.353	0.071
1.361	0.071
1.369	0.070
1.377	0.070
1.385	0.069
1.393	0.069
1.401	0.069
1.409	0.068
1.417	0.068
1.426	0.067
1.434	0.067
1.442	0.067
1.450	0.066
1.458	0.066
1.466	0.066
1.474	0.065
1.482	0.065
1.490	0.064
1.499	0.064
1.507	0.064
1.515	0.063
1.523	0.063
1.531	0.063
1.539	0.062
1.547	0.062
1.555	0.062
1.563	0.061
1.571	0.061
1.580	0.061

1.588	0.061
1.596	0.060
1.604	0.060
1.612	0.060
1.620	0.059
1.628	0.059
1.636	0.059
1.644	0.058
1.653	0.058
1.661	0.058
1.669	0.058
1.677	0.057
1.685	0.057
1.693	0.057
1.701	0.056
1.709	0.056
1.717	0.056
1.726	0.056
1.734	0.055
1.742	0.055
1.750	0.055
1.758	0.055
1.766	0.054
1.774	0.054
1.782	0.054
1.790	0.054
1.798	0.053
1.807	0.053
1.815	0.053
1.823	0.053
1.831	0.052
1.839	0.052
1.847	0.052
1.855	0.052
1.863	0.052
1.871	0.051
1.880	0.051
1.888	0.051
1.896	0.051
1.904	0.050
1.912	0.050
1.912	0.050

1.923	0.050
1.933	0.049
1.944	0.049
1.954	0.048
1.965	0.048
1.975	0.047
1.986	0.047
1.996	0.046
2.007	0.046
2.017	0.045
2.028	0.045
2.039	0.044
2.049	0.044
2.060	0.043
2.070	0.043
2.081	0.042
2.091	0.042
2.102	0.042
2.112	0.041
2.123	0.041
2.133	0.040
2.144	0.040
2.155	0.040
2.165	0.039
2.176	0.039
2.186	0.038
2.197	0.038
2.207	0.038
2.218	0.037
2.228	0.037
2.239	0.037
2.249	0.036
2.260	0.036
2.271	0.036
2.281	0.035
2.292	0.035
2.302	0.035
2.313	0.034
2.323	0.034
2.334	0.034
2.344	0.033
2.355	0.033

2.365	0.033
2.376	0.033
2.387	0.032
2.397	0.032
2.408	0.032
2.418	0.031
2.429	0.031
2.439	0.031
2.450	0.031
2.460	0.030
2.471	0.030
2.481	0.030
2.492	0.030
2.503	0.029
2.513	0.029
2.524	0.029
2.534	0.029
2.545	0.028
2.555	0.028
2.566	0.028
2.576	0.028
2.587	0.027
2.597	0.027
2.608	0.027
2.619	0.027
2.629	0.027
2.640	0.026
2.650	0.026
2.661	0.026
2.671	0.026
2.682	0.026
2.692	0.025
2.703	0.025
2.713	0.025
2.724	0.025
2.735	0.025
2.745	0.024
2.756	0.024
2.766	0.024
2.777	0.024
2.787	0.024
2.798	0.023

2.808	0.023
2.819	0.023
2.829	0.023
2.840	0.023
2.851	0.023
2.861	0.022
2.872	0.022
2.882	0.022
2.893	0.022
2.903	0.022
2.914	0.022
2.924	0.021
2.935	0.021
2.945	0.021
2.956	0.021
2.967	0.021
2.977	0.021
2.988	0.021
2.998	0.020
3.009	0.020
3.019	0.020
3.030	0.020
3.040	0.020
3.051	0.020
3.061	0.020
3.072	0.019
3.083	0.019
3.093	0.019
3.104	0.019
3.114	0.019
3.125	0.019
3.135	0.019
3.146	0.019
3.156	0.018
3.167	0.018
3.177	0.018
3.188	0.018
3.199	0.018
3.209	0.018
3.220	0.018
3.230	0.018
3.241	0.017

3.251	0.017
3.262	0.017
3.272	0.017
3.283	0.017
3.293	0.017
3.304	0.017
3.315	0.017
3.325	0.017
3.336	0.017
3.346	0.016
3.357	0.016
3.367	0.016
3.378	0.016
3.388	0.016
3.399	0.016
3.409	0.016
3.420	0.016
3.431	0.016
3.441	0.016
3.452	0.015
3.462	0.015
3.473	0.015
3.483	0.015
3.494	0.015
3.504	0.015
3.515	0.015
3.525	0.015
3.536	0.015
3.547	0.015
3.557	0.015
3.568	0.014
3.578	0.014
3.589	0.014
3.599	0.014
3.610	0.014
3.620	0.014
3.631	0.014
3.641	0.014
3.652	0.014
3.663	0.014
3.673	0.014
3.684	0.014

3.694	0.013
3.705	0.013
3.715	0.013
3.726	0.013
3.736	0.013
3.747	0.013
3.757	0.013
3.768	0.013
3.779	0.013
3.789	0.013
3.800	0.013
3.810	0.013
3.821	0.013
3.831	0.013
3.842	0.012
3.852	0.012
3.863	0.012
3.873	0.012
3.884	0.012
3.895	0.012
3.905	0.012
3.916	0.012
3.926	0.012
3.937	0.012
3.947	0.012
3.958	0.012
3.968	0.012
3.979	0.012
3.989	0.012
4.000	0.011

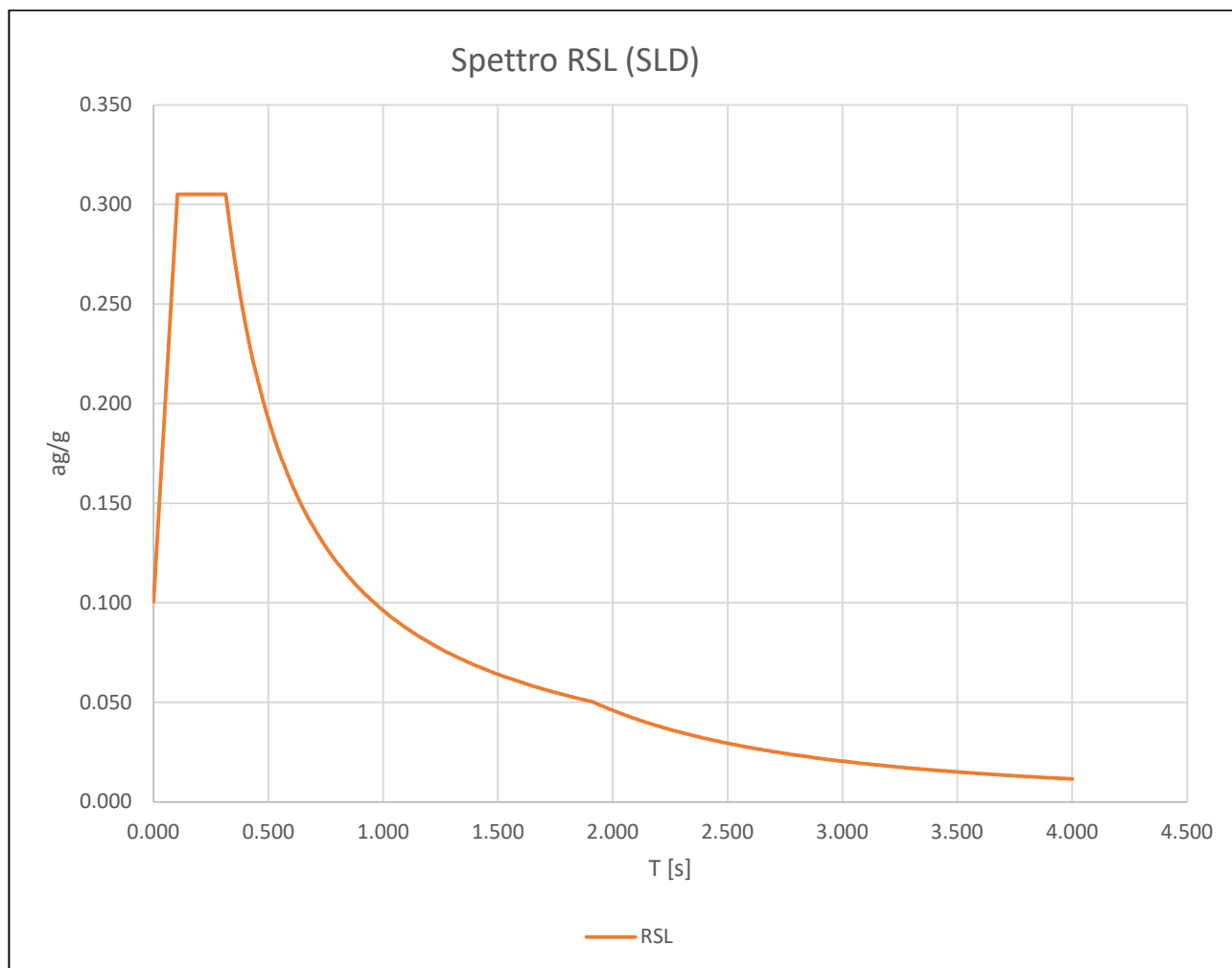
Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.105	s
T_c	0.315	s
T_D	1.912	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.100	m/s^2
Se (T_B)	0.305	m/s^2
Se (T_c)	0.305	m/s^2
Se (T_D)	0.050	m/s^2



