



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Intervento finanziato nell'ambito del PNRR,
Missione 4 - Istruzione e Ricerca
Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei
servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
- Investimento 3.3



Ministero dell'Istruzione
e del Merito

OPERA:

REALIZZAZIONE DI NUOVO EDIFICIO SCOLASTICO - PLESSO B DELLA SCUOLA PRIMARIA IN VIA B.CROCE mediante demolizione e ricostruzione

CIG : 962504131A CUP: G52C21000560006

OGGETTO:

ALLEGATI
RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO GRAFICO:

ALL23

Data:
Luglio 2023

Scala:

Revisione:

A4

FASE:

PROGETTO ESECUTIVO

ENTE AMMINISTRATIVO:

COMUNE DI MONTEPRANDONE



Provincia di Ascoli Piceno (AP)

Sede comunale: Piazza dell'Aquila, 1 - 63076 Monteprandone AP

P.IVA: 00376950440

Tel: 0735.71091 / Fax: 0735.62541

Mail: info@comune.monteprandone.ap.it PEC: comune.monteprandone@emarche.it

RUP: Geom. Pino CORI

CAPOGRUPPO MANDATARIO - COORDINAMENTO GENERALE - PROGETTO ARCHITETTONICO - STRUTTURALE - IMPIANTISTICO - CSP:



SARDELLINI MARASCA ARCHITETTI

TIMBRO E FIRMA

ANCONA Via De Bosis 8 - 60123 tel 071 2073835 - fax 071 2082631
e-mail: studio@sardellinimarasca.com - www.sardellinimarasca.com

Arch. Anita SARDELLINI Ing.Andrea MARASCA Arch. Giorgio MARASCA

CO-PROGETTISTA OPERE IMPIANTISTICHE, VVFF, ACUSTICA, ENERGETICA:

AREA ENGINEERING SRL società d'ingegneria mandante
Contrada S.Giovanni snc, 63074 S. Benedetto del Tronto (AP)

Ing. Mauro BRACCIANI P.I. Marco BENIGNI Ing. Mirko MAOLONI

GIOVANE PROFESSIONISTA:

Arch. Silvia GALASSO giovane professionista
via Tronto 1/bis, 60035 Jesi (AN)

PRESTAZIONI GEOLOGICHE:

Dott. geol. Stefano GIULIANI mandante
via Papa Giovanni XXIII 14/b, 60035 Jesi (AN)

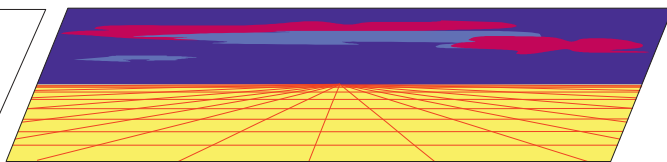
CONSULENTE PER LE OPERE STRUTTURALI

STUDIO TECNICO ING. MICHELE ROSSI
via Roma 2/A, 60012 Trecastelli (AN)

CONSULENTE PER L'APPLICAZIONE DEI CRITERI MINIMI AMBIENTALI NEGLI EDIFICI:

ARCH. ANDREA VALENTINI
via G. Verdi 26, 63822 Porto San Giorgio (FM)

GEO/Tec



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Geologia Tecnica ed Ambientale - Attività Estrattive
Laboratorio Geotecnico Terre - Prove in sito
Statiche e Dinamiche - Monitoraggi Inclinatorici
ed Ambientali- Ricerche Idriche - Studio Dissesti
e Fondazioni - Indagini Geofisiche e sismiche

Giuliani Dr. Geol. Stefano

Viale Papa Giovanni XXIII n. 14/b

C.FISC. GLNSFN60R31E388Y
P. IVA 00 973 370 422

60035 JESI (AN) - ☎ Uff. - fax. (0731) 201555

✉ Email : geotecstudiogeologico@gmail.com
geotec@alice.it

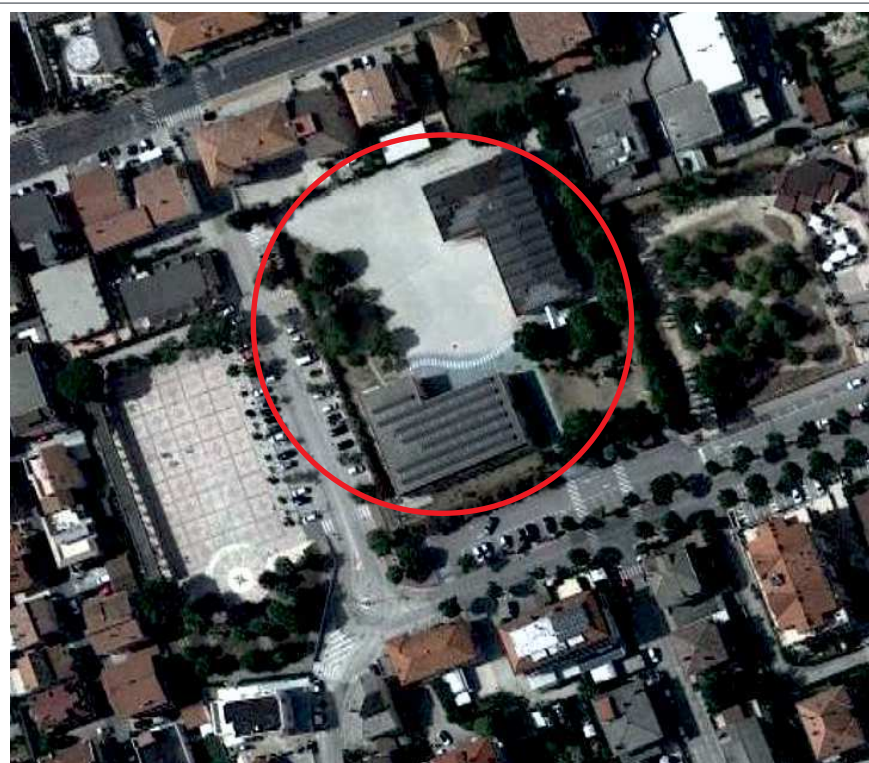
Cellulare (335) 5258710



COMUNE DI MONTEPRANDONE

Provincia di Ascoli Piceno

**DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PLESSO B SCUOLA PRIMARIA
IN MONTEPRANDONE (AP) - VIA B. CROCE**



Rif. Archivio N°Anno.....

Il Committente.....

Data : Giugno 2023



IL PROGETTISTA

**RELAZIONE GEOLOGICA
INDAGINE GEOFISICA - SISMICA
RAPPORTO GEOLOGICO-TECNICO
ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Giuliani Dr. Geol. Stefano

Viale Papa Giovanni XXIII n. 14/b

60035 JESI (AN) -  Uff. - fax. (0731) 201555Email : geotecstudiogeologico@gmail.com
geotec@alice.it

Cellulare (335) 5258710

**OGGETTO : DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PLESSO B SCUOLA
PRIMARIA in MONTEPRANDONE (AP) – VIA B. CROCE****COMMITTENTE : COMUNE DI MONTEPRANDONE (AP)****1. PREMESSA - NORMATIVA DI RIFERIMENTO - FINALITA'
DELL'INDAGINE****Relazione Geologica****Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).

UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico**Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.**Relazione Geotecnica****Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).
UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

D.M. 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. (Se si opera in Zona sismica 4, Classi I e II).

La presente Relazione Geologico-Tecnica e Geofisica-sismica è stata eseguita su incarico della suddette Ente Comunale, allo scopo di definire la successione stratigrafica, la natura dei terreni di fondazione e le loro caratteristiche geotecniche, idrogeologiche geofisiche e sismiche, dati utili alla definizione finale da parte dell'Ingegnere strutturista per la realizzazione del nuovo plesso in progetto (demolizione e ricostruzione del plesso B della Scuola Primaria esistente), il tutto ai sensi delle norme riguardanti la materia in oggetto di costruzioni in zona sismica (NTC 2018).

Nel sito in esame sono state eseguite quindi Indagini geologiche – geotecniche - geofisiche, pertanto si conoscono le caratteristiche dei terreni con dati acquisiti.

**2. POSIZIONE - GEOMORFOLOGIA ED INQUADRAMENTO GENERALE
DEL LOTTO – INQUADRAMENTO P.A.I.**

Il sito oggetto d'indagine è localizzato in Monteprandone (Ap) compreso entro l'area di origine prevalentemente alluvionale urbana, fortemente edificata in tutto il contorno della Frazione Centobuchi presso Via B. Croce, zona pianeggiante e perfettamente stabile dal punto di vista geologico-geomorfologico, posta ad una distanza in linea d'aria di circa 1430 mt. dal Fiume Tronto posto in sinistra orografica, la quota topografica media del sito è circa 14 mt. s.l.m..

La posizione geomorfologica dell'area non permette alcuna evoluzione di fenomeni gravitativi, pertanto essa risulta ampiamente stabile dal punto di vista del D.M.

11/03/1988 e D.M. 14/01/2008 – 17/01/2018.

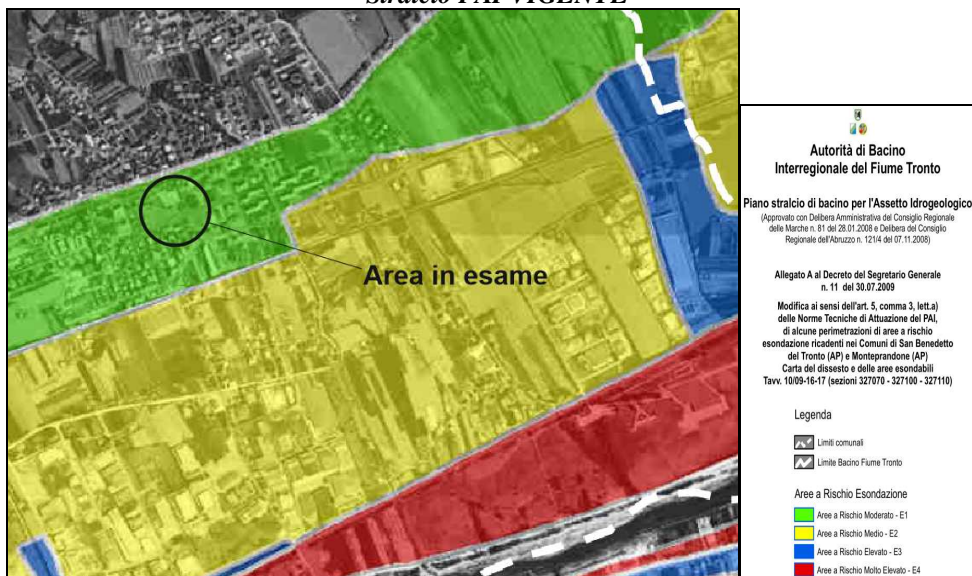


Dal punto di vista idraulico nella cartografia del P.A.I. allegata, l'area risulta inclusa in una perimetrazione marginale (E1: con rischio moderato di esondazione e pericolosità bassa del Fiume Tronto), mentre dal Catalogo IFFI-Idrogeo è localizzata in un'area a

bassa pericolosità idraulica, come può essere visualizzato negli allegati in seguito ed in appendice.



Stralcio PAI VIGENTE



Norme di riferimento PAI area in esame :

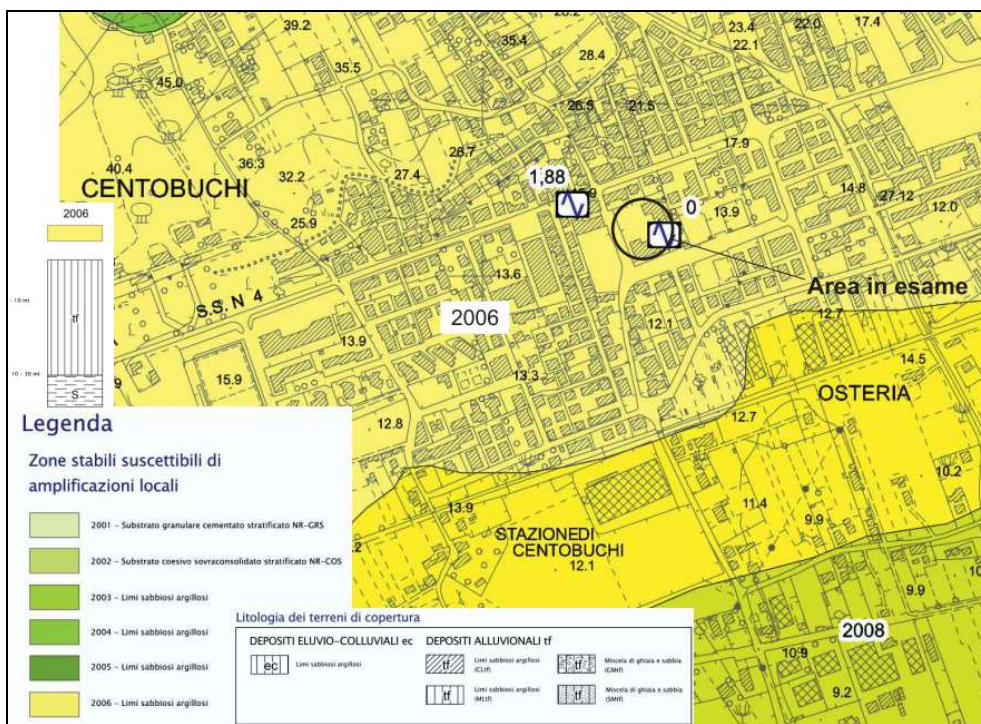
- 4) aree a rischio **moderato** di esondazione "**E1**": aree che possono essere interessate dalle piene con tempo di ritorno assimilabili a 500 anni;

3. Le aree a rischio **E1** sono individuate ai fini della predisposizione dei programmi di previsione e prevenzione, nonché dei programmi di emergenza, da parte degli Enti competenti ai sensi della Legge 225/92 e succ. mod ed integr.

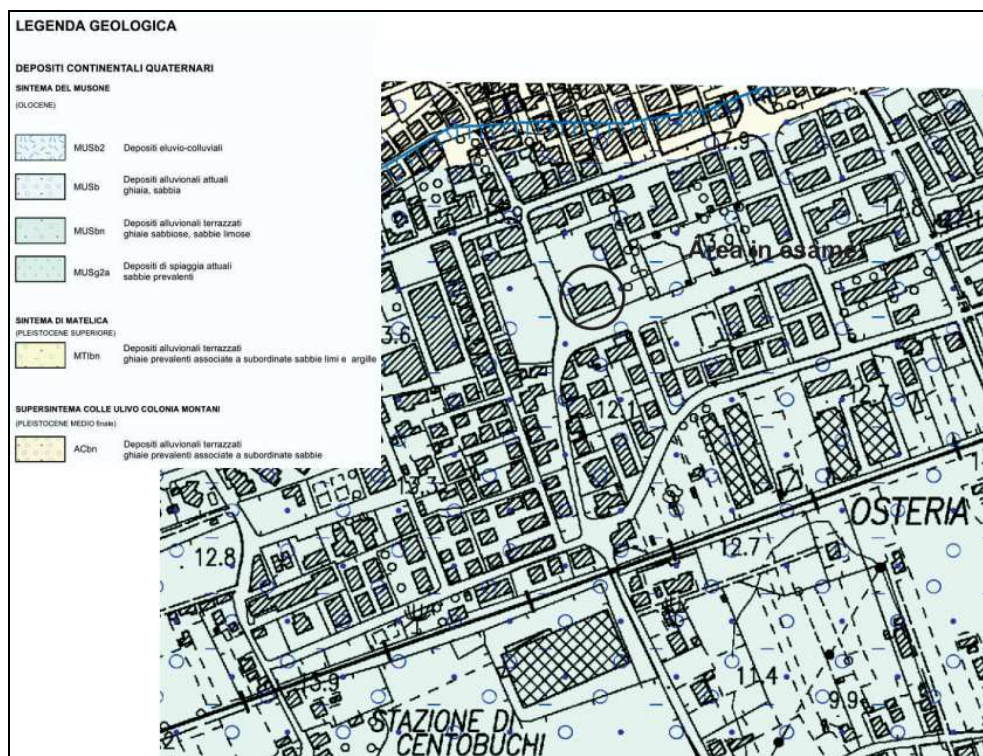
Stralcio Catalogo IFFI – Pericolosità Idrogeo



Stralcio Carta MOPS Microzone Omogenee Prospettiva Sismica



Stralcio Carta Geologica



3. CARATTERISTICHE GEOSTRATIGRAFICHE LITOLOGICHE - IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

I terreni presenti nel sito sono come già accennato in prevalenza di origine alluvionale del Fiume Tronto in terrazzo di III° ordine sul fondovalle, quindi con le tipiche variabili granulometrie (*limi sabbiosi-argillosi sino a circa – 4,0 mt*) che mutano a maggiore profondità a limi più argillosi (*limi argillo-sabbiosi con locali rari livelletti ghiaiosi sino a circa – 23,0 mt*), passando poi a sabbie grigiastre arenacee che sovrastano il substrato Plio-Pleistocenico di origine marina (posto in zona a circa – 26 mt. dal p.c. attuale); è reperibile alla quota del p.c. un sottile strato di stabilizzato calcareo e terreno vegetale sino a circa – 0,70 mt. dal p.c.