5.3 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLC

Di seguito si riportano i punti dello spettro di risposta ottenuto dalle simulazioni numeriche:

Coordinate Spettro

T [sec]	Sa [g]
s	m/s ²
0.000	0.360
0.141	0.798
0.424	0.798
0.424	0.798
0.435	0.777
0.447	0.756
0.458	0.737
0.470	0.719
0.481	0.702
0.493	0.686
0.504	0.670
0.516	0.655
0.527	0.641
0.539	0.627
0.550	0.614
0.562	0.601
0.573	0.589
0.585	0.578
0.596	0.567
0.608	0.556
0.619	0.545
0.631	0.536
0.642	0.526
0.654	0.517
0.665	0.508
0.677	0.499
0.688	0.491
0.700	0.483
0.711	0.475
0.723	0.467
0.734	0.460
0.746	0.453
0.757	0.446
0.769	0.439

0.780	0.433
0.792	0.427
0.804	0.420
0.815	0.414
0.827	0.409
0.838	0.403
0.850	0.398
0.861	0.392
0.873	0.387
0.884	0.382
0.896	0.377
0.907	0.372
0.919	0.368
0.930	0.363
0.942	0.359
0.953	0.354
0.965	0.350
0.976	0.346
0.988	0.342
0.999	0.338
1.011	0.334
1.022	0.330
1.034	0.327
1.045	0.323
1.057	0.320
1.068	0.316
1.080	0.313
1.091	0.310
1.103	0.306
1.114	0.303
1.126	0.300
1.137	0.297
1.149	0.294
1.160	0.291
1.172	0.288
1.184	0.285
1.195	0.283
1.207	0.280
1.218	0.277
1.230	0.275
1.241	0.272
1.253	0.270

1.264	0.267
1.276	0.265
1.287	0.262
1.299	0.260
1.310	0.258
1.322	0.256
1.333	0.253
1.345	0.251
1.356	0.249
1.368	0.247
1.379	0.245
1.391	0.243
1.402	0.241
1.414	0.239
1.425	0.237
1.437	0.235
1.448	0.233
1.460	0.231
1.471	0.230
1.483	0.228
1.494	0.226
1.506	0.224
1.517	0.223
1.529	0.221
1.540	0.219
1.552	0.218
1.564	0.216
1.575	0.214
1.587	0.213
1.598	0.211
1.610	0.210
1.621	0.208
1.633	0.207
1.644	0.205
1.656	0.204
1.667	0.203
1.679	0.201
1.690	0.200
1.702	0.199
1.713	0.197
1.725	0.196
1.736	0.195

1.748	0.193
1.759	0.192
1.771	0.191
1.782	0.190
1.794	0.188
1.805	0.187
1.817	0.186
1.828	0.185
1.840	0.184
1.851	0.182
1.863	0.181
1.874	0.180
1.886	0.179
1.897	0.178
1.909	0.177
1.920	0.176
1.932	0.175
1.944	0.174
1.955	0.173
1.967	0.172
1.978	0.171
1.990	0.170
2.001	0.169
2.013	0.168
2.024	0.167
2.036	0.166
2.047	0.165
2.059	0.164
2.070	0.163
2.082	0.162
2.093	0.161
2.105	0.160
2.116	0.160
2.128	0.159
2.139	0.158
2.151	0.157
2.162	0.156
2.174	0.155
2.185	0.155
2.197	0.154
2.208	0.153
2.220	0.152

2.231	0.151
2.243	0.151
2.254	0.150
2.266	0.149
2.277	0.148
2.289	0.148
2.300	0.147
2.312	0.146
2.324	0.145
2.335	0.145
2.347	0.144
2.358	0.143
2.370	0.143
2.381	0.142
2.393	0.141
2.404	0.141
2.416	0.140
2.427	0.139
2.439	0.139
2.450	0.138
2.462	0.137
2.473	0.137
2.485	0.136
2.496	0.135
2.508	0.135
2.519	0.134
2.531	0.133
2.542	0.133
2.554	0.132
2.565	0.132
2.577	0.131
2.588	0.131
2.600	0.130
2.611	0.129
2.623	0.129
2.634	0.128
2.646	0.128
2.657	0.127
2.669	0.127
2.680	0.126
2.692	0.125
2.692	0.125

2.699	0.125
2.705	0.124
2.712	0.124
2.718	0.123
2.725	0.122
2.732	0.122
2.738	0.121
2.745	0.121
2.751	0.120
2.758	0.120
2.765	0.119
2.771	0.118
2.778	0.118
2.784	0.117
2.791	0.117
2.798	0.116
2.804	0.116
2.811	0.115
2.818	0.115
2.824	0.114
2.831	0.113
2.837	0.113
2.844	0.112
2.851	0.112
2.857	0.111
2.864	0.111
2.870	0.110
2.877	0.110
2.884	0.109
2.890	0.109
2.897	0.108
2.903	0.108
2.910	0.107
2.917	0.107
2.923	0.106
2.930	0.106
2.936	0.105
2.943	0.105
2.950	0.105
2.956	0.104
2.963	0.104
2.969	0.103

2.976	0.103
2.983	0.102
2.989	0.102
2.996	0.101
3.002	0.101
3.009	0.100
3.016	0.100
3.022	0.100
3.029	0.099
3.036	0.099
3.042	0.098
3.049	0.098
3.055	0.097
3.062	0.097
3.069	0.097
3.075	0.096
3.082	0.096
3.088	0.095
3.095	0.095
3.102	0.095
3.108	0.094
3.115	0.094
3.121	0.093
3.128	0.093
3.135	0.093
3.141	0.092
3.148	0.092
3.154	0.091
3.161	0.091
3.168	0.091
3.174	0.090
3.181	0.090
3.187	0.090
3.194	0.089
3.201	0.089
3.207	0.088
3.214	0.088
3.220	0.088
3.227	0.087
3.234	0.087
3.240	0.087
3.247	0.086