Sulla base della campagna di indagini geognostiche eseguite in sito, per lo studio dell'area oltre ad alcuni dati geologici - geotecnici adiacenti, si sono eseguiti nel sito **n. 1 Sondaggio**

Geognostico a carotaggio continuo standard 110 mm. con rivestimento spinto sino a circa – 29 mt. dal p.c. cioè sino al substrato basale Pliocenico, n. 2 Sondaggi Penetrometrici Statici Cpt con Apparecchiatura Pagani TG 63 con relative elaborazioni geotecniche; si sono poi determinate le caratteristiche geomeccaniche sia tramite prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati considerati rappresentativi della verticale litologica che elaborazioni geotecniche dalle prove in sito con taratura (vedi allegati appendice), integrate **da uno stendimento sismico MASW e n. 3 Acquisizioni Geofisiche tramite tecnica HVSr.**

Si sono inoltre reperiti altri dati geofisici precedenti eseguiti nel medesimo sito da altri professionisti (allegati in appendice).

In generale dalle indagini emerge una relativa costante posizione verticale sui passaggi tra i vari litotipi di origine prevalentemente alluvionale fine; si è potuta perciò ricostruire la sequenza stratigrafica e le caratteristiche geotecniche medie dei litotipi :

3.1 STABILIZZATO CALCAREO – TERRENO VEGETALE

Dalla quota del p.c. nel sito è presente un sottile spessore di circa – 0,20 mt. di stabilizzato calcareo che sovrasta un livello di terreno vegetale limoso argilloso brunastro marrone nocciola a scarsa consistenza con caratteristiche geomeccaniche scadenti sino a circa – 0,70 mt.

3.2 DEPOSITI ALLUVIONALI - LIMI SABBIOSI-ARGILLOSI – LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI ALLUVIONALI – SABBIE ARENACEE ALLUVIONALI

Rappresenta un banco potente in cui la litologia principale nel lotto studiato sottostante il terreno vegetale; inizialmente tale successione alluvionale è costituita principalmente da limi sabbiosi-argillosi nocciola con elementi arenacei rari inclusi da circa – 0,70 a – 2,50 mt. e da – 3,0 sino a – 4,0 mt. dal p.c. con materiale compressibile.

Da tale profondità i limi alluvionali a comportamento geotecnico intermedio, aumentano gradualmente il contenuto argilloso assumendo una colorazione nocciola loc. brunastra, la potenza di tale successione si estende da circa – 4,0 sino a circa –23,0 mt. dal p.c. attuale superiore, si ha un livello a maggior percentuale di inclusi ghiaiosi dalla quota di – 16,50 mt. a – 19,0 mt. circa dal p.c..

Tale litologia è composta da limi argillosi – sabbiosi frequentemente compressibili soprattutto nell'intervallo – 6 – 19 mt. dal p.c., di colore variabile da nocciola a marrone - brunastra, mostrano un comportamento generale incoerente-coerente in superficie e maggiormente coesivo plastico in profondità, caratterizzato comunque generalmente da bassa consistenza e significativa compressibilità (vedi anche stratigrafie e grafici penetrometrici allegati in appendice).

E' stata rilevata alla data dei sondaggi la falda acquifera, presente in livello statico alla quota di circa – 6,0 - 7,70 mt. dal p.c..

In successione si ha il passaggio con uno strato di sabbie grigiastre arenacee addensate dalla quota di – 23,0 mt. sino a – 25,80 mt. dal p.c., in corrispondenza del passaggio con il substrato Pliocenico argillo-marnoso compatto basale.

3.3 ARGILLA MARNOSA (FACIES COMPATTA DEL SUBSTRATO PLIOCENICO)

In successione si ha il passaggio con il tetto del substrato Pliocenico compatto costituito da argilla marnosa di colorazione grigio-plumbea reperibile da circa – 25,80 mt. dal p.c., che costituisce il basamento litologico in associazione prevalentemente pelitica di origine marina (*vedi sezione geologica in appendice*).

Tale litologia è caratterizzata da scarsa o nulla compressibilità ed alta resistenza al taglio in termini prevalenti di coesione.

3.4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI LITOTIPI

I dati tabulati in seguito sono stati ricavati da analisi geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geologici eseguiti, nonché da correlazioni geotecniche dalle prove in sito Cpt opportunamente tarate sulle prove geotecniche, oltre a dati di zona acquisiti (*vedi anche allegati in appendice*).

I dati suddetti delle prove in sito, relativamente allo strato considerato a comportamento considerato omogeneo (con discretizzazione verticale) sono stati trattati dal punto di vista statistico dal valore Q_c (Cpt) per trarne i **parametri geotecnici caratteristici ai sensi delle NTC 2018**.

Ai sensi delle norme vigenti si applicano :

- *Valori prossimi ai valori medi quando è coinvolto un elevato volume di terreno con possibili compensazioni delle eterogeneità o quando la struttura al contatto col terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.*
- *Al contrario valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno o nel caso in cui la struttura in contatto con il terreno non sia in grado di trasferire le forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della insufficiente rigidità.*

a) Terreno vegetale

- peso di volume γ	(t/mc)	= 1,75 – 1,80
- angolo di attrito ϕ'	(gradi)	= 14 – 19°
- densità relativa D_r	(%)	= 27 – 60
- umidità naturale W_n	(%)	= 14 – 31
- modulo compressibilità E_{ed}	(Mpa)	= 2,46 – 5,73
- modulo di Young E_y	(Mpa)	= 0,64 – 3,72
- Q_c statico	(Kg/cm ²)	= 10 - 26 – 28
- Classificazione AGI		= sciolto – poco consistente

b) Limo sabbioso-argilloso alluvionale (< 4 mt. dal p.c.)

- peso di volume γ	(t/mc)	= 1,90 – 2,05
- Pocket Penetrometer P.P.	(Kg/cm ²)	= 0,70 – 4,0
- angolo di attrito ϕ'	(gradi)	= 22 – 23°
- limite liquido W_l	(%)	= 30,13
- limite plastico W_p	(%)	= 20,72
- Indice plastico I_p	(%)	= 9,42
- Indice di Consistenza I_c		= 0,71
- Classificazione U.S.C.S		= CL - CI

- coesione drenata C'	(Kpa)	= 5 – 18
- coesione non drenata C_u	(Kpa)	= 33 – 40
- umidità naturale W_n	(%)	= 23,42
- densità relativa D_r	(%)	= 32 – 41
- modulo compressibilità E_{ed}	(Mpa)	= 2,80 – 3,80 - 5,36 – 6,24
- modulo di Young E_y	(Mpa)	= 3,49 – 4,05
- Permeabilità K	(cm/sec)	= 10^{-5} – 10^{-8}
- Q_c media statico	(Kg/cmq)	= 20 – 31
- Classificazione AGI		= poco addensato – moderatamente consistente

c) Limo argilloso-sabbioso alluvionale (> 4 mt. dal p.c)

- peso di volume gamma γ	(t/mc)	= 1,95 – 2,13
- Pocket Penetrometer P.P.	(Kg/cmq)	= 0,80 – 2,2
- angolo di attrito ϕ'	(gradi)	= 21 – 24°
- umidità naturale W_n	(%)	= 22 – 24
- coesione drenata C'	(Kpa)	= 8 - 32
- coesione non drenata C_u	(Kpa)	= 35 – 40 - 93
- modulo compressibilità E_{ed}	(Mpa)	= 3,2 – 4,8
- modulo di Young E_y	(Mpa)	= 1,8 – 4,5
- Q_c media statico	(Kg/cmq)	= 12 – 16 - 30
- Permeabilità K	(cm/sec)	= 10^{-10} – 10^{-11}
- Classificazione AGI		= poco-moderatamente consistente

d) Sabbie arenacee alluvionali

- peso di volume gamma γ	(t/mc)	= 1,80 – 1,90
- angolo di attrito ϕ'	(gradi)	= 30 – 32
- modulo compressibilità E_{ed}	(Mpa)	= 11,5 - 34,4
- modulo di Young E_y	(Mpa)	= 10 – 29,8
- densità relativa D_r	(%)	= 46 – 76
- Q_c media statico	(Kg/cmq)	= 77 – 229
- Permeabilità K	(cm/sec)	= 10^{-3} – 10^{-4}
- Classificazione AGI		= addensato

e) Substrato Pliocenico argillo - marnoso (Facies compatta)

- peso di volume gamma γ	(t/mc)	= 2,10 – 2,12
- Pocket Penetrometer P.P.	(Kg/cmq)	= 3,80 – 5,0
- umidità naturale W_n	(%)	= 15 - 20
- angolo di attrito ϕ'	(gradi)	= 25° – 27°
- Coesione drenata C'	(Kpa)	= 35 - 45
- Coesione non drenata C_u	(Kpa)	= 190 - 260
- Modulo Elastico E_y	(Mpa)	= 18 - 25
- Modulo Edometrico E_{ed}	(Mpa)	= 14 – 18
- Permeabilità K	(cm/sec)	= 10^{-11}
- Classificazione AGI		= molto consistente

MODELLO GEOTECNICO DALLE PROVE IN SITO

PROVA ... Nr.1

Committente: COMUNE DI MONTEPRANDONE	
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)	
Prova eseguita in data: 29/05/2023	
Profondità prova: 19.20 mt	
Località: VIA B. CROCE	

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm ²)	fs Media (kg/cm ²)	Peso unità di volume Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico prevalente	Descrizione
0.40	4.918	0.93	1.8	Incoerente	Riporto
3.80	26.819	1.53	1.9	Incoerente	Limo sabbioso liev. argilloso
7.60	24.667	1.07	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
13.80	13.697	0.66	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
18.80	16.065	0.96	1.95	Coesivo	limo argillo sabbioso
18.80	30.298	2.89	1.95	Coesivo	limo argillo sabbioso
19.20	76.926	14.80	2.0	Incoerente	Ghiaie limose

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (kg/cm ²)
Vs:	Vs (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.40	I	--	--	24.6	74.1	3.18	1.8	2.1	27.5	19.21	6.4	192.12
2	3.80	I	--	--	53.6	208.9	1.51	1.8	2.1	41.1	23.0	34.9	291.11
3	7.60	C	0.78	36.9	32.1	198.5	4.73	2.0	2.1	--	22.62	--	254.92
4	13.80	C	0.40	20.4	41.1	138.6	3.2	1.9	2.0	--	21.64	--	211.80
5	18.80	C	0.46	24.0	48.2	152.7	4.32	1.9	2.0	--	21.58	--	222.71
6	18.80	C	0.93	45.3	39.4	225.1	8.87	2.0	2.1	--	24.98	--	271.98
7	19.20	I	--	--	115.4	397.7	0.75	1.8	2.1	46.1	32	100.0	376.85

PROVA ... Nr.2

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm ²)	fs Media (kg/cm ²)	Peso unità di volume Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico prevalente	Descrizione
1.20	28.632	6.60	1.8	Incoerente	Riporto
3.40	21.577	1.48	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
7.00	31.18	1.40	1.9	Incoerente	limo sabbioso argilloso
10.00	15.143	0.60	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
15.00	12.299	0.45	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
18.80	14.156	1.58	1.95	Coesivo	limo argillo sabbioso
19.80	229.316	19.68	2.0	Incoerente	Ghiaie limose

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	1.20	I	--	--	57.3	217.4	5.55	1.8	2.1	60.5	20.5	37.2	295.81
2	3.40	C	0.7	32.4	28.1	182.9	4.12	1.9	1.9	--	22.32	--	244.39
3	7.00	I	--	--	62.4	229.0	0.69	1.8	2.1	32.0	25	40.5	302.05
4	10.00	C	0.45	22.8	45.4	147.3	3.21	1.8	1.9	--	21.76	--	218.60
5	15.00	C	0.35	18.3	36.9	129.7	2.92	1.7	1.8	--	21.51	--	204.74
6	18.80	C	0.40	21.3	42.5	141.4	3.73	1.8	1.8	--	21.49	--	214.01
7	19.80	I	--	--	344.0	775.1	2.13	1.8	2.1	76.5	32	298.1	492.48

4. TERRE E ROCCE DA SCAVO

la presente viene stilata in merito alla determinazione della classificazione delle terre da scavo e la gestione delle stesse ai sensi del nuovo regolamento **D.P.R. 13 giugno 2017, n°120** “Riordino e semplificazione della normativa delle terre e rocce da scavo con la soppressione del D.M. 10/08/2012 n. 161, Attuazione art. 8 DL 133/2014 e modifica art 184 bis D.L. 152/2006.

Il DPR 13/06/2017 n. 120 (entrato in vigore il 22/08/2017) ha come obiettivo il riordino e la semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

- alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o a AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti e infrastrutture;

- alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;
- all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;
- alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Gli adempimenti necessari ai fini della gestione delle terre e rocce da scavo variano a seconda della tipologia di cantiere ed i principali sono sinteticamente riportati nella allegata tabella riepilogativa seguente :

TABELLA RIEPILOGATIVA
degli adempimenti necessari ai fini della gestione delle terre e rocce

	Soggetti a VIA e/o AIA	Riferimento normativo (DPR 120/2017)	Dichiarazione sostitutiva ai sensi dell'art. 47, DPR 445/2000	Piano di Utilizzo	Caratterizzazione	Note
cantieri di piccole dimensioni (terre e rocce movimentate fino a 6000 m ³)	SI e NO	Artt. 20 e 21	Si secondo l'Allegato 6 al D.P.R.120/2017 e DAU (Allegato 8 al D.P.R.120/2017)	NO	Si (Tabella 4.1 – set analitico minimale da giustificare mediante adeguata documentazione in presenza di pressioni di natura antropica e nel caso in cui vi siano MATERIALI DI RIPORTO oltre alle precedenti analisi deve essere effettuato un test di cessione come da art.4 e circolare ministeriale 15786_RIN_10_11_2017	Alle Dichiarazioni va allegata esclusivamente copia della Carta di Identità e non altra documentazione (ad es. certificati analitici)
cantieri di grandi dimensioni (terre e rocce movimentate >6000 m ³)	NO	Art.22	Si secondo l'Allegato 6 al D.P.R.120/2017 e DAU (Allegato 8 al D.P.R.120/2017)	NO	Si (Tabella 4.1 – set analitico minimale da giustificare mediante adeguata documentazione in presenza di pressioni di natura antropica e nel caso in cui vi siano MATERIALI DI RIPORTO oltre alle precedenti analisi deve essere effettuato un test di cessione come da art.4 e circolare ministeriale 15786_RIN_10_11_2017	Alle Dichiarazioni va allegata esclusivamente copia della Carta di Identità e non altra documentazione (ad es. certificati analitici)
cantieri di grandi dimensioni (terre e rocce movimentate >6000 m ³)	SI	Artt. da 8 a 18	Il PdU di cui all'art. 9 del D.P.R. 120/2017 include anche la dichiarazione sostitutiva	SI redatto in conformità a quanto indicato nell'allegato 5 del DPR 120/2017	Allegati 1, 2 e 4 del D.P.R. 120/2017 e nel caso in cui vi siano MATERIALI DI RIPORTO oltre alle precedenti analisi deve essere effettuato un test di cessione come da art.4 e circolare ministeriale 15786_RIN_10_11_2017	
Riutilizzo in sito	NO	Art.24	NO	NO	Si (Tabella 4.1 – set analitico minimale da giustificare mediante adeguata documentazione in presenza di pressioni di natura antropica e nel caso in cui vi siano MATERIALI DI RIPORTO oltre alle precedenti analisi deve essere effettuato un test di cessione come da art.4 e circolare ministeriale 15786_RIN_10_11_2017	
Riutilizzo in sito	SI	Art.24	NO	Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti secondo l'art. 24	Si (Tabella 4.1 – set analitico minimale da giustificare mediante adeguata documentazione in presenza di pressioni di natura antropica e nel caso in cui vi siano MATERIALI DI RIPORTO oltre alle precedenti analisi deve essere effettuato un test di cessione come da art.4 e circolare ministeriale 15786_RIN_10_11_2017)	

Ciò per la gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184 -bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni (come quello in esame con volumi di scavo < 6000 mc), e per volumi > 6000 mc (cantieri di grandi dimensioni).

La dichiarazione di cui all'art. 21 del D.P.R. 120/2017 (Allegato 6) va trasmessa, obbligatoriamente al Comune e al Dipartimento provinciale ARPAM competente e preferibilmente anche ai Comuni e Dipartimenti ARPA provinciali del sito di

destinazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, mentre la Dichiarazione di avvenuto utilizzo (Allegato 8) va trasmessa agli stessi Enti entro il termine di validità del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'art. 21 (ovvero entro la data presunta di ultimazione attività di utilizzo di cui all'allegato 6).

- Dichiarazione di utilizzo di cui all'articolo 21 (allegato 6)
- Documento di trasporto di cui all'articolo 6 (Allegato 7)
- Dichiarazione di avvenuto utilizzo - D.A.U. di cui all'articolo 7 (Allegato 8)

Nel rispetto delle condizioni previste dal DPR 120/2017 le terre e rocce da scavo sono considerate sottoprodotti e sono escluse dal campo di applicazione dei rifiuti. Operare in difformità a quanto previsto dal D.P.R. 120/2017, incluso il mancato rispetto dei tempi di notifica, comporta, di norma, la cessazione da parte delle terre e rocce da scavo della qualifica di sottoprodotto. In questo caso la gestione delle terre e rocce da scavo rientra nell'ambito della normativa dei rifiuti, con conseguente applicazione del relativo regime sanzionatorio.