3.254	0.086
3.260	0.086
3.267	0.085
3.273	0.085
3.280	0.085
3.287	0.084
3.293	0.084
3.300	0.084
3.306	0.083
3.313	0.083
3.320	0.083
3.326	0.082
3.333	0.082
3.339	0.082
3.346	0.081
3.353	0.081
3.359	0.081
3.366	0.080
3.372	0.080
3.379	0.080
3.386	0.079
3.392	0.079
3.399	0.079
3.405	0.078
3.412	0.078
3.419	0.078
3.425	0.078
3.432	0.077
3.438	0.077
3.445	0.077
3.452	0.076
3.458	0.076
3.465	0.076
3.472	0.075
3.478	0.075
3.485	0.075
3.491	0.075
3.498	0.074
3.505	0.074
3.511	0.074
3.518	0.073
3.524	0.073

3.531	0.073
3.538	0.073
3.544	0.072
3.551	0.072
3.557	0.072
3.564	0.072
3.571	0.071
3.577	0.071
3.584	0.071
3.590	0.071
3.597	0.070
3.604	0.070
3.610	0.070
3.617	0.070
3.623	0.069
3.630	0.069
3.637	0.069
3.643	0.069
3.650	0.068
3.656	0.068
3.663	0.068
3.670	0.068
3.676	0.067
3.683	0.067
3.690	0.067
3.696	0.067
3.703	0.066
3.709	0.066
3.716	0.066
3.723	0.066
3.729	0.065
3.736	0.065
3.742	0.065
3.749	0.065
3.756	0.064
3.762	0.064
3.769	0.064
3.775	0.064
3.782	0.064
3.789	0.063
3.795	0.063
3.802	0.063

3.808	0.063
3.815	0.062
3.822	0.062
3.828	0.062
3.835	0.062
3.841	0.062
3.848	0.061
3.855	0.061
3.861	0.061
3.868	0.061
3.874	0.061
3.881	0.060
3.888	0.060
3.894	0.060
3.901	0.060
3.908	0.060
3.914	0.059
3.921	0.059
3.927	0.059
3.934	0.059
3.941	0.059
3.947	0.058
3.954	0.058
3.960	0.058
3.967	0.058
3.974	0.058
3.980	0.057
3.987	0.057
3.993	0.057
4.000	0.057

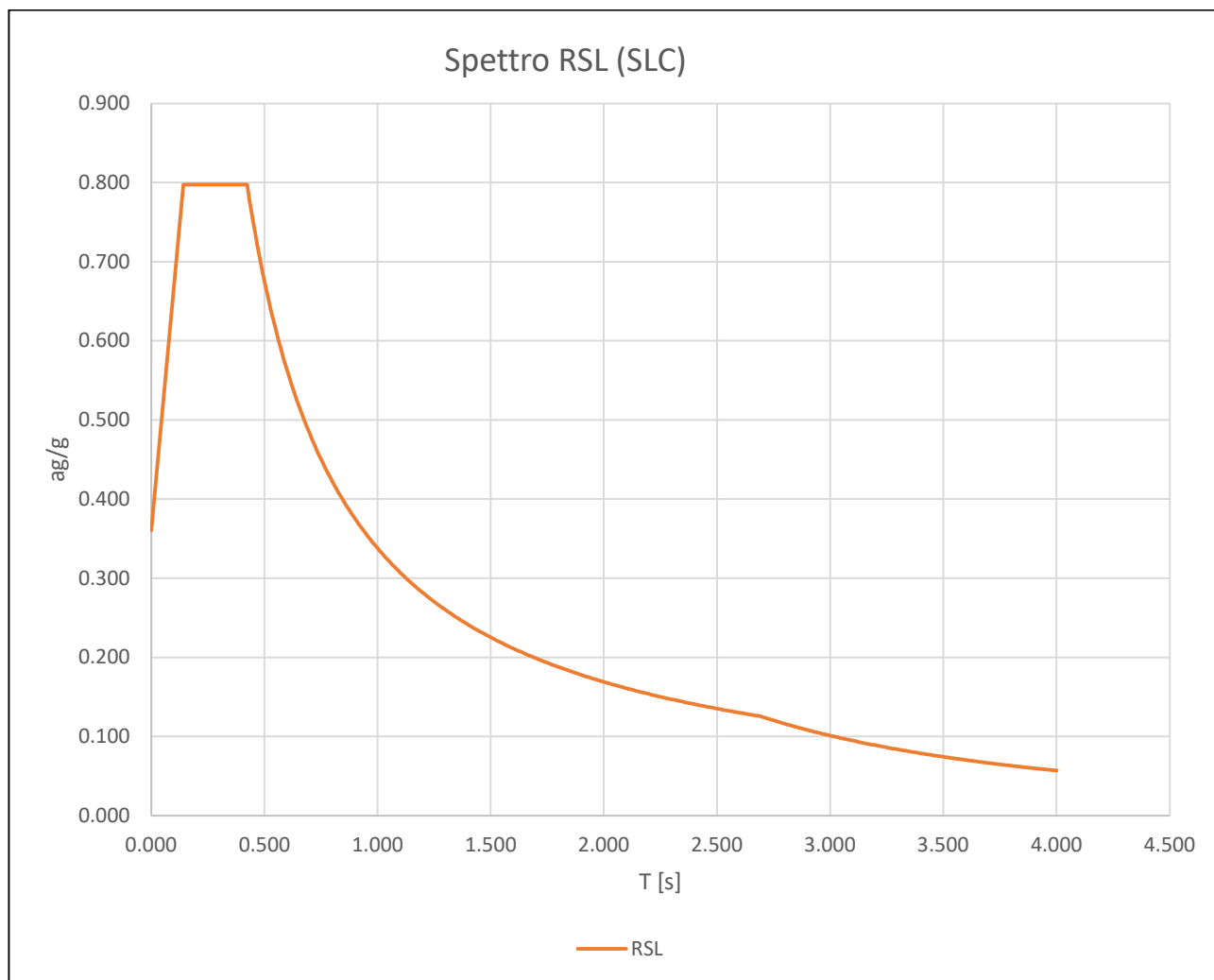
Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.141	s
T_C	0.424	s
T_D	2.692	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

Se (0)	0.360	m/s^2
Se (T_B)	0.798	m/s^2
Se (T_C)	0.798	m/s^2
Se (T_D)	0.122	m/s^2



5.4 Spettro di risposta ottenuto da analisi RSL in SLV

Di seguito si riportano i punti dello spettro di risposta ottenuto dalle simulazioni numeriche:

Coordinate Spettro

T [sec]	Sa [g]
s	m/s ²
0.00	0.287
0.12	0.773
0.37	0.773
0.37	0.773
0.38	0.752
0.39	0.731
0.40	0.712
0.41	0.694
0.42	0.676
0.43	0.660
0.44	0.644
0.45	0.629
0.46	0.615
0.47	0.601
0.48	0.588
0.49	0.576
0.50	0.564
0.51	0.552
0.53	0.541
0.54	0.531
0.55	0.520
0.56	0.511
0.57	0.501
0.58	0.492
0.59	0.483
0.60	0.475
0.61	0.467
0.62	0.459
0.63	0.451
0.64	0.444
0.65	0.437
0.66	0.430
0.67	0.423
0.68	0.416

0.69	0.410
0.70	0.404
0.71	0.398
0.72	0.392
0.74	0.387
0.75	0.381
0.76	0.376
0.77	0.371
0.78	0.366
0.79	0.361
0.80	0.356
0.81	0.352
0.82	0.347
0.83	0.343
0.84	0.338
0.85	0.334
0.86	0.330
0.87	0.326
0.88	0.322
0.89	0.318
0.90	0.315
0.91	0.311
0.92	0.308
0.93	0.304
0.95	0.301
0.96	0.298
0.97	0.294
0.98	0.291
0.99	0.288
1.00	0.285
1.01	0.282
1.02	0.279
1.03	0.276
1.04	0.273
1.05	0.271
1.06	0.268
1.07	0.265
1.08	0.263
1.09	0.260
1.10	0.258
1.11	0.255
1.12	0.253

1.13	0.251
1.14	0.248
1.16	0.246
1.17	0.244
1.18	0.242
1.19	0.240
1.20	0.237
1.21	0.235
1.22	0.233
1.23	0.231
1.24	0.229
1.25	0.228
1.26	0.226
1.27	0.224
1.28	0.222
1.29	0.220
1.30	0.218
1.31	0.217
1.32	0.215
1.33	0.213
1.34	0.212
1.35	0.210
1.37	0.208
1.38	0.207
1.39	0.205
1.40	0.204
1.41	0.202
1.42	0.201
1.43	0.199
1.44	0.198
1.45	0.196
1.46	0.195
1.47	0.193
1.48	0.192
1.49	0.191
1.50	0.189
1.51	0.188
1.52	0.187
1.53	0.185
1.54	0.184
1.55	0.183
1.56	0.182

1.58	0.181
1.59	0.179
1.60	0.178
1.61	0.177
1.62	0.176
1.63	0.175
1.64	0.174
1.65	0.172
1.66	0.171
1.67	0.170
1.68	0.169
1.69	0.168
1.70	0.167
1.71	0.166
1.72	0.165
1.73	0.164
1.74	0.163
1.75	0.162
1.76	0.161
1.77	0.160
1.79	0.159
1.80	0.158
1.81	0.157
1.82	0.157
1.83	0.156
1.84	0.155
1.85	0.154
1.86	0.153
1.87	0.152
1.88	0.151
1.89	0.150
1.90	0.150
1.91	0.149
1.92	0.148
1.93	0.147
1.94	0.146
1.95	0.146
1.96	0.145
1.97	0.144
1.98	0.143
2.00	0.143
2.01	0.142

2.02	0.141
2.03	0.140
2.04	0.140
2.05	0.139
2.06	0.138
2.07	0.137
2.08	0.137
2.09	0.136
2.10	0.135
2.11	0.135
2.12	0.134
2.13	0.133
2.14	0.133
2.15	0.132
2.16	0.131
2.17	0.131
2.18	0.130
2.19	0.130
2.21	0.129
2.22	0.128
2.23	0.128
2.24	0.127
2.25	0.127
2.26	0.126
2.27	0.125
2.28	0.125
2.29	0.124
2.30	0.124
2.31	0.123
2.32	0.123
2.33	0.122
2.34	0.121
2.35	0.121
2.36	0.120
2.37	0.120
2.38	0.119
2.39	0.119
2.40	0.118
2.42	0.118
2.43	0.117
2.44	0.117
2.44	0.117

2.44	0.116
2.45	0.115
2.46	0.114
2.47	0.114
2.48	0.113
2.48	0.112
2.49	0.112
2.50	0.111
2.51	0.110
2.51	0.110
2.52	0.109
2.53	0.108
2.54	0.107
2.55	0.107
2.55	0.106
2.56	0.105
2.57	0.105
2.58	0.104
2.59	0.104
2.59	0.103
2.60	0.102
2.61	0.102
2.62	0.101
2.63	0.100
2.63	0.100
2.64	0.099
2.65	0.099
2.66	0.098
2.67	0.098
2.67	0.097
2.68	0.096
2.69	0.096
2.70	0.095
2.70	0.095
2.71	0.094
2.72	0.094
2.73	0.093
2.74	0.093
2.74	0.092
2.75	0.091
2.76	0.091
2.77	0.090

2.78	0.090
2.78	0.089
2.79	0.089
2.80	0.088
2.81	0.088
2.82	0.087
2.82	0.087
2.83	0.086
2.84	0.086
2.85	0.085
2.85	0.085
2.86	0.085
2.87	0.084
2.88	0.084
2.89	0.083
2.89	0.083
2.90	0.082
2.91	0.082
2.92	0.081
2.93	0.081
2.93	0.080
2.94	0.080
2.95	0.080
2.96	0.079
2.97	0.079
2.97	0.078
2.98	0.078
2.99	0.078
3.00	0.077
3.00	0.077
3.01	0.076
3.02	0.076
3.03	0.076
3.04	0.075
3.04	0.075
3.05	0.074
3.06	0.074
3.07	0.074
3.08	0.073
3.08	0.073
3.09	0.072
3.10	0.072

3.11	0.072
3.12	0.071
3.12	0.071
3.13	0.071
3.14	0.070
3.15	0.070
3.15	0.070
3.16	0.069
3.17	0.069
3.18	0.069
3.19	0.068
3.19	0.068
3.20	0.068
3.21	0.067
3.22	0.067
3.23	0.067
3.23	0.066
3.24	0.066
3.25	0.066
3.26	0.065
3.27	0.065
3.27	0.065
3.28	0.064
3.29	0.064
3.30	0.064
3.30	0.063
3.31	0.063
3.32	0.063
3.33	0.063
3.34	0.062
3.34	0.062
3.35	0.062
3.36	0.061
3.37	0.061
3.38	0.061
3.38	0.060
3.39	0.060
3.40	0.060
3.41	0.060
3.42	0.059
3.42	0.059
3.43	0.059

3.44	0.059
3.45	0.058
3.45	0.058
3.46	0.058
3.47	0.057
3.48	0.057
3.49	0.057
3.49	0.057
3.50	0.056
3.51	0.056
3.52	0.056
3.53	0.056
3.53	0.055
3.54	0.055
3.55	0.055
3.56	0.055
3.57	0.054
3.57	0.054
3.58	0.054
3.59	0.054
3.60	0.054
3.61	0.053
3.61	0.053
3.62	0.053
3.63	0.053
3.64	0.052
3.64	0.052
3.65	0.052
3.66	0.052
3.67	0.051
3.68	0.051
3.68	0.051
3.69	0.051
3.70	0.051
3.71	0.050
3.72	0.050
3.72	0.050
3.73	0.050
3.74	0.050
3.75	0.049
3.76	0.049
3.76	0.049

3.77	0.049
3.78	0.049
3.79	0.048
3.79	0.048
3.80	0.048
3.81	0.048
3.82	0.048
3.83	0.047
3.83	0.047
3.84	0.047
3.85	0.047
3.86	0.047
3.87	0.046
3.87	0.046
3.88	0.046
3.89	0.046
3.90	0.046
3.91	0.045
3.91	0.045
3.92	0.045
3.93	0.045
3.94	0.045
3.94	0.045
3.95	0.044
3.96	0.044
3.97	0.044
3.98	0.044
3.98	0.044
3.99	0.043
4.00	0.043