Per «terre e rocce da scavo» si intende il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra.

Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali : calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso; dovrà essere (solo nel caso in cui è previsto) pertanto stilato un elaborato progettuale a cura del progettista o il previsto Piano di utilizzo 90 gg. prima dell'inizio dei lavori con eventuale piano di campionamento, con analisi chimiche, procedure di accumuli ed individuazione dei depositi temporanei.

Le disposizioni si applicano alle terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di piccole dimensioni, come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera t), se, con riferimento ai requisiti ambientali di cui all'articolo 4, il produttore dimostra, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione, e che le terre e rocce da scavo non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale.

La sussistenza delle condizioni previste dall'articolo 4, è attestata dal produttore tramite una **dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di utilizzo (DAU)** resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la **trasmissione**, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, del modulo di cui all'allegato 6 **al Comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente**.

Nella dichiarazione con la sussistenza dei requisiti di sottoprodotto del materiale scavato, nonché di quelli di qualità e certificazione ambientale dopo l'esecuzione delle analisi chimiche previste il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione delle terre e rocce da scavo, salvo il caso in cui l'opera nella quale le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti sono destinate ad essere utilizzate, preveda un termine di esecuzione superiore.

La dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui al comma 1, assolve la funzione del piano di utilizzo di cui all'articolo 2, comma 1, lettera f).

Il set Analitico minimale previsto dalla Legge è il seguente :

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il presente regolamento si applica alla gestione dei materiali da scavo, **sono esclusi dall'ambito di applicazione del presente regolamento i rifiuti provenienti direttamente dall'esecuzione di interventi di demolizione di edifici o altri manufatti preesistenti**, la cui gestione è disciplinata ai sensi della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006.

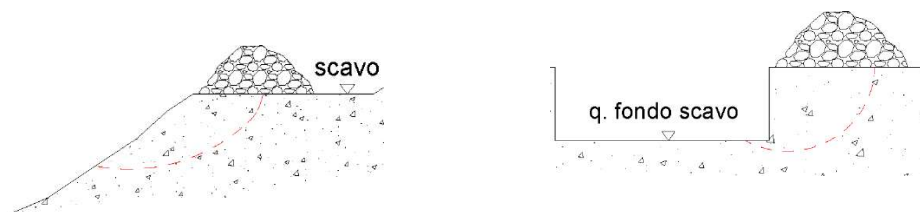
Le condizioni affinché tali materiali siano definibili sottoprodotti ricalcano quelle generali ex art. 184 – bis DLgs 152/06 ma vengono, qui, rese più specifiche e particolarmente stringenti sono:

- 1) Provenienza da un'opera la cui finalità non è la produzione di detto materiale;*
- 2) Essere utilizzati – senza ulteriori trattamenti – per scopi produttivi o riempimenti di cave secondo un cosiddetto elaborato progettuale / Piano di Utilizzo;*
- 3) Mostrare requisiti di alta qualità ambientale, comprovabili da apposite analisi.*

Oltre agli aspetti prettamente ambientali, si fa infine presente, che la gestione delle terre e rocce da scavo può creare nelle fasi di cantiere delle problematiche di pericolosità geologica per instabilità, da valutare ai sensi di quanto previsto dalle NTC

cap. 6.2.1 e 6.2.2, nel caso in cui si realizzino depositi temporanei di notevoli dimensioni (cumuli), in prossimità di scavi aperti o sul lato di valle di pendii (Figure seguenti).

Rappresentazione schematica dei casi in cui la realizzazione di cumuli può causare problemi di pericolosità geologica per instabilità.



Lo scavo previsto per la realizzazione delle opere in progetto è previsto parzialmente su riporti antropici e prevalentemente su suoli a base naturale (sottoprodotti) costituiti da limi argillosi-sabbiosi di coltre alluvionale, ghiaie alluvionali.

Categoria Merceologica : Terreno come rifiuto (Riporti)

Categoria Merceologica : Terreno come sottoprodotto e non rifiuto (terreno naturale)

Il sito di produzione delle terre è classificato urbanisticamente come :

- Area pubblica

L'area superiore ove è previsto lo scavo e da cui il materiale di scavo proviene non è stata interessata da attività o eventi di potenziale contaminazione (censite nel piano regionale di bonifica delle aree inquinate, presenti nel censimento dei piani provinciali di bonifica delle aree inquinate, interessate da abbandoni di rifiuti o serbatoi o cisterne interrato o idrocarburi o sostanze etichettate pericolose), il sito non è stato soggetto ad inquinamento delle acque di falda con concentrazioni superiori ai limiti di legge;

Pertanto il materiale da scavo dopo le opportune e necessarie valutazioni analitiche previste dalla legge in vigore, ed in riferimento e rispetto alle concentrazioni massime definite nelle colonna A della Tab. 1 – Allegato 5 – Titolo V D.L. 152/2006 e s.m.i. (set minimo di parametri come precedentemente indicato e previsto dalla Legge) potrà essere utilizzato solo parzialmente (terreno naturale) per reinterri, riempimenti,

rimodellazioni al di fuori del cantiere in oggetto.

Destinazione degli scavi :

Da progetto il materiale di scavo, qualora idoneo, verrà riutilizzato per rinterri e livellamenti al di fuori del lotto in esame.

- Il materiale sarà impiegato direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti dal progetto esecutivo (Progetto o S.C.I.A. Comunale);
- Sin dalla fase della produzione vi è certezza dell'integrale utilizzo ed esso è tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- Sarà garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- E' accertato che il materiale non proviene da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.L. 152/2006;
- Tra i materiali non considerati rifiuti ma sottoprodotti ai sensi del D. Leg.vo 152/2006 (Codice dell'Ambiente), e dunque non rientranti nel campo di applicazione della parte IV del medesimo decreto, sono quindi inclusi il suolo non contaminato ed ogni altro materiale allo stato naturale scavato nel corso di attività di costruzioni e destinato ad essere riutilizzato.
- **Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche presumibili sono tali che il loro impiego nel sito prescelto non determina rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avviene nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette.**

- **Esso risulta quindi (nel caso di ottemperanza di legge) compatibile ai sensi della normativa vigente come sottoprodotto;**

5. REALIZZAZIONE INTERVENTO EDILIZIO - CONSIDERAZIONI GENERALI TECNICHE - PARAMETRI ORIENTATIVI SU OPERE FONDALI

Sulla base dei dati ricavati dalle indagini ed analisi precedentemente indicate è emersa l'idoneità del sito per la realizzazione del nuovo plesso in progetto trattandosi di sito stabile dal punto di vista geomorfologico.

La presenza nel sedime studiato di litotipi di terreno vegetale e sottostanti potenti limi alluvionali prevalentemente fini e compressibili sabbiosi-argillosi sino a circa – 23,0 mt. dal p.c. con caratteristiche geotecniche intrinseche certamente non elevate, la presenza di sabbie arenacee sino a circa – 26,0 mt. attuale dal p.c. ed in sequenza sottostante del substrato Pliocenico compatto argillo-marnoso che offre buone caratteristiche geomeccaniche, con scarsa-nulla compressibilità e buon grado di addensamento, consigliano comunque un approccio prudenziale, comunque in relazione alla tipologia da realizzare.

In effetti la notevole profondità del substrato Pliocenico comunque dalle ottime caratteristiche geomeccaniche e la mancanza superiore di livelli rigidi e scarsamente compressibili conduce ad elevati costi nel caso di scelta di opere fondali profonde ivi intestate; in tali casi si potrebbe optare (a discrezione dello strutturista ed in relazione ai carichi relativi ed alla tipologia di progetto) per Opere fondali superficiali molto rigide, capaci di reagire a differenti reazioni di contatto ed a cedimenti differenziali pur sempre possibili in tali terreni, anche per eventuali effetti climatici, con carichi molto limitati ed estensioni non elevate di impronta.

Per la scelta della sede fondale, considerando comunque una struttura leggera con telaio in legno come previsto dal progetto (di scelta e competenza dell'Ingegnere strutturista calcolatore), si potrebbero eseguire :

OPERE FONDALI DIRETTE A PLATEA RIGIDA NERVATA (lunghezze max. circa 35 mt. eventualmente provvedendo a giunti tecnici) INTESTATE SUI LIMI SABBIOSI-ARGILLOSI ALLUVIONALI A QUOTE MINIME DI CIRCA 1,0 – 1,20 MT. DAL P.C. ATTUALE CON CARICHI LIMITATI DELL'ORDINE MAX. DI 4 – 5 T/MQ o in alternativa PLATEA RIGIDA PILATA con pali sospesi dediti alla limitazione dei cedimenti (nel caso di cedimenti inammissibili)

Sarà cura dello strutturista e della proprietà operare una scelta legata anche al rapporto costi/benefici ed alle garanzie prodotte dall'intervento.

Si allega in appendice una verifica orientativa della portanza e cedimenti di una platea rigida con verifica geotecnica eseguita sia in termini di sforzi efficaci che totali.

I relativi valori di resistenza di progetto delle opere fondali future andranno comunque riverificati nella Relazione Geotecnica dell'Ingegnere strutturista con il soddisfacimento l'equazione di equilibrio finale : $E_d \leq R_d$ e la verifica dei cedimenti ammissibili dalla struttura.

L'Ingegnere strutturista dovrà quindi valutare nella Relazione Geotecnica la compatibilità dei carichi reali della struttura con la resistenza di progetto ed i relativi cedimenti conseguenti, nonché valutare in sede di scavo insieme alla D.L. la rispondenza delle valutazioni geologiche acquisite dai sondaggi eseguiti in maniera puntuale, in tutti i punti di impronta ed imposta fondale, valutando eventuali modifiche in corso d'opera.

6. COMPATIBILITA' ED INVARIANZA IDRAULICA (L.R. 22 del 23/11/2011- DRG. 53 del 27/01/2014)

Il sito è stato valutato dal punto di vista del rischio idraulico, visualizzando le cartografie ufficiali della Regione Marche (PAI) – IFFI-Idrogeo e le banche dati dei fenomeni esondativi (AVI).

L'area non risulta sia stata interessata da fenomenologie di esondazione precedenti; nel sito

non sono presenti Fossi o reti idriche significative nell'immediato contorno (il sito è posto a oltre 1430 mt. dal Fiume Tronto con un dislivello dal bordo d'alveo di circa 7 mt.); **la cartografia PAI vigente allegata in appendice presenta segnali di perimetrazione a rischio moderato E1 interferenti con l'opera (piene con tempi di ritorno di circa 500 anni) e pericolosità bassa, ma non prevede nelle sue NTA prescrizioni particolari (vedi note e cartografia allegate precedentemente).**

La previsione progettuale non prevede piani interrati e contestualmente prevede un innalzamento dei piani di imposta della nuova struttura di circa + 0,80 mt. dal p.c. attuale; ciò costituisce un'importante mitigazione idraulica nonostante l'assenza di prescrizioni inerenti il PAI vigente nella'area.

Pertanto sulla base dei dati bibliografici-idrografici e storici e delle cartografie consultate ed allegate, nonché delle distanze e dislivelli riscontrati e della mitigazione idraulica prevista, la verifica di compatibilità idraulica risulterebbe soddisfatta.

Le sagome previste dagli interventi aggiuntivi di progetto rispetto all'esistente modificano solo parzialmente la permeabilità esistente in quanto attualmente sul lotto risulta già edificato il blocco scolastico contrassegnato con la lettera B.

Sulla base delle superfici da impermeabilizzare future rispetto alla situazione attuale, sarà prevista la verifica di invarianza idraulica dell'intervento ai sensi del DGR 53/2014.

7. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA HVSr e MASW – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO - PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE – PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO – RISCHIO LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI

7.1 INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA HVSr

E' stata eseguita nel sito studiato dapprima un'Indagine tecnica mediante Sismica HVSr, con n. 3 acquisizioni utilizzate anche per la definizione del Vs (eq) secondo le Direttive

del D.M. del 17 gennaio 2018, NTC 2018 e quindi per una definizione maggiormente corretta della categoria di suolo.

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre, si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte da terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

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.

Nel tragitto dalla sorgente al sito le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni; questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSr che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

La tecnica HVSR, (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica non invasiva che attraverso la misura del “rumore sismico”, ovunque presente sulla superficie terrestre, fornisce dati sulle frequenze caratteristiche del sito investigato.

Tale metodologia, essendo una misurazione sismica passiva, non richiede la produzione di impulsi generati ad hoc come nel caso di sismica attiva.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza, cioè per strato si intende un sismostrato cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito.

La tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, alcuni scienziati, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) ottiene risultati di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di “doppia risonanza” estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

In effetti la situazione maggiormente pericolosa per le strutture è la coincidenza di

risonanza tra terreno e struttura, espressa dalla relazione seguente :

frequenza fondamentale edificio = frequenza fondamentale del terreno di copertura

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione come

: **frequenza fondamentale edificio = 10 Hz / n° piani**

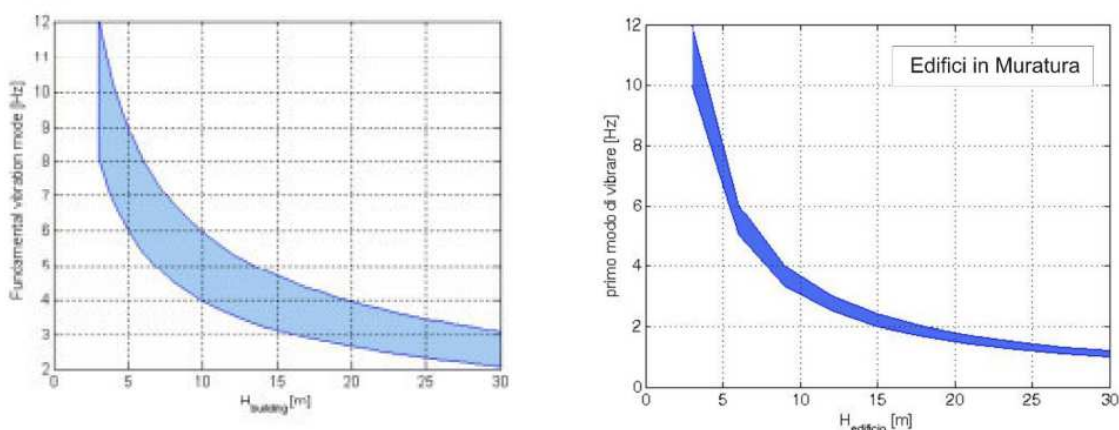


Fig. 7 - Relazione tra altezza e frequenze di vibrazione in edifici in c.a. ed in muratura

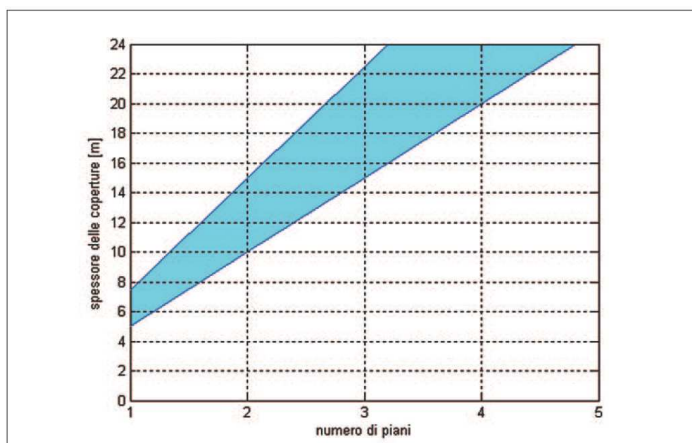


Figura 8 - La fascia azzurra del grafico illustra la relazione tra il numero di piani dell'edificio e lo spessore delle coperture nel sito dell'edificio stesso per cui, per una zona con V_s caratteristiche delle coperture di 200-300 m/s, sarebbero possibili fenomeni di doppia risonanza.

Rapporto grafico tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato : la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza

La frequenza di risonanza nell'intervallo di interesse ingegneristico (0-30 Hz) del sito dalle misurazioni effettuate è risultata :

1.40 ± 0.33 Hz per Hvsr1
1.38 ± 0.08 Hz per Hvsr2
0.31 ± 0.58 Hz per Hvsr3

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale che rappresenta la nuova generazione di strumenti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento utilizzato racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz., i dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o Metodo di Nakamura) consente quindi di valutare la frequenza fondamentale di risonanza dei terreni e delle strutture cioè di valutare alcune caratteristiche di depositi sedimentari (suoli), è una tecnica non invasiva che opportunamente tarata, mediante dei processi di inversione consente di definire la categoria di suolo di fondazione.

Se si considera la struttura geologica tipica di un deposito sedimentario, si vede come il tremore registrato in superficie si possa considerare come composto da onde superficiali e da onde di volume.

Tali onde verranno modificate dall'azione filtrante dello strato soffice. Si possono definire due spettri relativi alle misure del moto superficiale orizzontale (Hf) e verticale (Vf); tali spettri sono legati agli spettri delle onde di volume e di quelle di superficie dalle seguenti formule : $Hf = A_h \times H_b + H_s$ $Vf = A_v \times V_b + V_s$

dove A_h e A_v sono i fattori di amplificazione del moto orizzontale e verticale delle onde di volume; H_b e V_b sono gli spettri orizzontale e verticale del moto nel bedrock e H_s e V_s sono gli spettri del moto orizzontale e verticale delle onde di superficie.