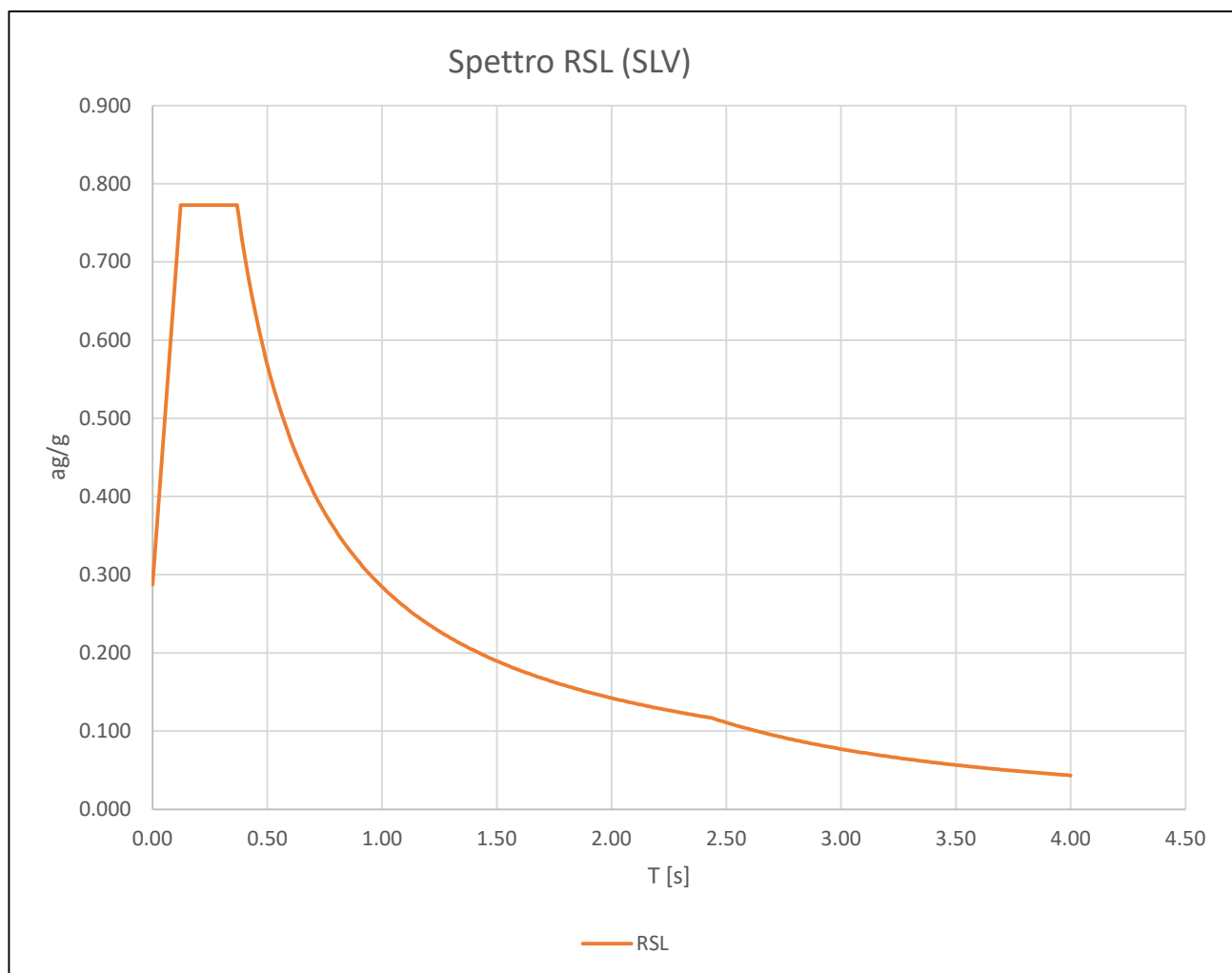
Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

Periodi fondamentali

T_0	0.000	s
T_B	0.123	s
T_c	0.368	s
T_D	2.436	s

Acc. Spettro orizzontale elastico

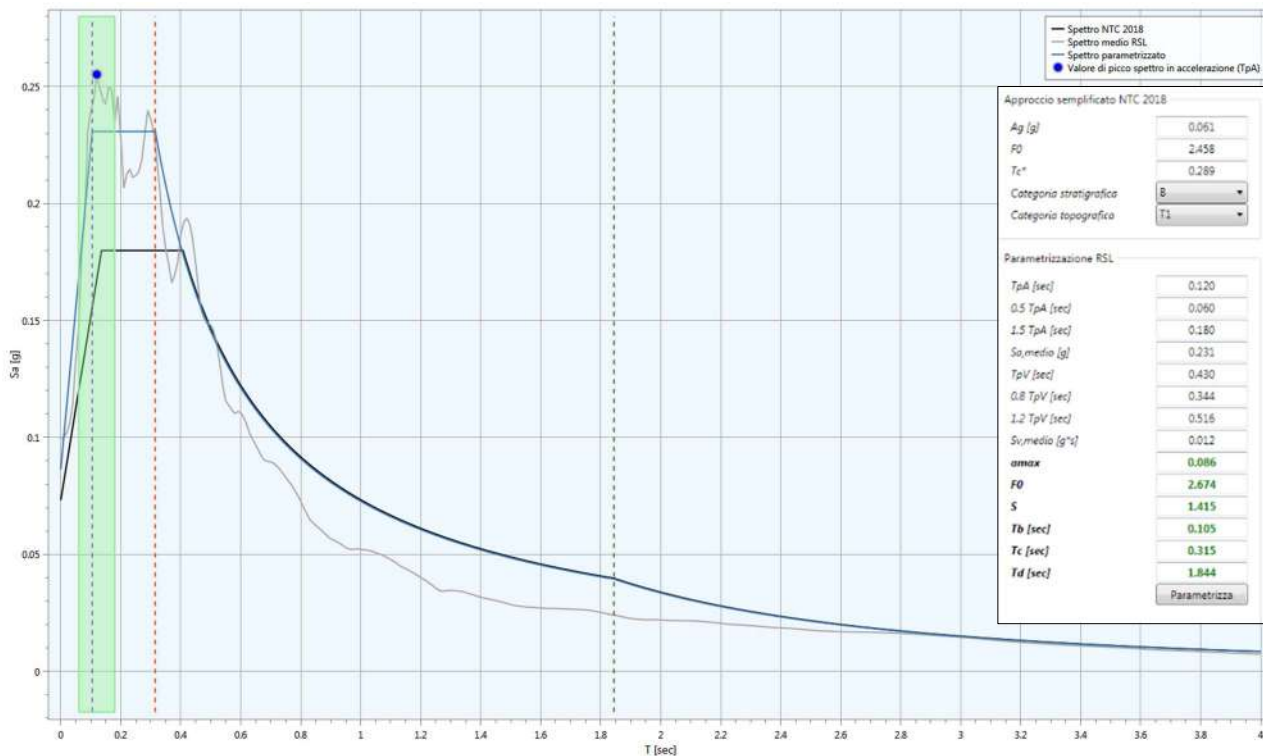
Se (0)	0.287	m/s^2
Se (T_B)	0.773	m/s^2
Se (T_c)	0.773	m/s^2
Se (T_D)	0.114	m/s^2



6.0 CONFRONTO TRA GLI SPETTRI DI RISPOSTA NTC18 E RSL

6.1 Confronto in SLO

Dal confronto degli spettri in SLO scaturisce quanto segue:

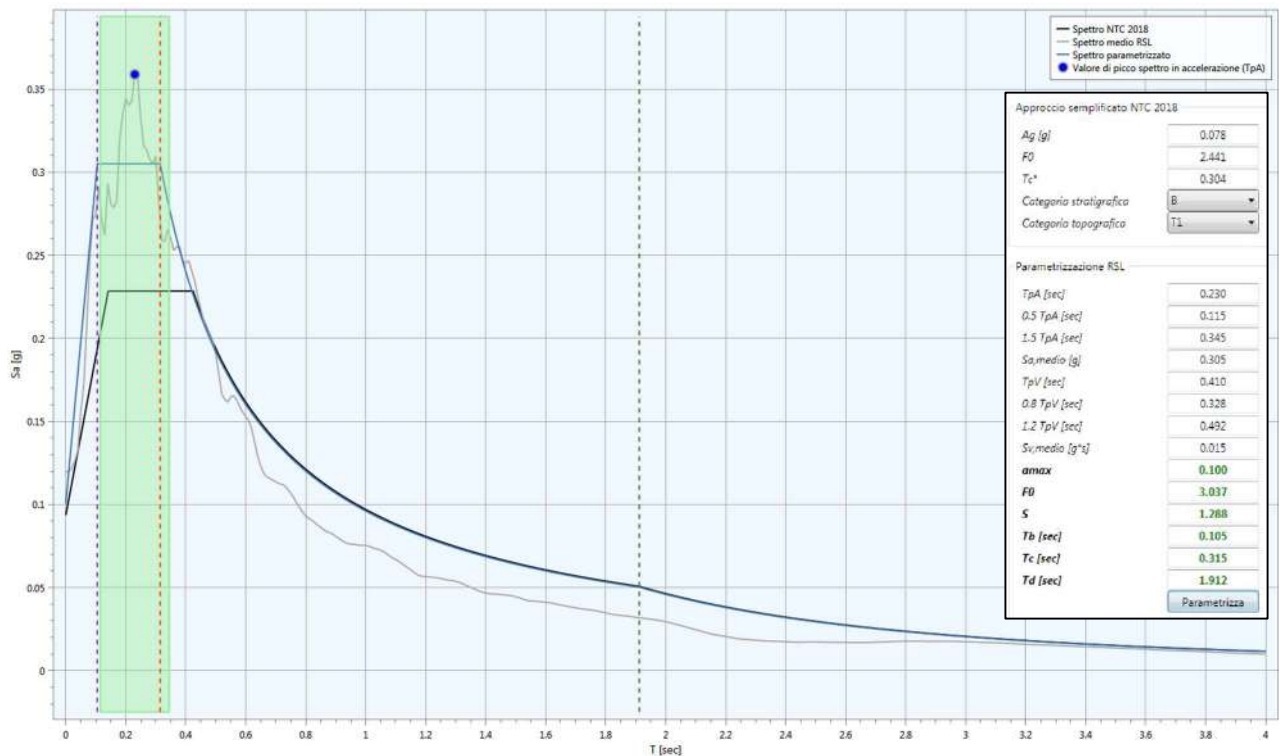


Lo spettro di risposta della RSL risulta maggiormente gravoso rispetto allo spettro delle NTC 2018.

Ai fini di una corretta progettazione dell'intervento, è necessario procedere adottando lo spettro di risposta in RSL.

6.2 Confronto in SLD

Dal confronto degli spettri in SLD scaturisce quanto segue:

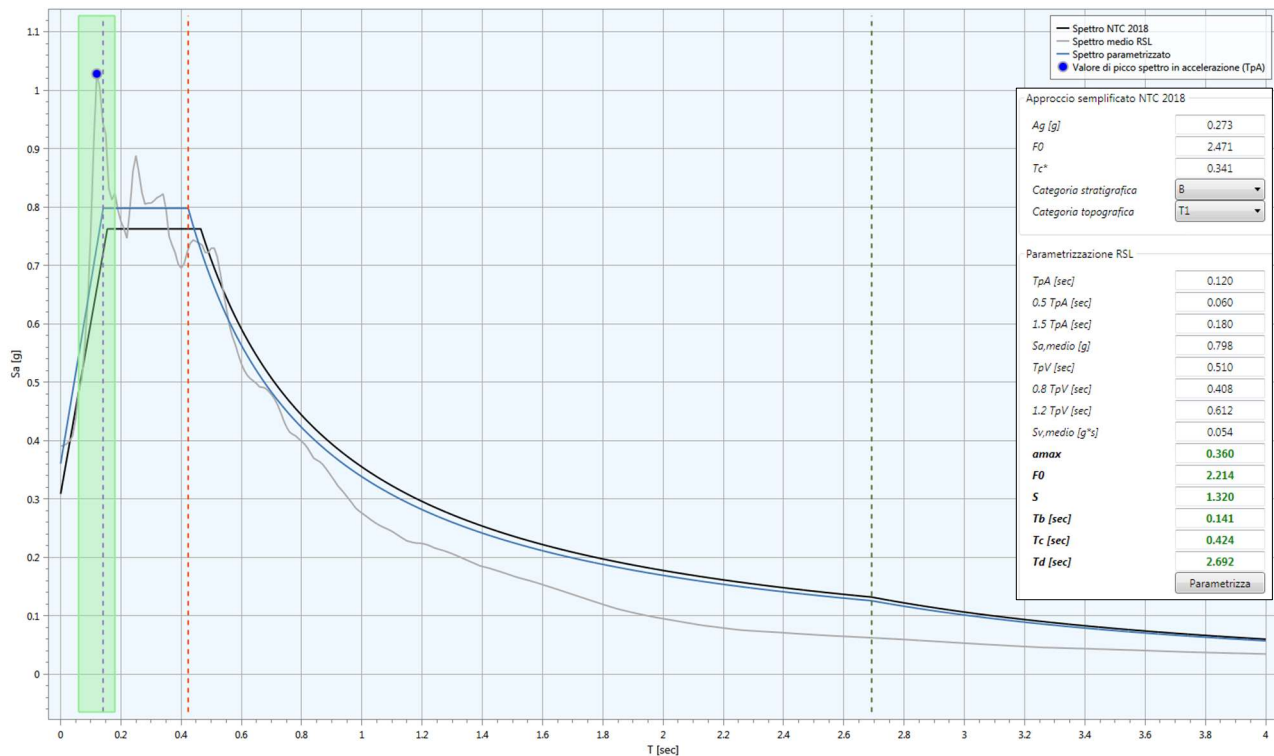


Lo spettro di risposta della RSL risulta maggiormente gravoso rispetto allo spettro delle NTC 2018.

Ai fini di una corretta progettazione dell'intervento, è necessario procedere adottando lo spettro di risposta in RSL.

6.3 Confronto in SLC

Dal confronto degli spettri in SLC scaturisce quanto segue:

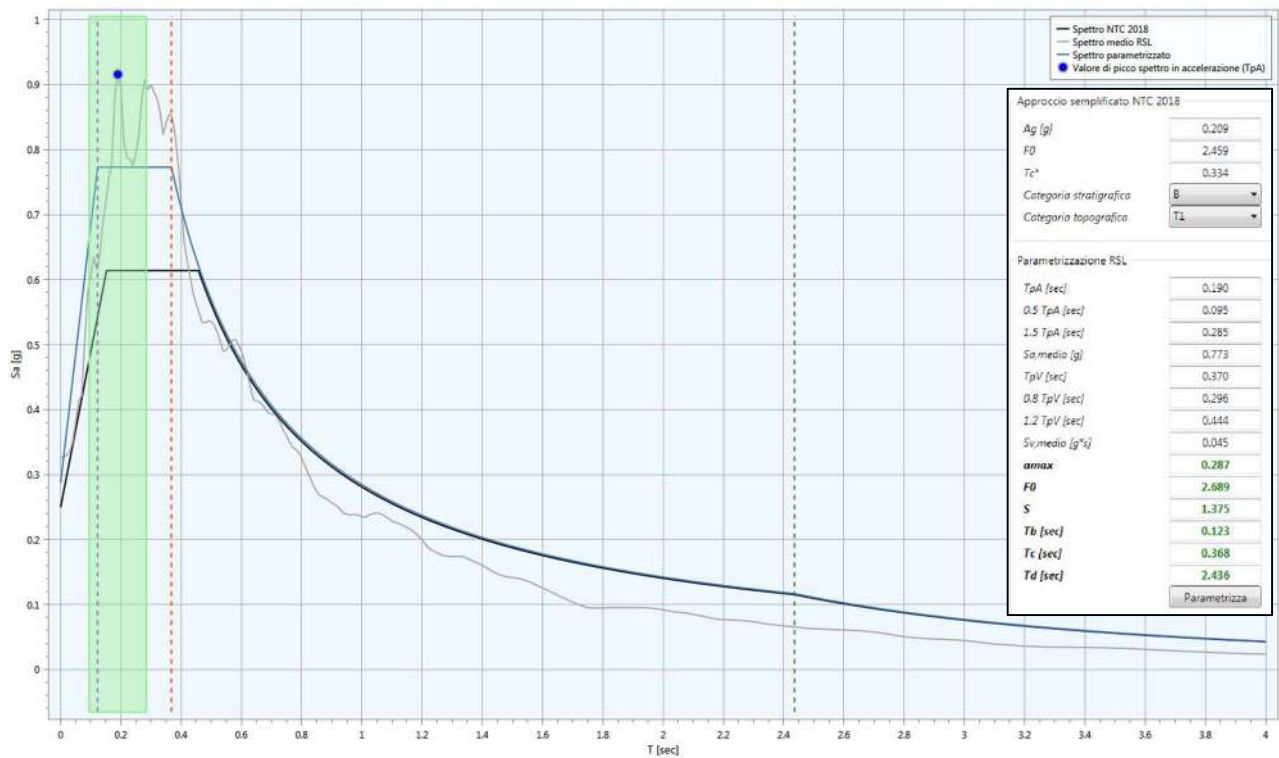


Lo spettro di risposta della RSL risulta maggiormente gravoso rispetto allo spettro delle NTC 2018.

Ai fini di una corretta progettazione dell'intervento, è necessario procedere adottando lo spettro di risposta in RSL.

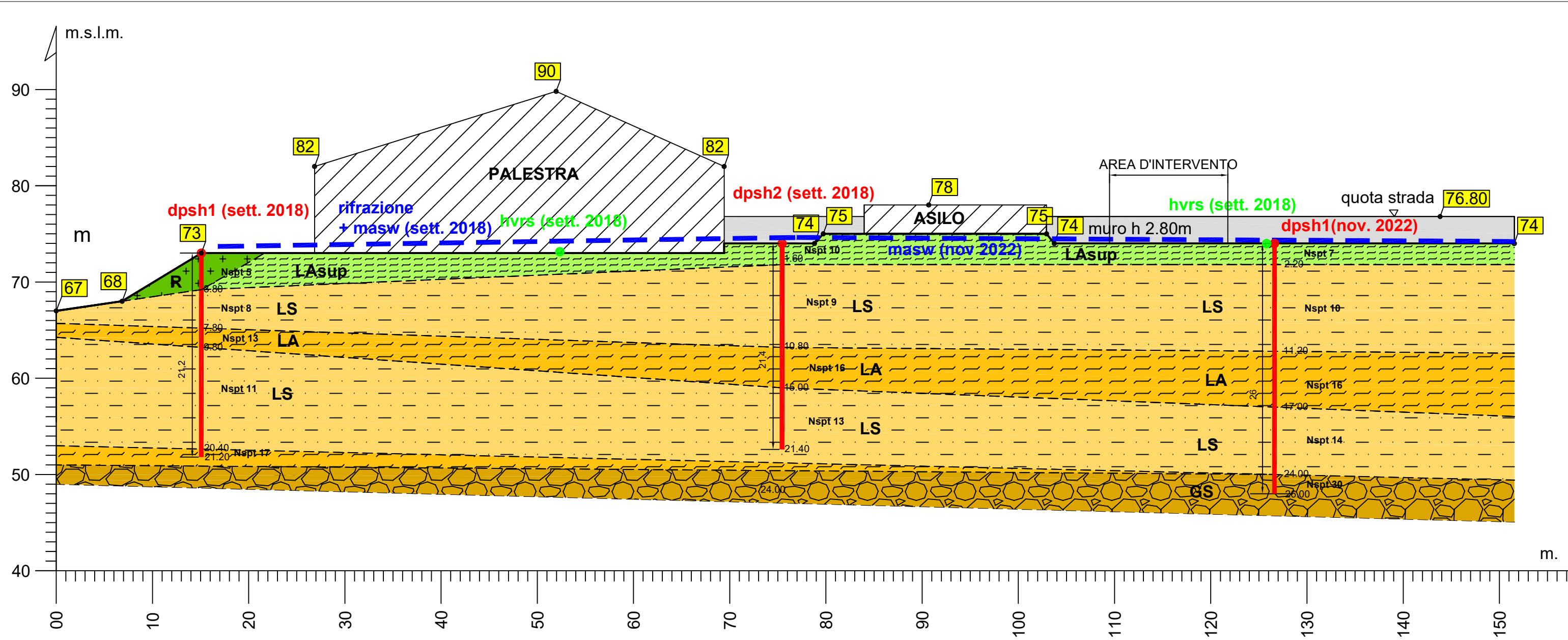
6.4 Confronto in SLV

Dal confronto degli spettri in SLV scaturisce quanto segue:



Lo spettro di risposta della RSL risulta maggiormente gravoso rispetto allo spettro delle NTC 2018.

Ai fini di una corretta progettazione dell'intervento, è necessario procedere adottando lo spettro di risposta in RSL.



LEGENDA MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO:

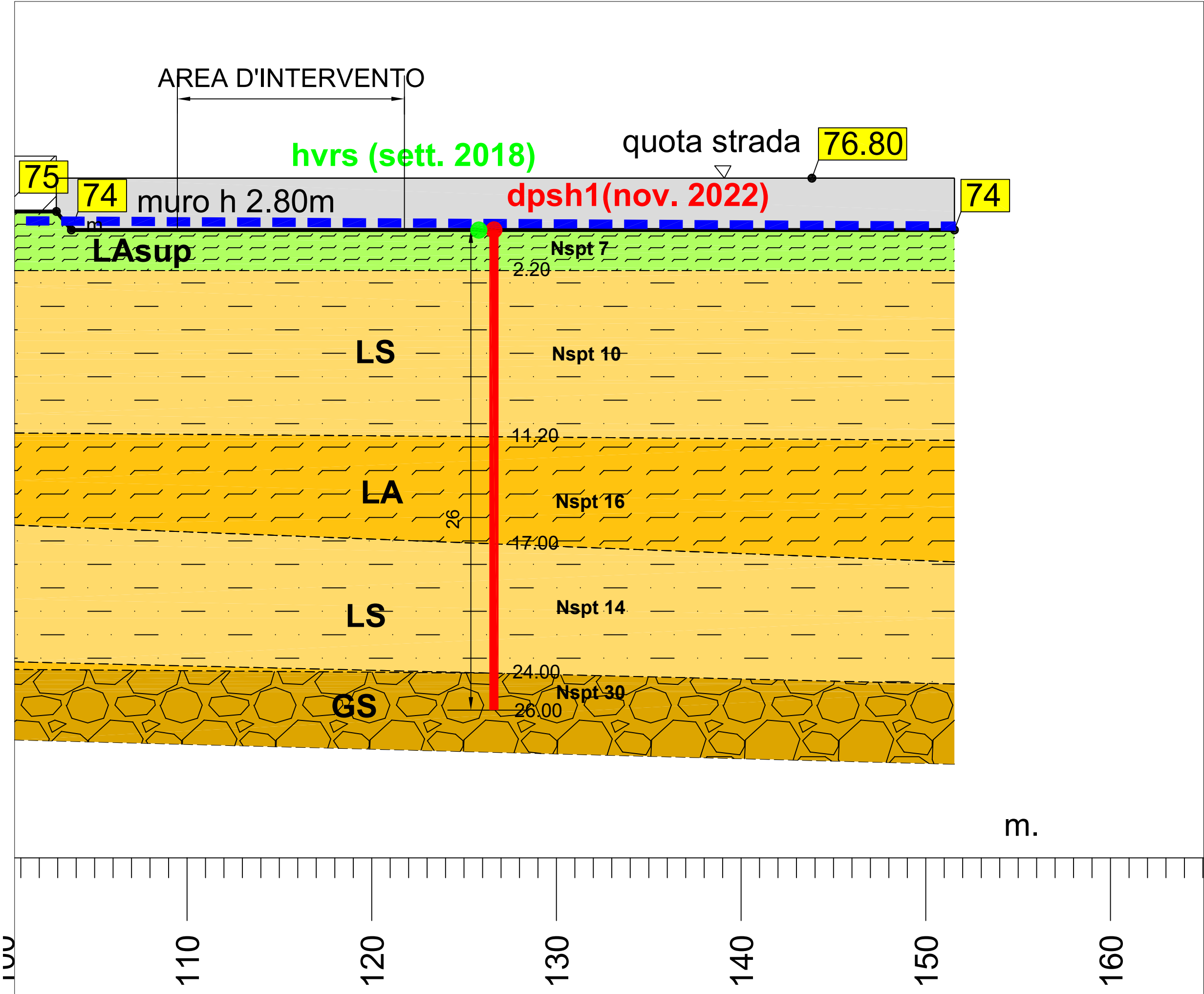
R: Riporto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
1.74	1.88	16	0.025	0.29	46.5	28.45
Valori	max	min	med			
γ_{nat} (t/m ³)	1.74	1.74	1.74			
γ_{sat} (t/m ³)	1.88	1.88	1.88			
ϕ (°)	16	16	16.00			
Dr (%)	-	-	-			
c' (kg/cm ²)	0.025	0.025	0.03			
Cu (kg/cm ²)	0.29	0.29	0.29			
E (kg/cm ²)	46.5	46.5	46.50			
Ed (kg/cm ²)	28.45	28.45	28.45			