SCUOLA MONTEPRANDONE (AP) - VIA B. CROCE - HVSR1



Instrument: TRZ-0119/01-10

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 29/05/2023 08:49:12 End recording: 29/05/2023 09:09:12

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

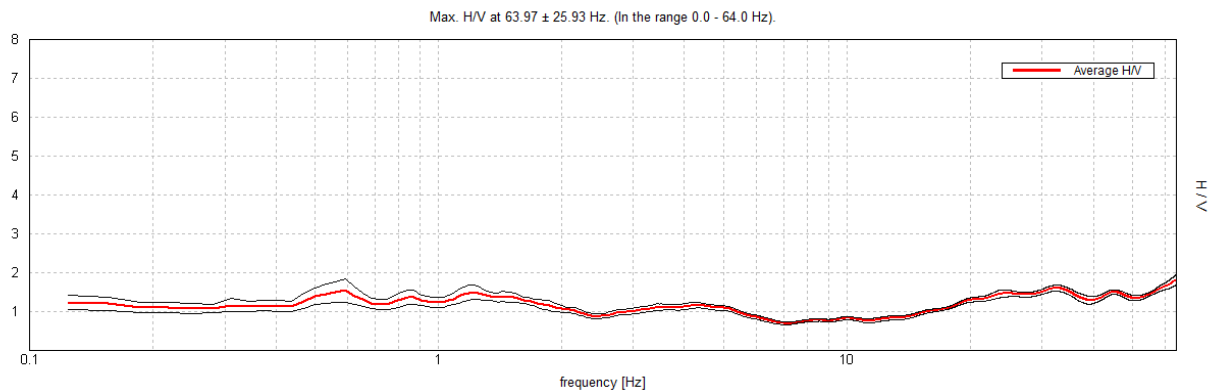
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

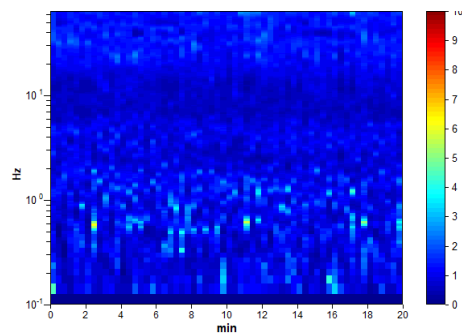
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

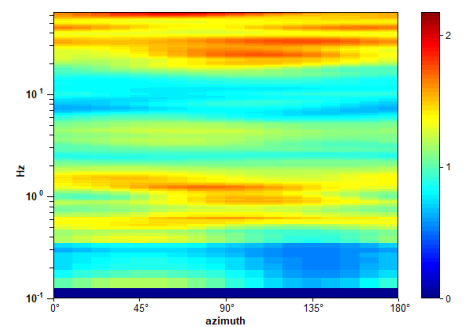
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



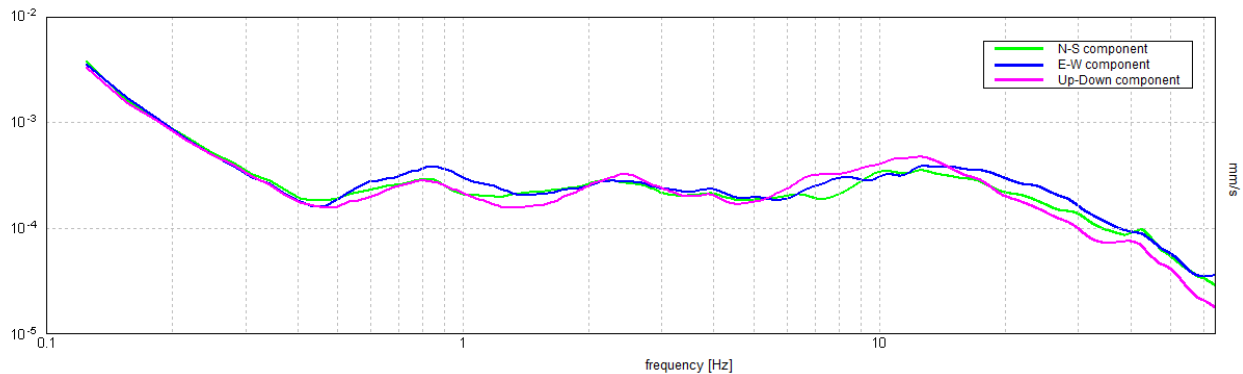
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 63.97 ± 25.93 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$63.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$76762.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1025 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.83 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.4054 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$25.93312 < 3.19844$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1312 < 1.58$	OK	
L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^-	window length number of windows used in the analysis number of significant cycles current frequency H/V peak frequency standard deviation of H/V peak frequency threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ H/V peak amplitude at frequency f_0 H/V curve amplitude at frequency f frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$		

$f +$ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f +) < A_0/2$ standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SCUOLA MONTEPRANDONE (AP) - VIA B. CROCE - HVSR2



Instrument: TRZ-0119/01-10

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 29/05/2023 09:45:56 End recording: 29/05/2023 10:05:56

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

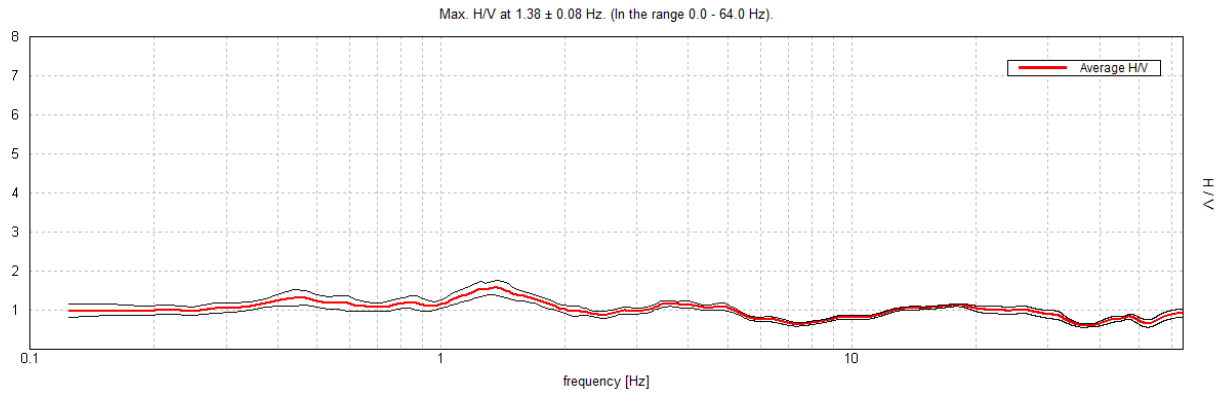
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

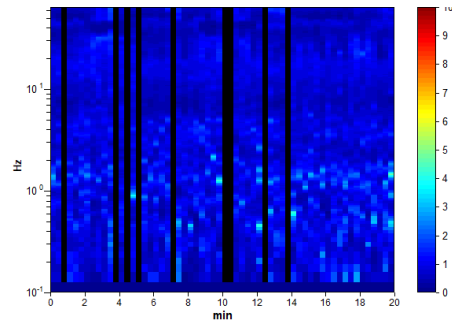
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

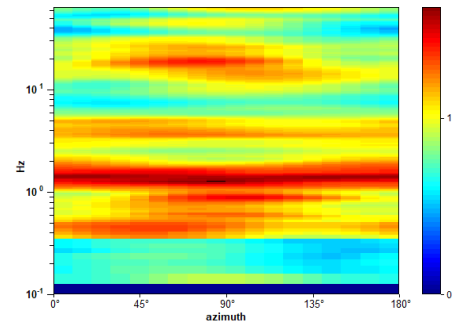
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



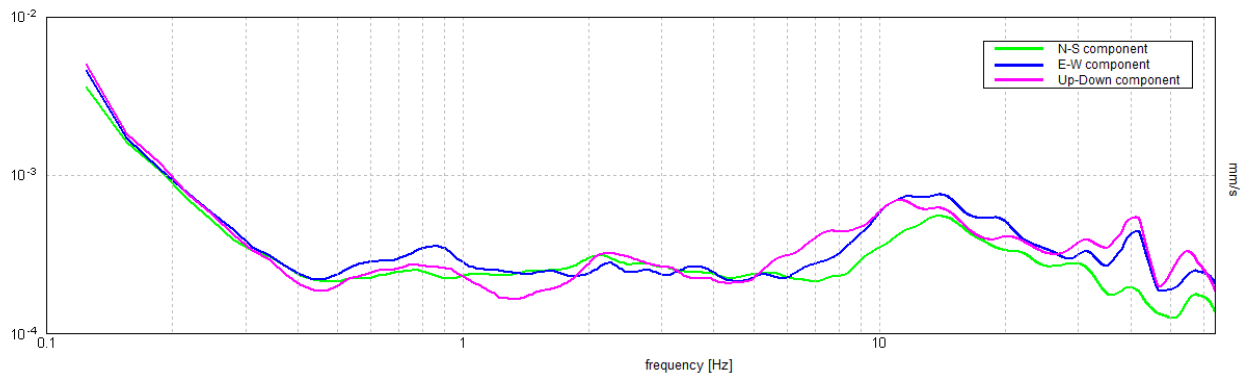
H/V TIME HISTORY



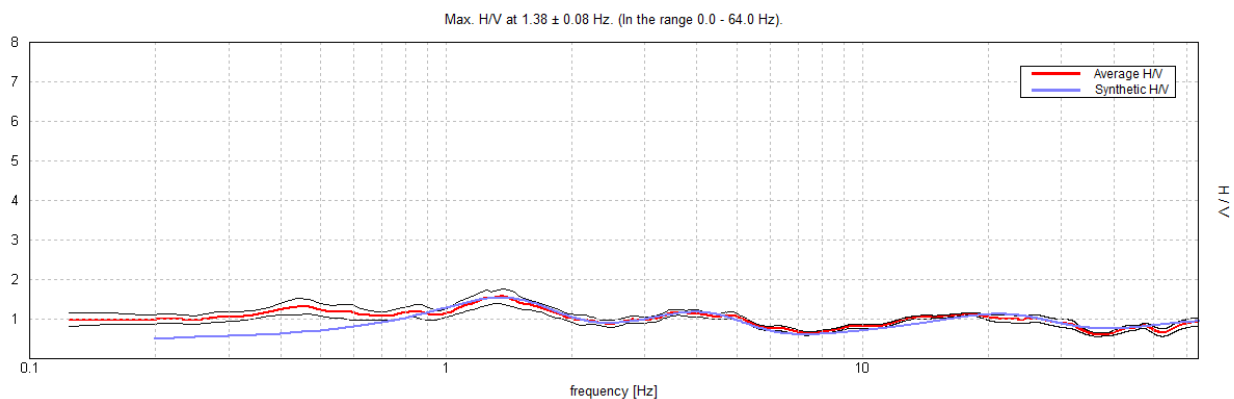
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

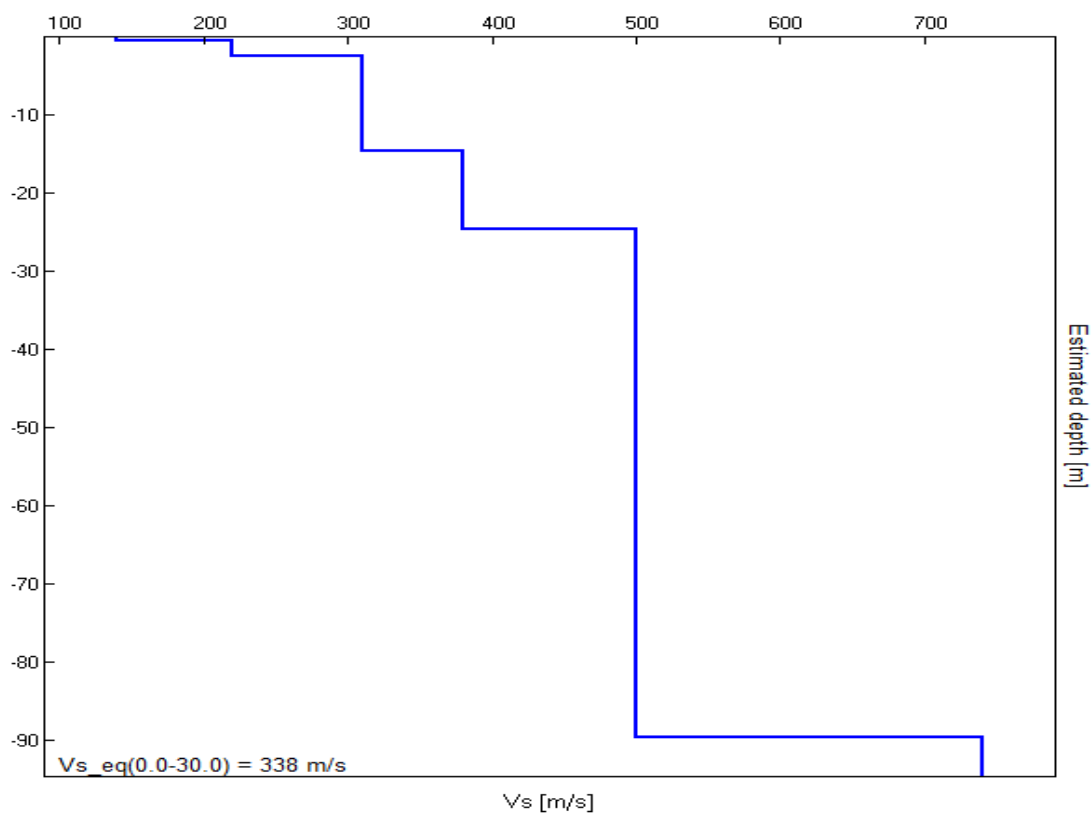


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	140	0.42
2.50	2.00	220	0.42
14.50	12.00	310	0.42
24.50	10.00	380	0.42
89.50	65.00	500	0.42
inf.	inf.	740	0.42

Vs_eq(0.0-30.0) = 338 m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 1.38 ± 0.08 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).					
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]					
$f_0 > 10 / L_w$	1.38 > 0.50	OK			
$n_c(f_0) > 200$	1402.5 > 200	OK			
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 67 times	OK			
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]					
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$					
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$					
$A_0 > 2$	1.58 > 2		NO		
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05937 < 0.05$		NO		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08163 < 0.1375	OK			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1885 < 1.78	OK			
<div><div>L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$</div><div>window length number of windows used in the analysis number of significant cycles current frequency H/V peak frequency standard deviation of H/V peak frequency threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ H/V peak amplitude at frequency f_0 H/V curve amplitude at frequency f frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$</div></div>					
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SCUOLA MONTEPRANDONE (AP) - VIA B. CROCE - HVSR3



Instrument: TRZ-0119/01-10

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 29/05/2023 10:48:43 End recording: 29/05/2023 11:08:43

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 90% trace (manual window selection)

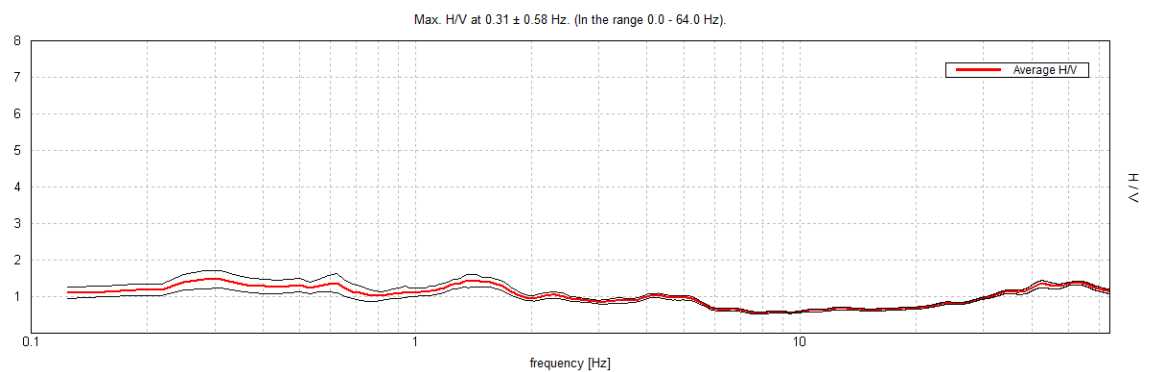
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

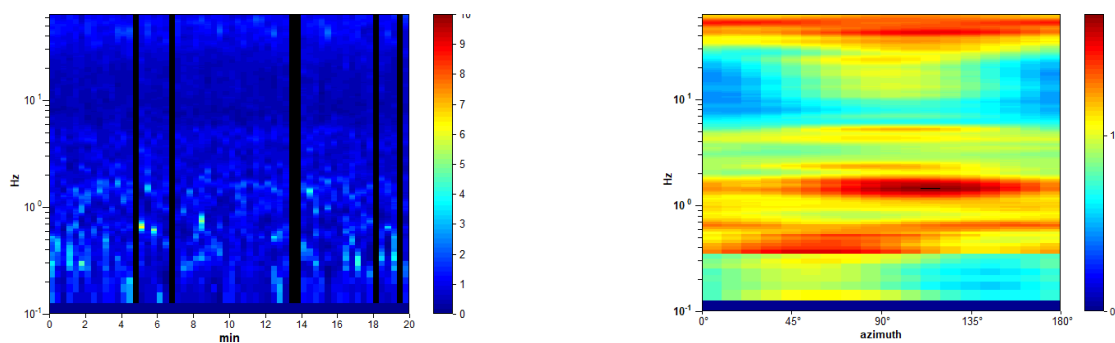
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