LAsup: limo argilloso sabbioso superficiale						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
1.97	2.17	19.5	0.065	0.68	144.67	61.85
1.84	1.89	17	0.045	0.49	56.54	30.69
Valori	max	min	med			
γ_{nat} (t/m ³)	1.97	1.84	1.91			
γ_{sat} (t/m ³)	2.17	1.89	2.03			
ϕ (°)	19.5	17	18.25			
Dr (%)	-	-	-			
c' (kg/cm ²)	0.065	0.045	0.06			
Cu (kg/cm ²)	0.68	0.49	0.59			
E (kg/cm ²)	144.67	56.54	100.61			
Ed (kg/cm ²)	61.85	30.69	46.27			

LS: limo sabbioso e limo sabbioso con livelli ghiaiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
1.89	1.90	29.25	-	-	78.6	-
2.00	2.20	30.18	-	-	111.4	-
1.93	2.12	29.5	-	-	129.14	-
2.03	2.23	30.62	-	-	174.11	-
1.96	2.16	29.76	-	-	90.81	-
2.05	2.15	30.99	-	-	140.37	-
Valori	max	min	med			
γ_{nat} (t/m ³)	2.03	1.89	1.98			
γ_{sat} (t/m ³)	2.23	1.90	2.13			
ϕ (°)	30.62	29.25	30.05			
Dr (%)	-	-	-			
c' (kg/cm ²)	-	-	-			
Cu (kg/cm ²)	-	-	-			
E (kg/cm ²)	174.11	78.6	120.74			
Ed (kg/cm ²)	-	-	-			

LA: limo argilloso e limo argilloso con livelli ghiaiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
2.03	2.23	21	0.085	0.85	126.4	77.33
2.09	2.30	25	0.15	1.17	172.7	105.66
2.08	2.29	24	0.11	1.09	214.36	98.93
2.08	2.29	24	0.11	1.16	163.14	73.22
Valori	max	min	med			
γ_{nat} (t/m ³)	2.09	2.03	2.07			
γ_{sat} (t/m ³)	2.30	2.23	2.28			
ϕ (°)	25	21	23.50			
Dr (%)	-	-	-			
c' (kg/cm ²)	0.15	0.09	0.11			
Cu (kg/cm ²)	1.17	0.85	1.07			
E (kg/cm ²)	214.36	126.64	169.15			
Ed (kg/cm ²)	105.66	61.85	88.79			

GS: ghiaia in matrice limoso sabbiosa						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
2.14	2.24	35.61	-	-	177.81	-
Valori	max	min	med			
γ_{nat} (t/m ³)	2.14	2.14	2.14			
γ_{sat} (t/m ³)	2.24	2.24	2.24			
ϕ (°)	35.61	35.61	35.61			
Dr (%)	-	-	-			
c' (kg/cm ²)	-	-	-			
Cu (kg/cm ²)	-	-	-			
E (kg/cm ²)	177.81	177.81	177.81			
Ed (kg/cm ²)	-	-	-			



R: Riporto costituito prevalentemente da limi argilloso sabbiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	E_d (kg/cm ²)
1.74	1.88	16	0.025	0.29	46.5	28.45

Valori	max	min	med
γ_{nat} (t/m ³)	1.74	1.74	1.74
γ_{sat} (t/m ³)	1.88	1.88	1.88
ϕ (°)	16	16	16.00
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	0.025	0.025	0.03
C_u (kg/cm ²)	0.29	0.29	0.29
E (kg/cm ²)	46.5	46.5	46.50
E_d (kg/cm ²)	28.45	28.45	28.45

LA sup: limo argilloso sabbioso superficiale						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	E_d (kg/cm ²)
1.97	2.17	19.5	0.065	0.68	144.67	61.85
1.84	1.89	17	0.045	0.49	56.54	30.69

Valori	max	min	med
γ_{nat} (t/m ³)	1.97	1.84	1.91
γ_{sat} (t/m ³)	2.17	1.89	2.03
ϕ (°)	19.5	17	18.25
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	0.065	0.045	0.06
C_u (kg/cm ²)	0.68	0.49	0.59
E (kg/cm ²)	144.67	56.54	100.61
E_d (kg/cm ²)	61.85	30.69	46.27

LS: limo sabbioso e limo sabbioso con livelli ghiaiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	E_d (kg/cm ²)
1.89	1.90	29.25	-	-	78.6	-
2.00	2.20	30.18	-	-	111.4	-
1.93	2.12	29.5	-	-	129.14	-
2.03	2.23	30.62	-	-	174.11	-
1.96	2.16	29.76	-	-	90.81	-
2.05	2.15	30.99	-	-	140.37	-

Valori	max	min	med
γ_{nat} (t/m ³)	2.03	1.89	1.98
γ_{sat} (t/m ³)	2.23	1.90	2.13
ϕ (°)	30.62	29.25	30.05
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	-	-	-
C_u (kg/cm ²)	-	-	-
E (kg/cm ²)	174.11	78.6	120.74
E_d (kg/cm ²)	-	-	-

LA: limo argilloso e limo argilloso con livelli ghiaiosi						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	E_d (kg/cm ²)
2.03	2.23	21	0.085	0.85	126.4	77.33
2.09	2.30	25	0.15	1.17	172.7	105.66
2.08	2.29	24	0.11	1.09	214.36	98.93
2.08	2.29	24	0.11	1.16	163.14	73.22

Valori	max	min	med
γ_{nat} (t/m ³)	2.09	2.03	2.07
γ_{sat} (t/m ³)	2.30	2.23	2.28
ϕ (°)	25	21	23.50
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	0.15	0.09	0.11
C_u (kg/cm ²)	1.17	0.85	1.07
E (kg/cm ²)	214.36	126.64	169.15
E_d (kg/cm ²)	105.66	61.85	88.79

GS: ghiaia in matrice limoso sabbiosa						
γ_{nat} (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ (°)	c' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	E_d (kg/cm ²)
2.14	2.24	35.61	-	-	177.81	-

Valori	max	min	med
γ_{nat} (t/m ³)	2.14	2.14	2.14
γ_{sat} (t/m ³)	2.24	2.24	2.24
ϕ (°)	35.61	35.61	35.61
Dr (%)	-	-	-
c' (kg/cm ²)	-	-	-
C_u (kg/cm ²)	-	-	-
E (kg/cm ²)	177.81	177.81	177.81
E_d (kg/cm ²)	-	-	-