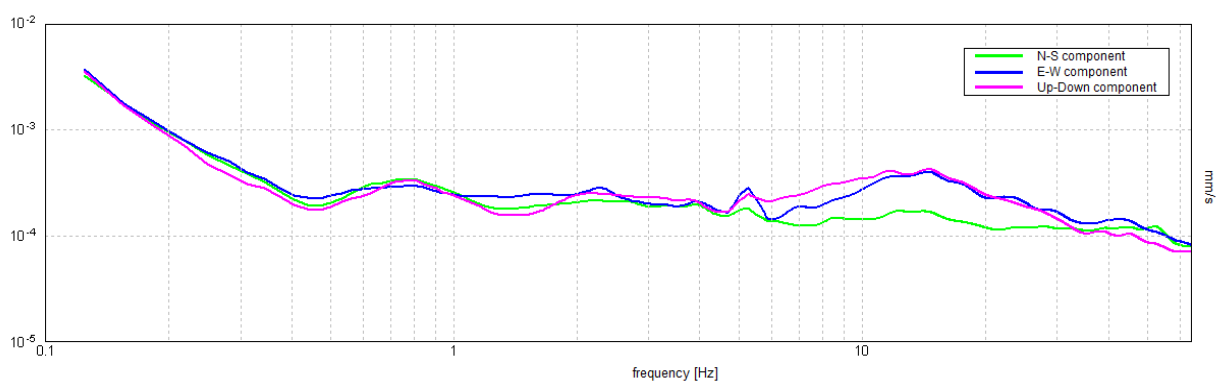


H/V TIME HISTORY

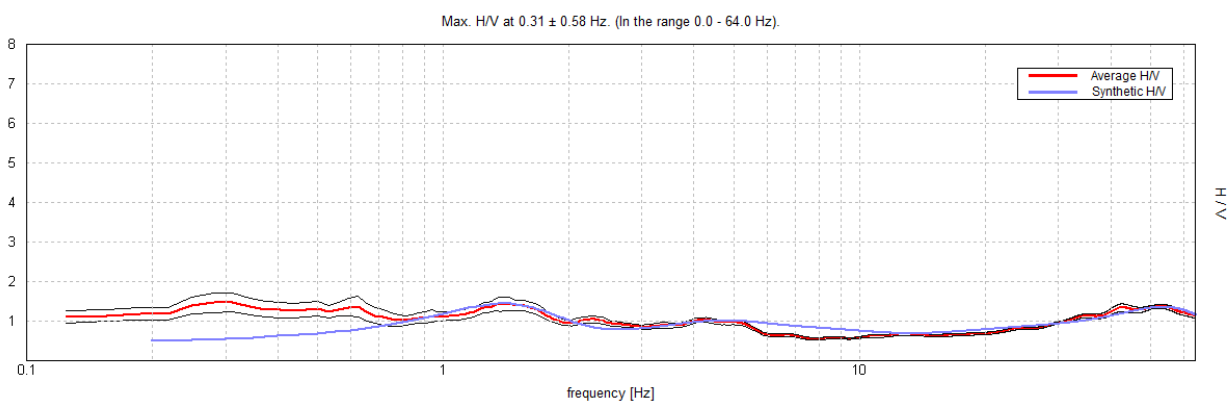
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

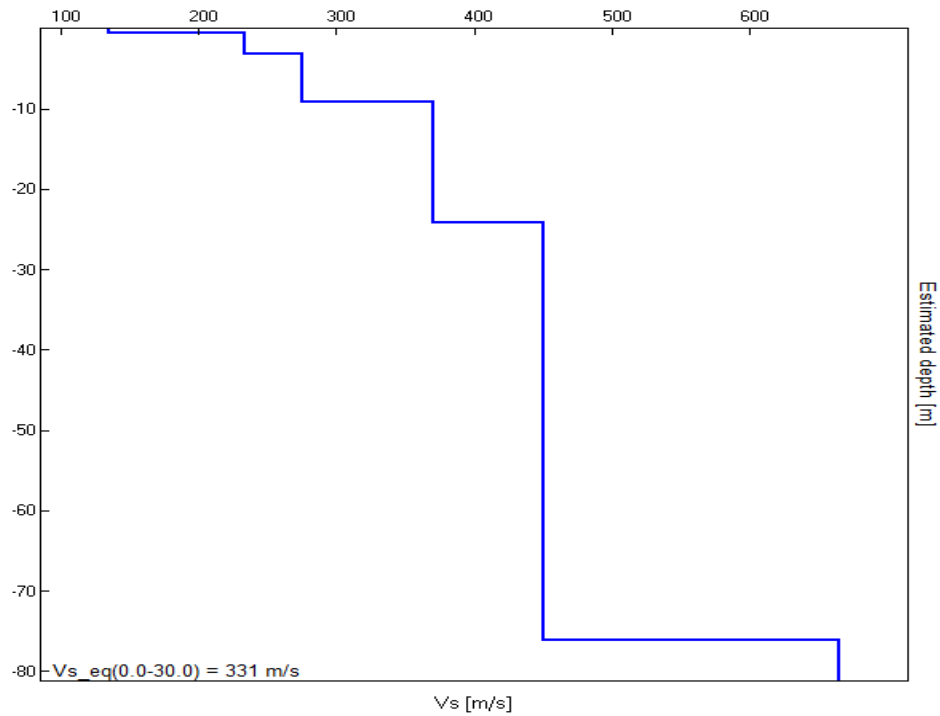


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	135	0.42
3.10	2.50	233	0.42
9.10	6.00	275	0.42
24.10	15.00	370	0.42
76.10	52.00	450	0.42
inf.	inf.	665	0.42

Vs_eq (0.0-30.0) = 331 m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 0.31 ± 0.58 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$337.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 16 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.48 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.86279 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.58212 < 0.0625$		NO

$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		0.2389 < 2.5		OK	
L_w	window length				
n_w	number of windows used in the analysis				
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles				
f	current frequency				
f_0	H/V peak frequency				
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency				
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0				
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f				
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve				
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

7.2 INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA 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:

$$v = \lambda \times v$$

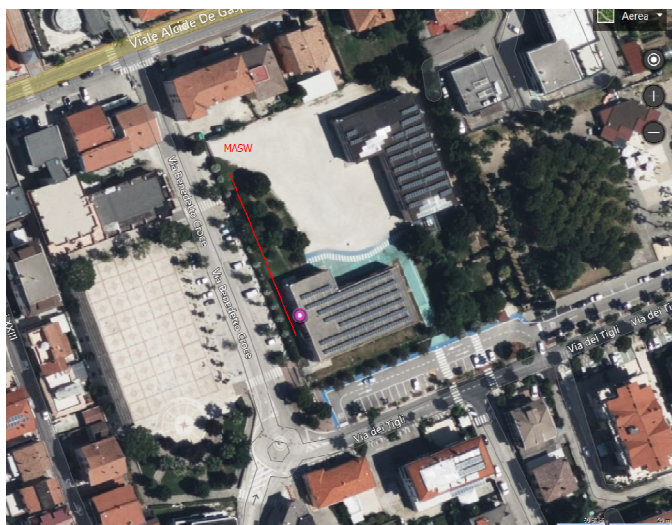
Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

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.

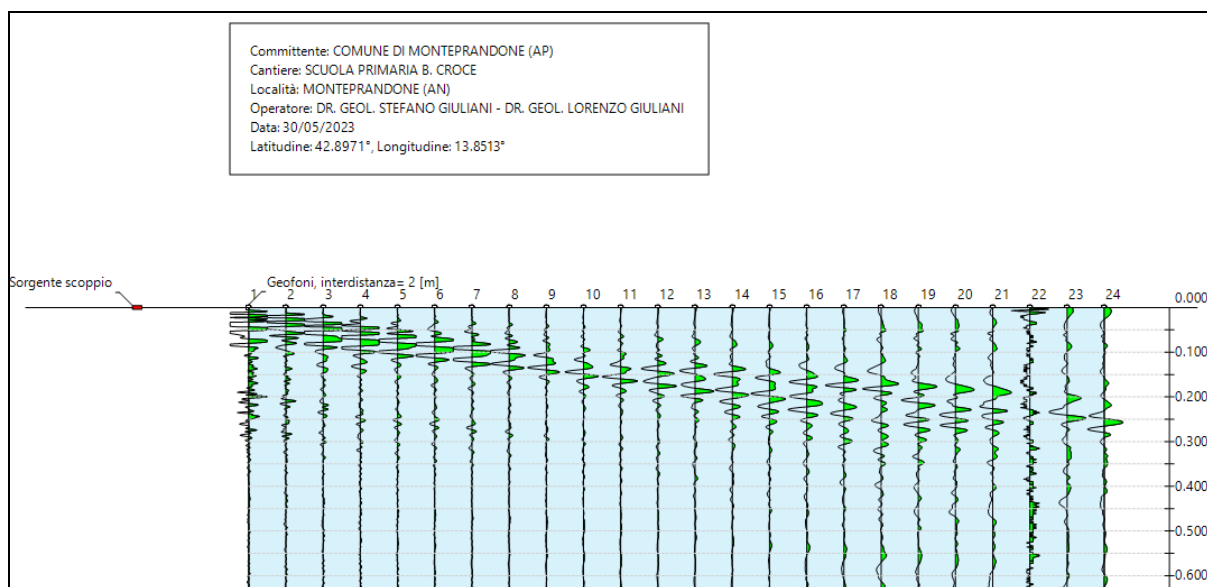
ACQUISIZIONE GEOFISICA MASW

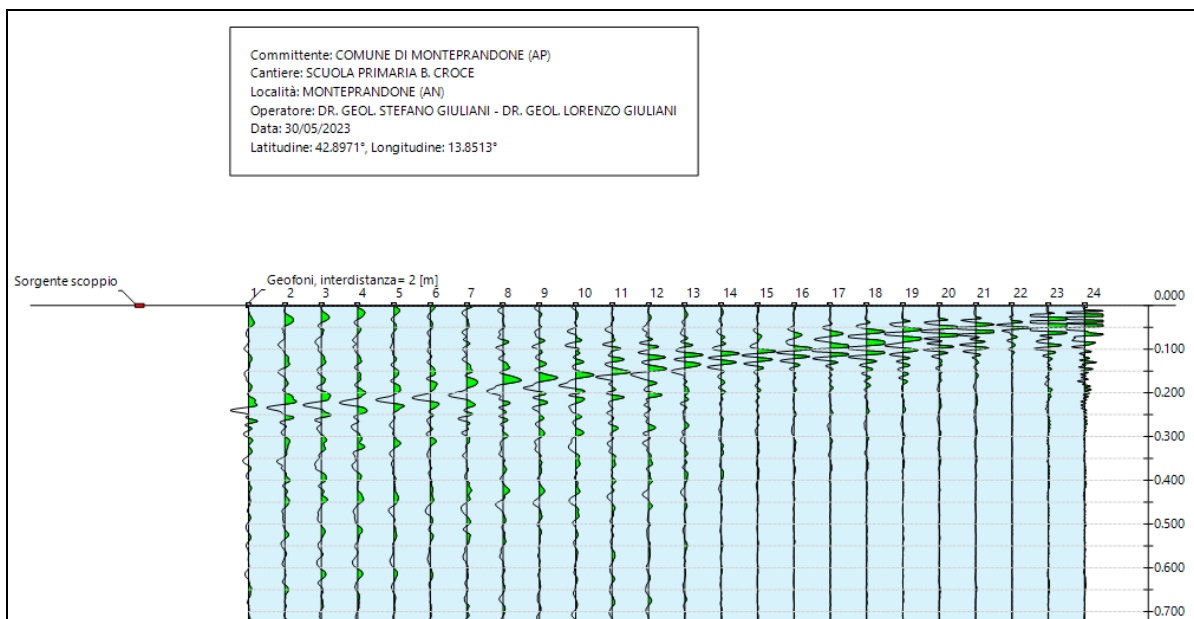
Dati generali

Committente	COMUNE DI MONTEPRANDONE (AP)
Cantiere	SCUOLA PRIMARIA B. CROCE
Località	MONTEPRANDONE (AN)
Operatore	DR. GEOL. STEFANO GIULIANI - DR. GEOL. LORENZO GIULIANI
Data	30/05/2023 11:54
Latitudine	42.8971
Longitudine	13.8513

Tracce

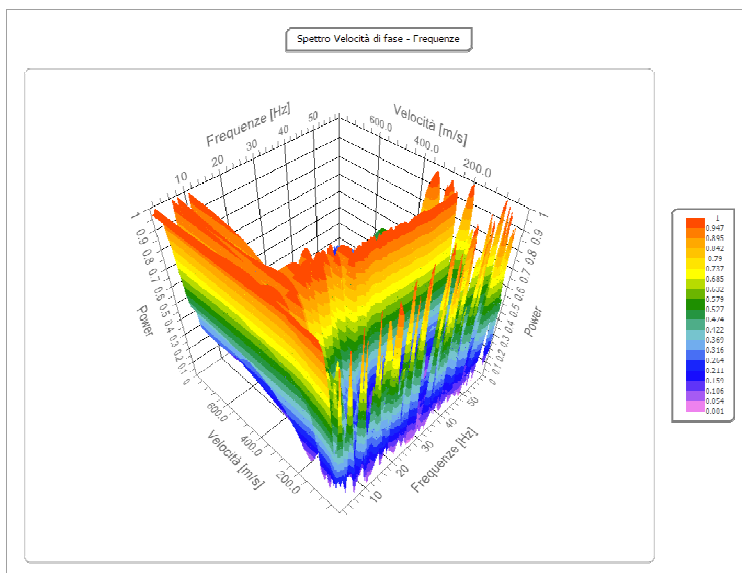
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00





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



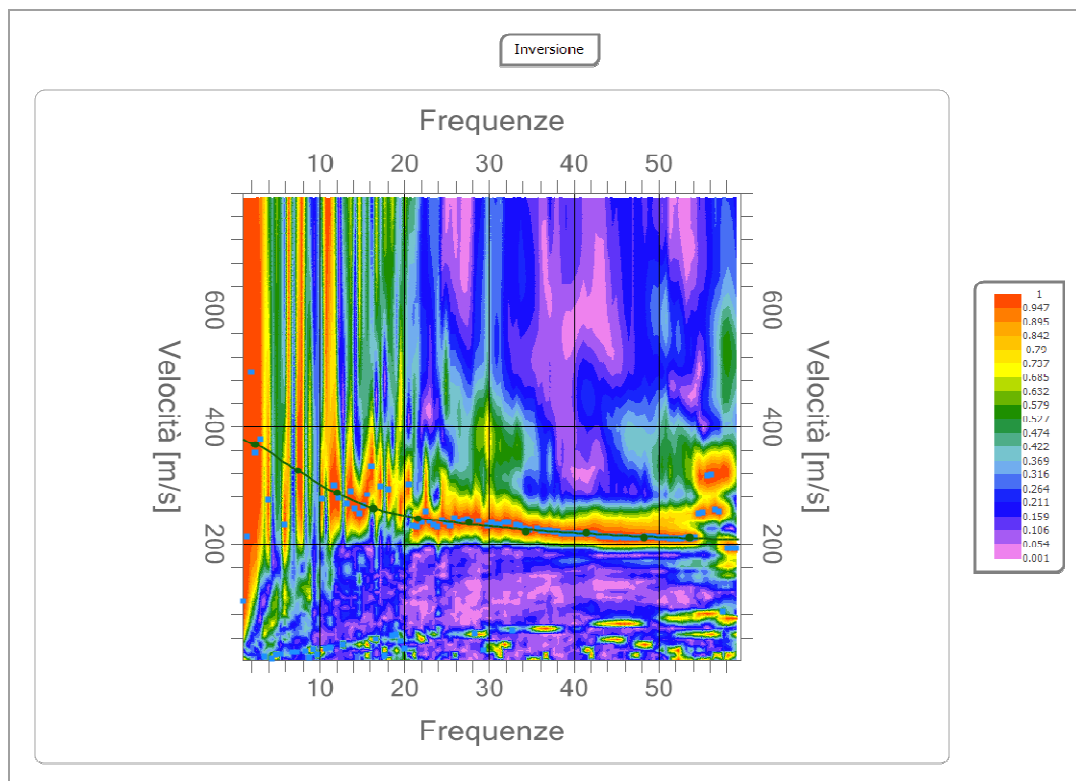
Curva di dispersione

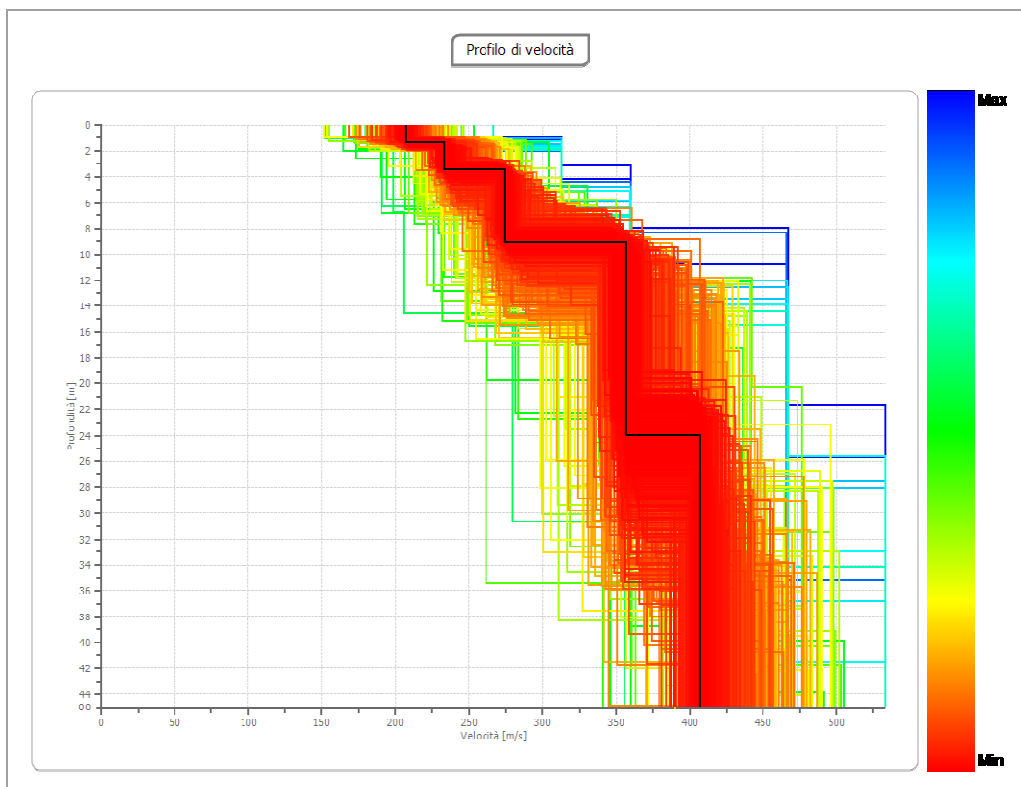
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2.5	369.9	0
2	7.4	325.2	0
3	12.0	287.2	0
4	16.4	260.7	0
5	21.6	242.5	0
6	27.6	235.9	0
7	34.4	221.0	0
8	41.4	219.4	0
9	48.3	211.1	0
10	53.7	211.1	0

Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.38	1.38	1800.0	0.42	No	557.6	207.1
2		3.43	2.05	1800.0	0.42	No	627.4	233.0
3		9.09	5.66	1800.0	0.42	No	738.4	274.2
4		23.95	14.86	1800.0	0.42	No	961.1	356.9
5		oo	oo	1800.0	0.45	No	1351.1	407.4

Percentuale di errore	0.004 %
Fattore di disadattamento della soluzione	0.008




Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	324.01
Categoria del suolo	C

Altri parametri geotecnici dinamici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.38	1.38	207.09	557.59	1800.0	0.42	77.19	559.64	456.72	219.22	N/A	905.86
2	3.43	2.05	233.01	627.41	1900.0	0.42	97.73	708.55	578.24	277.56	N/A	1638.7
3	9.09	5.66	274.23	738.38	1900.0	0.42	135.36	981.36	800.88	384.42	N/A	3714.6
4	23.95	14.86	356.94	961.08	1900.0	0.42	229.33	1662.6	1356.8	651.29	N/A	N/A
5	oo	oo	407.38	1351.1	2000.0	0.45	298.72	3285.9	2887.6	866.30	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

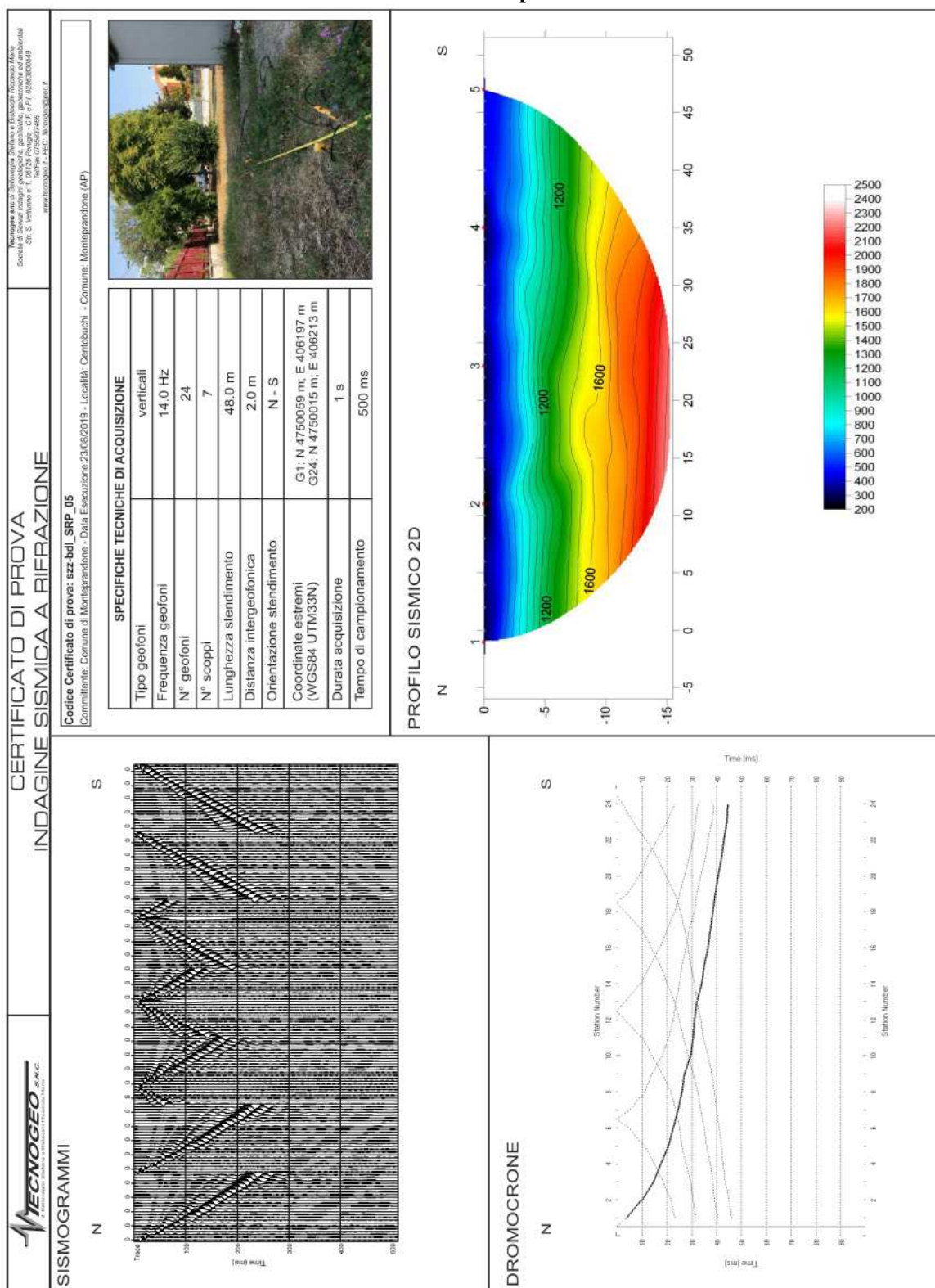
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Masw ulteriore del sito reperita

Sismica a Rifrazione del sito reperita



Risultati Prove Sismiche:

Hvsr 2 = 338 m/s
Hvsr 3 = 331 m/s
Masw1 = 324,01 m/s
Masw2 = 351 m/s

Categoria di sottosuolo (NTC 2018) :

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 un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

Categoria topografica (NTC 2018) : T1 =1,0 (pendenza media pendio a valle < 15 °)

RISCHIO LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI

Per quanto riguarda il **Rischio liquefazione dei depositi incoerenti**, nel sito è presente una falda acquifera a quota rilevata di circa 7,70 mt. dal p.c. attuale entro il livello alluvionale limoso argilloso-sabbioso e contenuta dal substrato argilloso marnoso sottostante ed assente entro il livello sabbioso-argilloso superiore.

NTC 2018 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

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

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

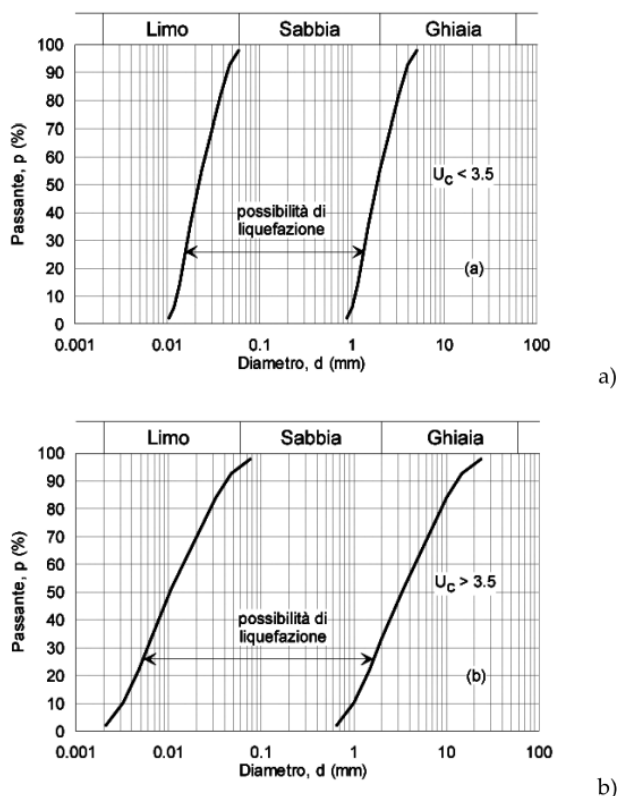


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Per quanto riguarda i livelli limosi sabbiosi argillosi superiori la liquefazione risulta impossibilitata per l'assenza di falda acquifera.

Per quanto riguarda il banco dei livelli limosi argillosi-sabbiosi inferiori essi risultano con composizione granulometrica generale sicuramente esterna ai fusi granulometrici suscettibili di liquefazione (punto 4 delle condizioni di esclusione) come può essere anche visualizzato dalle classificazioni litologiche Schmertmann 1978 allegate in appendice e relative alle prove Cpt in sito.

Verifiche eseguite sui livelli prevalentemente incoerenti hanno condotto a risultati di

$F_s > 1,25$ (terreno considerato non liquefacibile)

Prova Cpt n. 1 - Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.25

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazi one	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Robertso	1.812

						n & Wride 1997	
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		2.902
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		8.51

Prova Cpt n. 2 - Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.25

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Robertson & Wride 1997	2.887
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		1.751
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		88.646

Per quanto riguarda il livello sabbioso sottostante la profondità di posizione > 23 mt. dal p.c. rende impossibile la liquefazione del deposito, sormontato da terreni non liquefacibili pertanto si è in sicurezza rispetto al rischio liquefazione dei depositi presenti ai sensi delle NTC 2018.

Parametri sismici NTC 2018

Tipo di elaborazione : Fondazioni

Sito in esame

latitudine: 42,898050
 longitudine: 13,852325
 Classe: 3 (affollamento significativo)
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 24092	Lat: 42,8845	Lon: 13,8313	Distanza: 2283,292
Sito 2	ID: 24093	Lat: 42,8843	Lon: 13,8995	Distanza: 4138,144
Sito 3	ID: 23871	Lat: 42,9343	Lon: 13,8998	Distanza: 5582,746
Sito 4	ID: 23870	Lat: 42,9345	Lon: 13,8316	Distanza: 4389,602

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 75anni
 Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 45 [anni]
 ag: 0,061 g

Fo:	2,458	
Tc*:	0,289	[s]

Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0,078	g
Fo:	2,441	
Tc*:	0,304	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,209	g
Fo:	2,455	
Tc*:	0,335	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,272	g
Fo:	2,470	
Tc*:	0,342	[s]

Coefficienti Sismici Fondazioni

SLO:	
Ss:	1,500
Cc:	1,580
St:	1,000
Kh:	0,018
Kv:	0,009
Amax:	0,904
Beta:	0,200

SLD:	
Ss:	1,500
Cc:	1,560
St:	1,000
Kh:	0,023
Kv:	0,012
Amax:	1,145
Beta:	0,200

SLV:	
Ss:	1,390
Cc:	1,510
St:	1,000
Kh:	0,081
Kv:	0,041
Amax:	2,843
Beta:	0,280

SLC:	
Ss:	1,300
Cc:	1,500
St:	1,000

Kh: 0,099
Kv: 0,050
Amax: 3,470
Beta: 0,280

Le coordinate espresse sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 42.897093

longitudine: 13.851415

DOVE:

ag = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

Amax = accelerazione orizzontale massima attesa dal sito = $S_s \cdot S_t \cdot (a_g \cdot 9,80665 \text{ m/s}^2)$

Beta = coefficiente di riduzione dell'amplificazione massima attesa dal sito dipendente dalla categoria del suolo e dall'amplificazione massima attesa

Kh = coefficiente di spinta sismica nella direzione orizzontale

Kv = coefficiente di spinta sismica nella direzione verticale

Periodo di riferimento, Probabilità di superamento = associato alla SL considerato

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Tc = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = $C_c \cdot T_c$

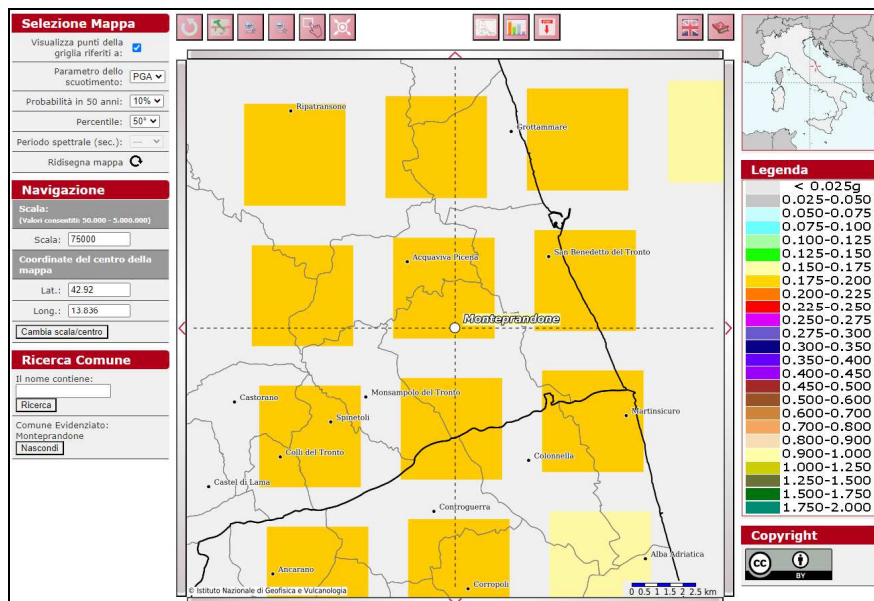
Tb = periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro = $T_c/3$

Cc = coefficiente in funzione della categoria di sottosuolo

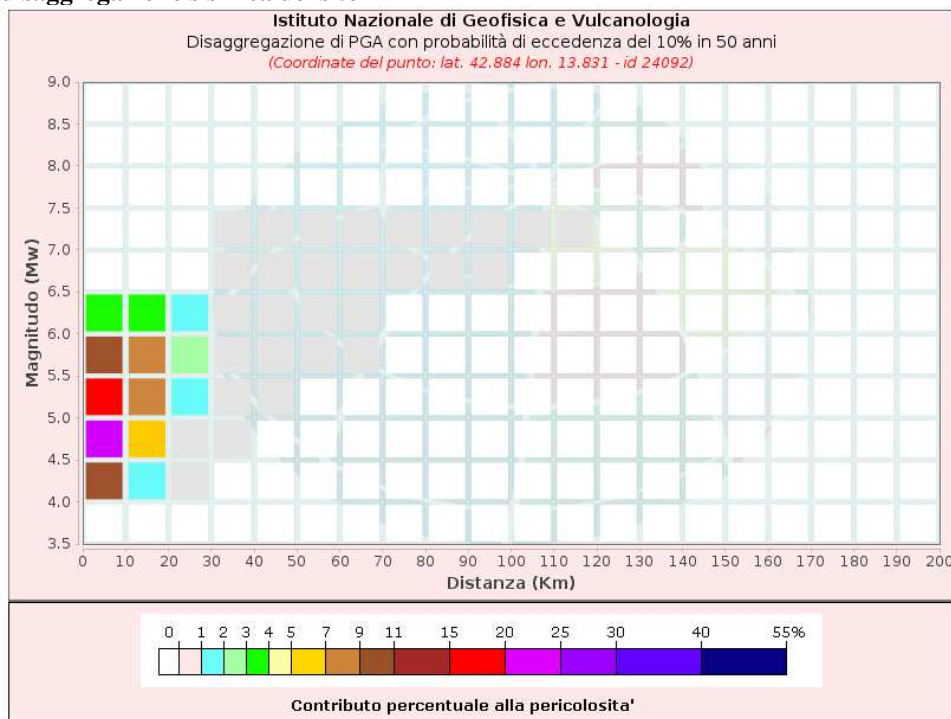
8. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, desunta dalle analisi dell'INGV indica che il territorio comunale di Monteprandone (Ap) rientra nella fascia contraddistinta da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.175 e 0.200 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a g con probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

Pericolosità sismica del sito $a_g = 0,175 - 0,200$

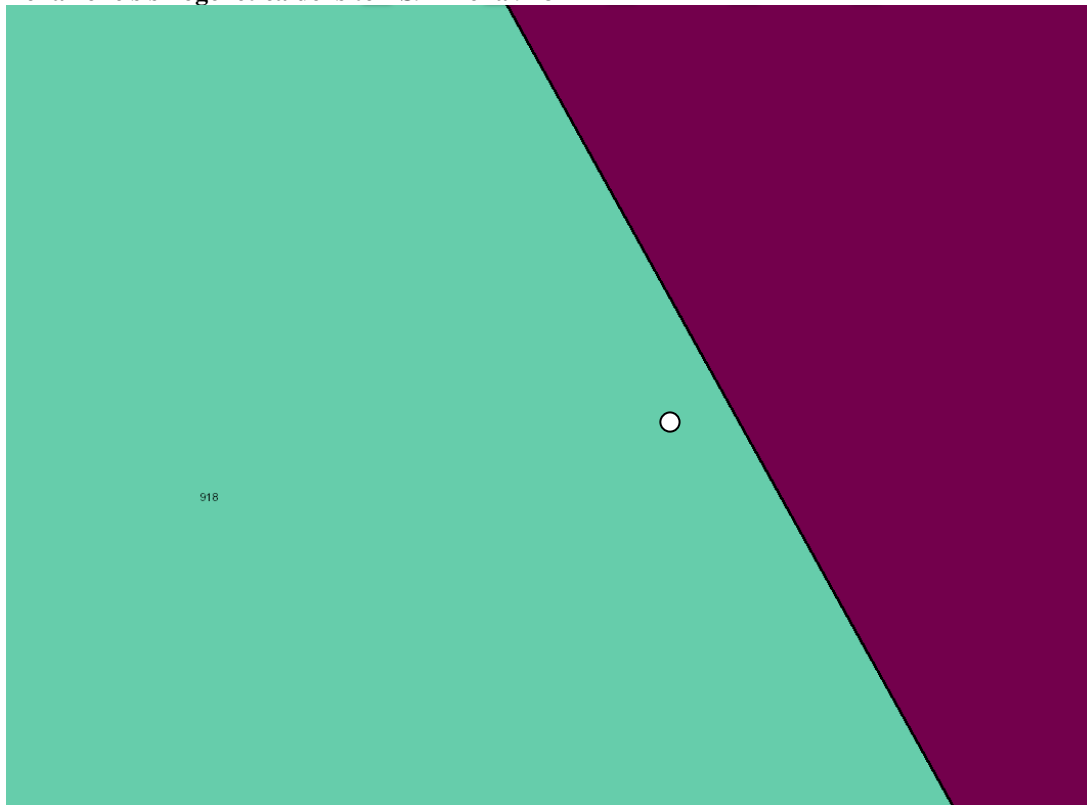


disaggregazione sismica del sito



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.884 lon. 13.831 - id 24092)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	10.7000	23.2000	16.4000	9.9600	3.3400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.7100	6.2800	7.9700	7.8200	3.2700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0139	0.4300	1.4500	2.3000	1.4100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0011	0.1360	0.5940	0.6040	0.1140	0.0927	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.1050	0.3170	0.3650	0.3340	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0076	0.0911	0.2440	0.2700	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0096	0.1080	0.1590	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0346	0.0869	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0431	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.21	10.1	0.814

Zonazione sismogenetica del sito ZS9 – zona 918

ZS Name	ZS9	MwMax AR	Tassi Mwmax Co-04.2 AR	Tassi Mwmax Co-04.4 AR	b Co- 04.2	b Co- 04.4	MwMax GR	Tassi Mwmax (Co.04.2) GR	Tassi Mwmax (Co.04.4) GR
Medio-Marchigiana/Abruzzese	918	6.37	0.14	0.21	-1.10	-1.11	6.37	0.14	0.21

Magnitudo = 5.21 Magnitudo Momento = 6,37
distanza epicentrale 0 – 70 Km

Nelle applicazioni sismiche l'esigenza di dell'input sismico risulta un aspetto cruciale, considerando che i sistemi geotecnici sono maggiormente influenzati da caratteristiche peculiari quali durata, contenuto in frequenza, valori massimi di accelerazione e spostamento che gli accelerogrammi naturali sono dotati un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, oltre a ciò, il sempre crescente aggiornamento dei diversi database presenti in rete, rende di facile reperibilità le registrazioni di eventi reali.

Inoltre la superiorità degli accelerogrammi naturali rispetto a quelli artificiali e sintetici è rimarcata anche dalla NTC 2008-2018.

L'input sismico rappresentativo del moto atteso sul sito utilizzato nelle analisi è risultato da 7 time history dell'accelerazione per ogni stato limite considerato SLO – SLD – SLV – SLC.

Si utilizza per l'estrazione degli accelerogrammi di input la **banca dati ITACA INGV RexelWeb** che permette di utilizzare varie banche dati tra le quali l'European Strong-motion database ed Italian Building Code.

I dati principali di ingresso inseriti nel database sono i seguenti :

- coordinate del sito
- Categoria del sito : A - T1
- magnitudo min-max. 5,5 – 6,5
- distanza epicentrale 0 – 70 Km.

RexelWEB Ok - loaded step#3.2

Target spectrum Preliminary search Spectrum matching Refine search

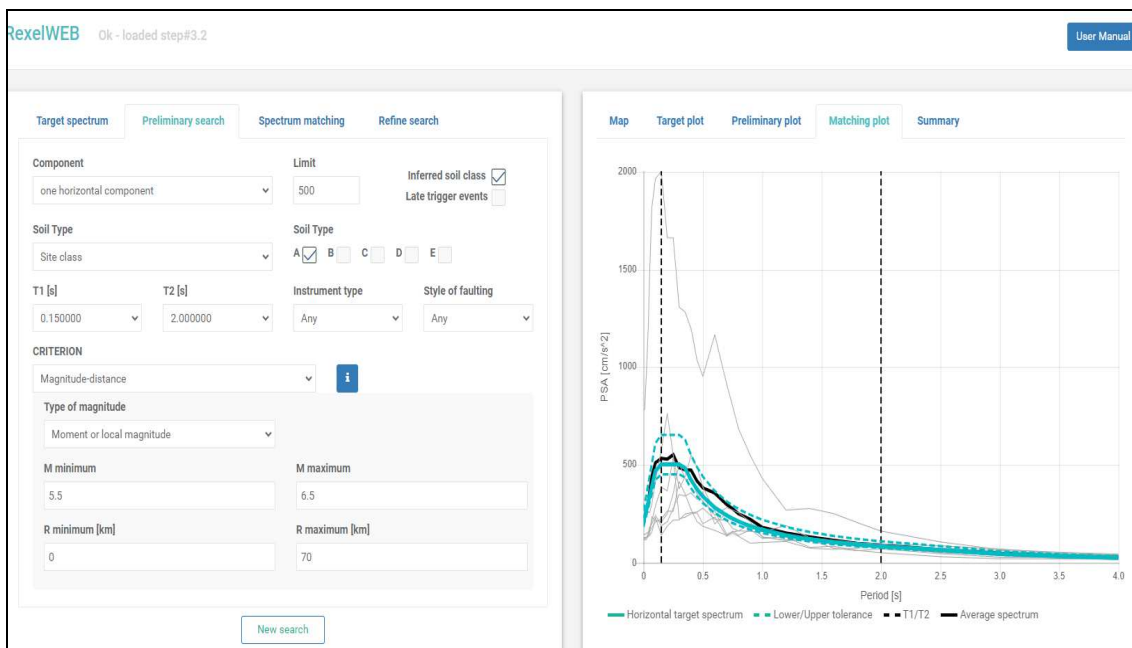
Target
NTC18 - Italian Building code (D.M. 2018)

Spectrum type Latitude [°] Longitude [°] ag [g]
Type 1 - Higher level of seismic action 42.89709863 13.85131543 0.16

Soil Type Topography
A T1 - flat surfaces, isolated cliffs and slopes with average slope angle <= 15°

Nominal life Functional type Limit state
50 years - ordinary structures III SLV (10%)

Probability of exceedance Aggregation level
50% in 50 years (73 years) mean



Selected waveforms: 7
Current combination: 1 (Score: 0.133)

Combination	Waveform ID	ESM ID	Network	Station code	Sensor ID	Instrument code	Orientation	ML	MW	Style of faulting	Epicentral distance [km]	EC8 code
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	E	SR00	00	HN	E	6.0	6.0	Thrust faulting	15.8	A
1	SM.112.00.HN.IS-2000-0053	IS-2000-0053	SM	112	00	HN	2		6.5		11.2	A
1	IV.T1256.HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	IV	T1256		HN	E	5.5	6.6	Normal faulting	20.5	A
1	SM.101.00.HN.IS-2000-0053	IS-2000-0053	SM	101	00	HN	3		6.5		10.6	A
1	SM.306.00.HN.IS-2008-0054	IS-2008-0054	SM	306	00	HN	2		6.3		16.1	A
1	IV.T1213.HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	IV	T1213		HN	E	5.5	6.6	Normal faulting	12.6	A
1	SM.108.00.HN.IS-2000-0048	IS-2000-0048	SM	108	00	HN	2		6.5		30.9	A

l'estrazione degli accelerogrammi naturali sismo-compatibili con le caratteristiche del sito in esame, di cui il risultato è la media dei 7 accelerogrammi amplificati dal sito i quali sono fondamentali in quanto costituiscono l'input sismico nelle analisi di risposta sismica locale. In seguito i possibili fenomeni di amplificazione sismica locale sono stati valutati tramite approccio numerico relativo ai vari stati limite considerati (SLO – SLD – SLV - SLC) utilizzando il codice di calcolo del Programma RSL III della Geostru che impiega un modello in analisi monodimensionale di risposta sismica 1D, ciò è giustificato dal fatto che il sito trattasi di terreni e litologie che non subiscono differenze sostanziali di spessore tra i punti e di velocità delle onde sismiche di taglio Vs sulle varie acquisizioni eseguite Hvsr-Masw (vedi dati acquisiti e stratigrafie sondaggi) in cui è lecito definire stratificazioni e

substrato dal p.c. attuale pseudo parallele, inoltre la posizione pianeggiante non identifica il sito ai sensi delle NTC 2018 come area di amplificazione topografica.

L'analisi è stata effettuata impiegando le stratigrafie rilevate dei sondaggi ed i sismostrati ricavati dai profili delle onde sismiche Vs (mediate rispetto a tutte le verticali indagate) ricavate dalle indagini HVSR – MASW effettuate sul sito.

L'input sismico è rappresentato da una serie di accelerogrammi reali scelti in funzione del regime tettonico e sismogenetico dell'area indagata che sono ritenute sufficientemente rappresentative (Spettrocompatibilità) delle caratteristiche di sismicità dell'area indagata; gli accelerogrammi sono stati utilizzati con il valore atteso nel sito per roccia affiorante (Cat. A).

Per la profondità del bedrock sismico ($V_s \geq 800$ m/s) ove si collocano gli accelerogrammi naturali di input, si è ricorso all'identificazione tramite le elaborazioni prodotte nelle Indagini sismiche profonde eseguite (n. 2) (**substrato sismico prossimo ai 90 mt. dal p.c. rilevato sia attraverso regressione dati geofisici in best model che dalle acquisizioni H/V**).

Dati generali

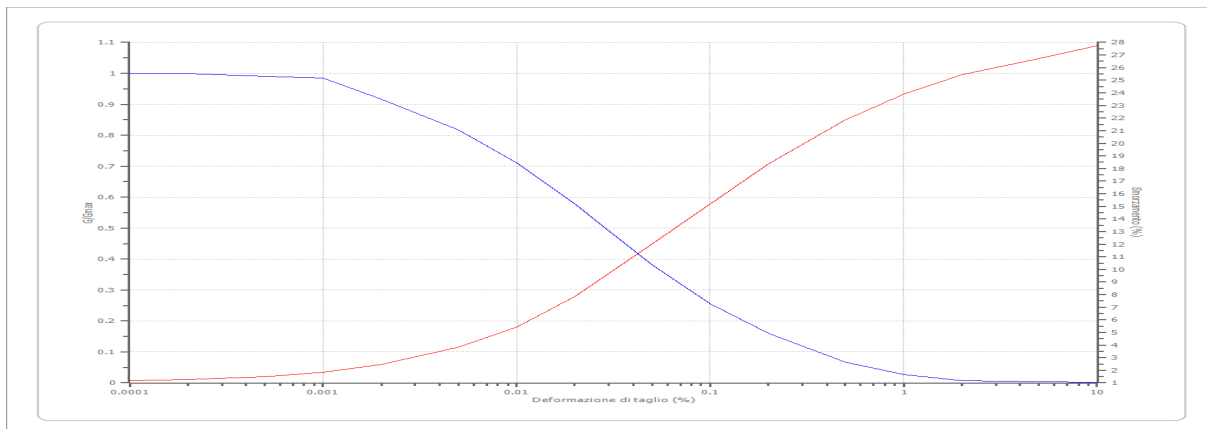
Descrizione	COMUNE DI MONTEPRANDONE (AP)
Cantiere	SCUOLA PRIMARIA B. CROCE
Data della prova	d.C./06/2023
Via	via B. Croce
Latitudine	42.8970947[°]
Longitudine	13.8514147[°]

Terreni – Curve di decadimento adottate

Vucetic & Dorby (1991) PI=0

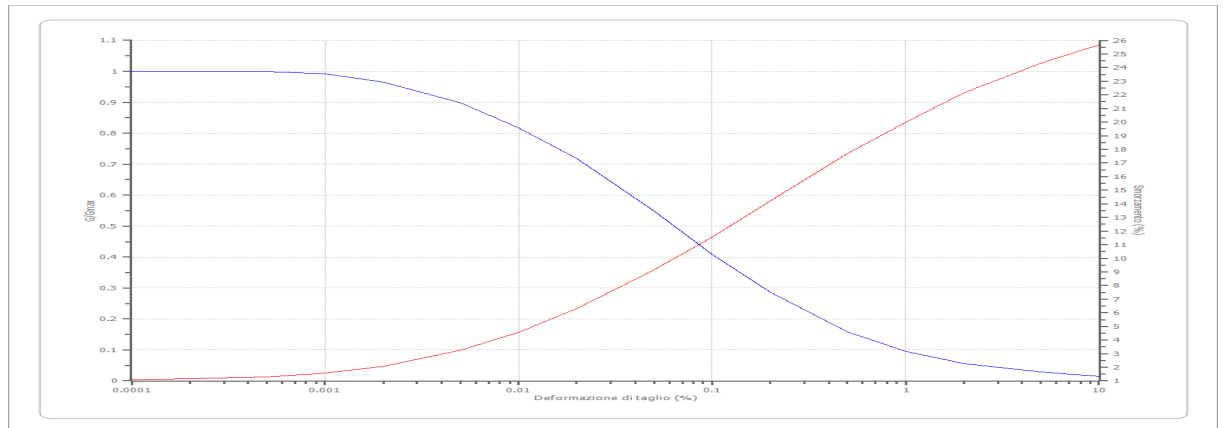
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	1.163
0.0002	1.000	0.0002	1.246
0.0005	0.990	0.0005	1.470
0.001	0.984	0.001	1.827
0.002	0.916	0.002	2.450
0.005	0.818	0.005	3.821
0.010	0.711	0.010	5.399
0.020	0.578	0.020	7.849
0.050	0.381	0.050	12.000
0.100	0.256	0.100	15.200

0.200	0.160	0.200	18.360
0.500	0.067	0.500	21.840
1.000	0.027	1.000	23.880
2.000	0.008	2.000	25.420
5.000	0.004	5.000	26.740
10.000	0.002	10.000	27.740



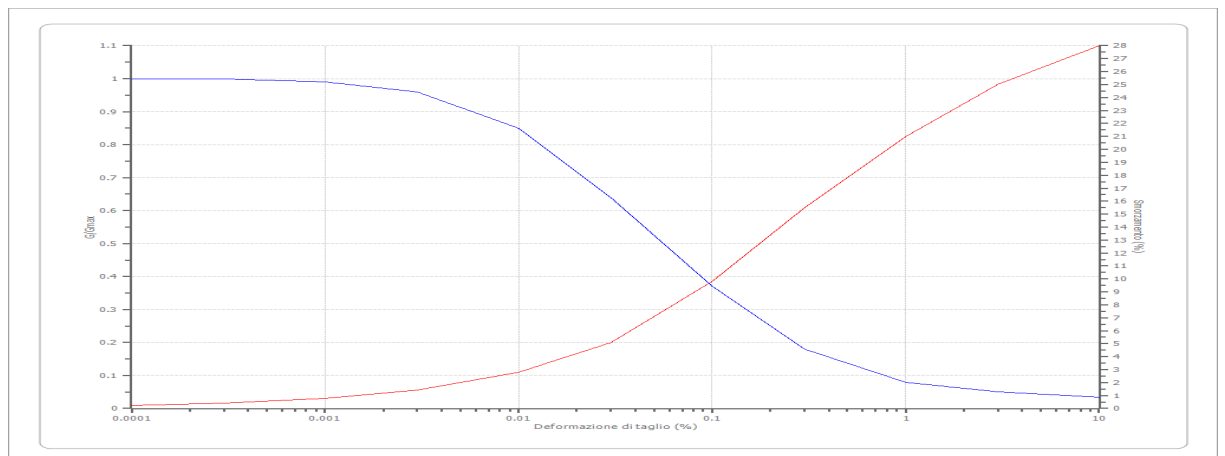
Vucetic & Dorby (1991) PI=15

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	1.097
0.0002	1.000	0.0002	1.163
0.0005	1.000	0.0005	1.287
0.001	0.992	0.001	1.578
0.002	0.965	0.002	2.076
0.005	0.898	0.005	3.239
0.010	0.818	0.010	4.568
0.020	0.719	0.020	6.312
0.050	0.549	0.050	9.136
0.100	0.408	0.100	11.550
0.200	0.287	0.200	14.200
0.500	0.158	0.500	17.690
1.000	0.096	1.000	19.980
2.000	0.055	2.000	22.140
5.000	0.028	5.000	24.340
10.000	0.014	10.000	25.660



Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)

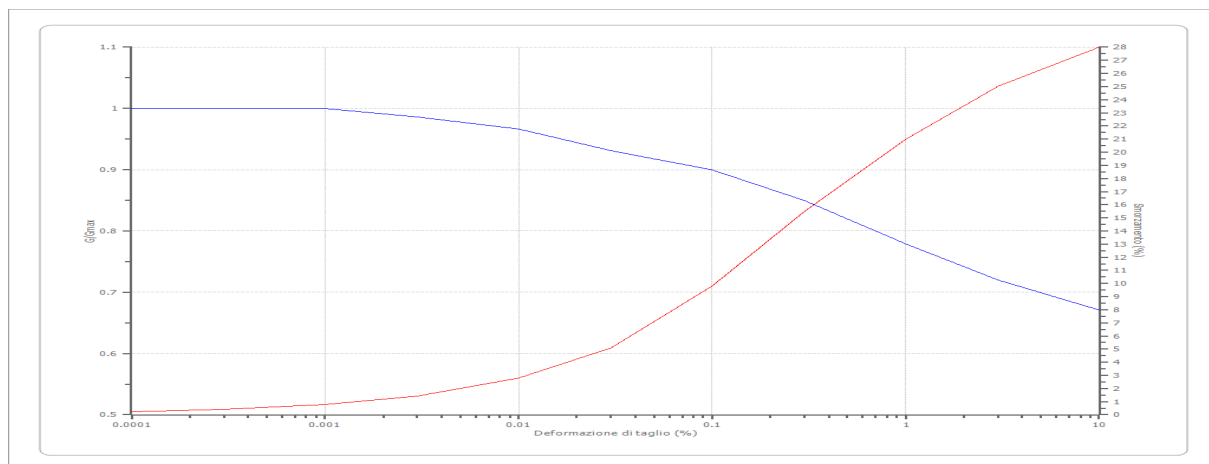
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	0.990	0.001	0.800
0.003	0.960	0.003	1.400
0.010	0.850	0.010	2.800
0.030	0.640	0.030	5.100
0.100	0.370	0.100	9.800
0.300	0.180	0.300	15.500
1.000	0.080	1.000	21.000
3.000	0.050	3.000	25.000
10.000	0.035	10.000	28.000



Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100

0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



SismoStratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO ALLUVIONALE	--	2.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=0	96.32	--	19.0	223.0	19.0
2	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO ALLUVIONALE	2.0	6.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=15	159.84	--	20.0	280.0	98.0
3	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO ALLUVIONALE	8.0	15.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=15	234.29	--	20.0	339.0	308.0
4	SABBIE ADDENSATE	23.0	3.0	Idriss (1990) Sand (Seed and	461.93	--	20.0	476.0	473.3

				Idriss 1970)					
5	SUBSTR ATO PLIOCE NICO	26.0	64.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	590.02	--	21.0	525.0	846.7
6	SUBSTR ATO SISMIC O	oo	--	Smorzam ento costante	1435.27	--	22.0	800.0	1204.7

Strato con falda: 3
Strato rilevamento accelerogramma: 6 Affiorante

Elaborazione SLO

Numero di iterazioni 8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 1.09 E-03

Fattori di amplificazione ICMS 2018

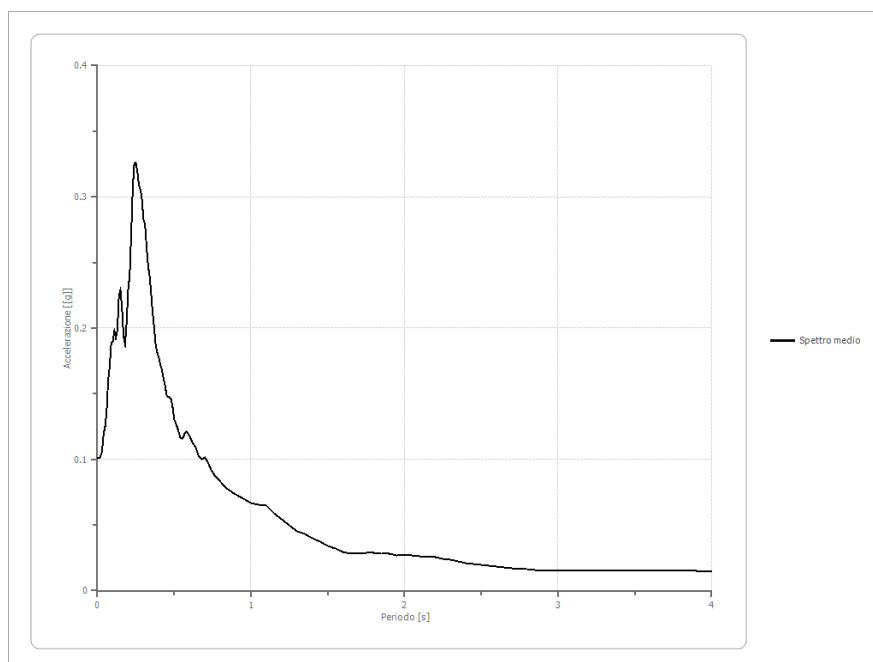
Tai	0.240 [s]
Tvi	5.400 [s]
Tao	0.250 [s]
Tvo	0.320 [s]
Sami	1.466 [m/s ²]
Svmi	0.099 [m/s]
Samo	2.483 [m/s ²]
Svmo	0.127 [m/s]
Fa	1.694 [-]
Fv	1.276 [-]
TB	0.107 [s]
TC	0.321 [s]
TD	1.941 [s]
SA(0)	0.085 [g]
SA(TB)	0.253 [g]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.023	0.039	0.200	1.705
0.400	0.800	0.027	0.045	0.500	1.691
0.700	1.100	0.029	0.046	0.636	1.588

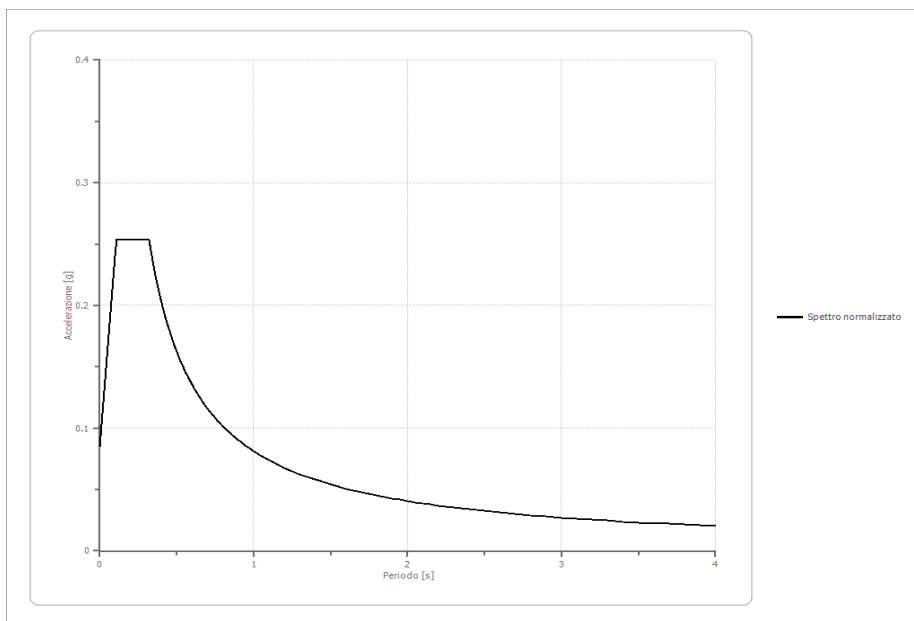
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1009	0.26	0.3196	0.52	0.1241	0.98	0.0678	2.25	0.0245
0.01	0.1009	0.27	0.3088	0.53	0.1202	1.00	0.0669	2.30	0.0234
0.02	0.1019	0.28	0.3059	0.54	0.1168	1.05	0.0657	2.35	0.0221
0.03	0.1060	0.29	0.2980	0.55	0.1161	1.10	0.0646	2.40	0.0210
0.04	0.1189	0.30	0.2831	0.56	0.1172	1.15	0.0592	2.50	0.0193
0.05	0.1247	0.31	0.2791	0.57	0.1201	1.20	0.0540	2.60	0.0180
0.06	0.1371	0.32	0.2618	0.58	0.1211	1.25	0.0497	2.70	0.0168
0.07	0.1603	0.33	0.2473	0.60	0.1180	1.30	0.0453	2.80	0.0161
0.08	0.1711	0.34	0.2395	0.62	0.1129	1.35	0.0431	2.90	0.0154
0.09	0.1886	0.35	0.2259	0.64	0.1094	1.40	0.0401	3.00	0.0153
0.10	0.1899	0.36	0.2113	0.66	0.1023	1.45	0.0371	3.10	0.0154
0.11	0.1979	0.37	0.1994	0.68	0.1004	1.50	0.0341	3.20	0.0151
0.12	0.1926	0.38	0.1868	0.70	0.1015	1.55	0.0318	3.30	0.0150
0.13	0.1981	0.39	0.1812	0.72	0.0979	1.60	0.0298	3.40	0.0151
0.14	0.2251	0.40	0.1776	0.74	0.0926	1.65	0.0282	3.50	0.0153
0.15	0.2293	0.41	0.1722	0.76	0.0884	1.70	0.0283	3.60	0.0153
0.16	0.2155	0.42	0.1681	0.78	0.0857	1.75	0.0286	3.70	0.0154
0.17	0.1940	0.43	0.1620	0.80	0.0829	1.80	0.0286	3.80	0.0152
0.18	0.1880	0.44	0.1563	0.82	0.0806	1.85	0.0284	3.90	0.0150
0.19	0.2037	0.45	0.1493	0.84	0.0777	1.90	0.0279	4.00	0.0145
0.20	0.2289	0.46	0.1473	0.86	0.0763	1.95	0.0271		
0.21	0.2400	0.47	0.1474	0.88	0.0745	2.00	0.0273		
0.22	0.2709	0.48	0.1459	0.90	0.0732	2.05	0.0269		
0.23	0.3063	0.49	0.1397	0.92	0.0721	2.10	0.0262		
0.24	0.3251	0.50	0.1305	0.94	0.0706	2.15	0.0257		
0.25	0.3261	0.51	0.1274	0.96	0.0693	2.20	0.0253		



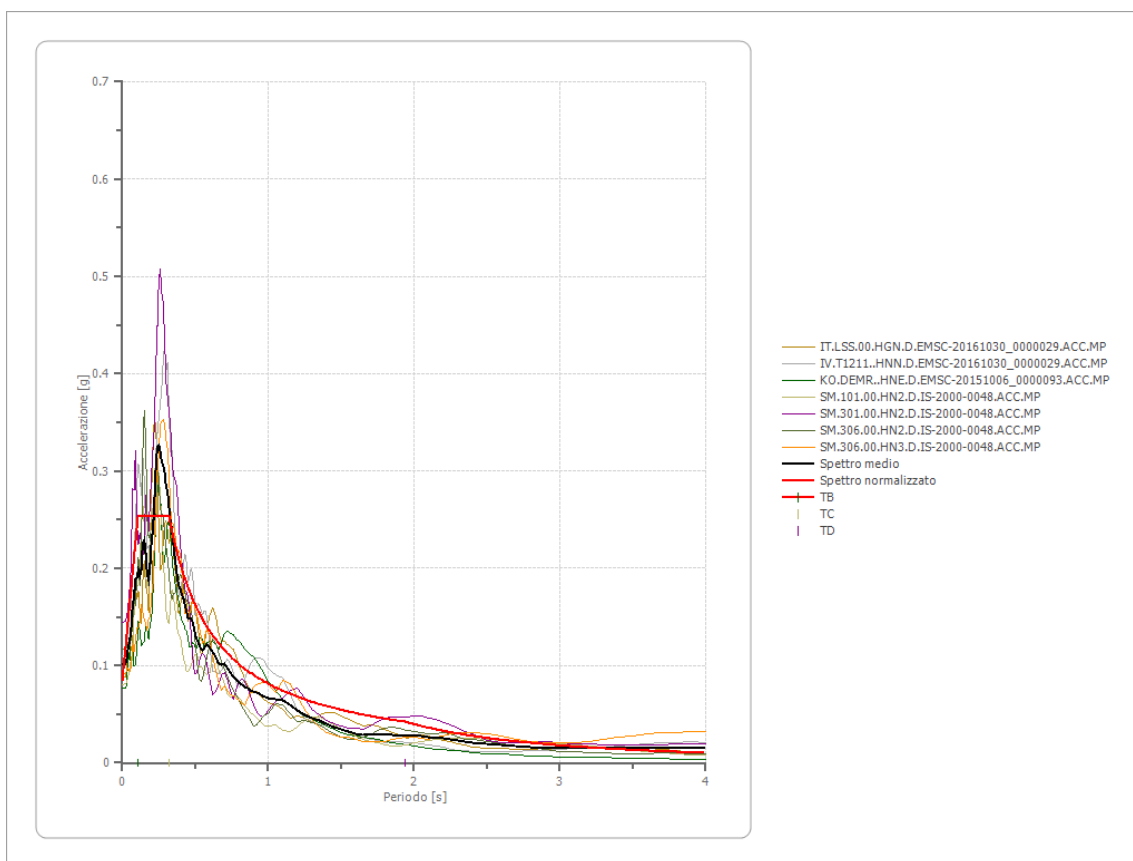
Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0852	0.26	0.2531	0.52	0.1561	0.98	0.0828	2.25	0.0361
0.01	0.1009	0.27	0.2531	0.53	0.1531	1.00	0.0812	2.30	0.0353
0.02	0.1166	0.28	0.2531	0.54	0.1503	1.05	0.0773	2.35	0.0345
0.03	0.1323	0.29	0.2531	0.55	0.1476	1.10	0.0738	2.40	0.0338
0.04	0.1480	0.30	0.2531	0.56	0.1449	1.15	0.0706	2.50	0.0325
0.05	0.1638	0.31	0.2531	0.57	0.1424	1.20	0.0676	2.60	0.0312
0.06	0.1795	0.32	0.2531	0.58	0.1399	1.25	0.0649	2.70	0.0301
0.07	0.1952	0.33	0.2460	0.60	0.1353	1.30	0.0624	2.80	0.0290
0.08	0.2109	0.34	0.2387	0.62	0.1309	1.35	0.0601	2.90	0.0280
0.09	0.2266	0.35	0.2319	0.64	0.1268	1.40	0.0580	3.00	0.0271
0.10	0.2423	0.36	0.2255	0.66	0.1230	1.45	0.0560	3.10	0.0262
0.11	0.2531	0.37	0.2194	0.68	0.1194	1.50	0.0541	3.20	0.0254
0.12	0.2531	0.38	0.2136	0.70	0.1160	1.55	0.0524	3.30	0.0246
0.13	0.2531	0.39	0.2081	0.72	0.1127	1.60	0.0507	3.40	0.0239
0.14	0.2531	0.40	0.2029	0.74	0.1097	1.65	0.0492	3.50	0.0232
0.15	0.2531	0.41	0.1980	0.76	0.1068	1.70	0.0477	3.60	0.0225
0.16	0.2531	0.42	0.1933	0.78	0.1041	1.75	0.0464	3.70	0.0219
0.17	0.2531	0.43	0.1888	0.80	0.1015	1.80	0.0451	3.80	0.0214
0.18	0.2531	0.44	0.1845	0.82	0.0990	1.85	0.0439	3.90	0.0208
0.19	0.2531	0.45	0.1804	0.84	0.0966	1.90	0.0427	4.00	0.0203
0.20	0.2531	0.46	0.1764	0.86	0.0944	1.95	0.0416		
0.21	0.2531	0.47	0.1727	0.88	0.0922	2.00	0.0406		
0.22	0.2531	0.48	0.1691	0.90	0.0902	2.05	0.0396		
0.23	0.2531	0.49	0.1656	0.92	0.0882	2.10	0.0387		
0.24	0.2531	0.50	0.1623	0.94	0.0863	2.15	0.0378		
0.25	0.2531	0.51	0.1592	0.96	0.0845	2.20	0.0369		



Parametri spettro normalizzato

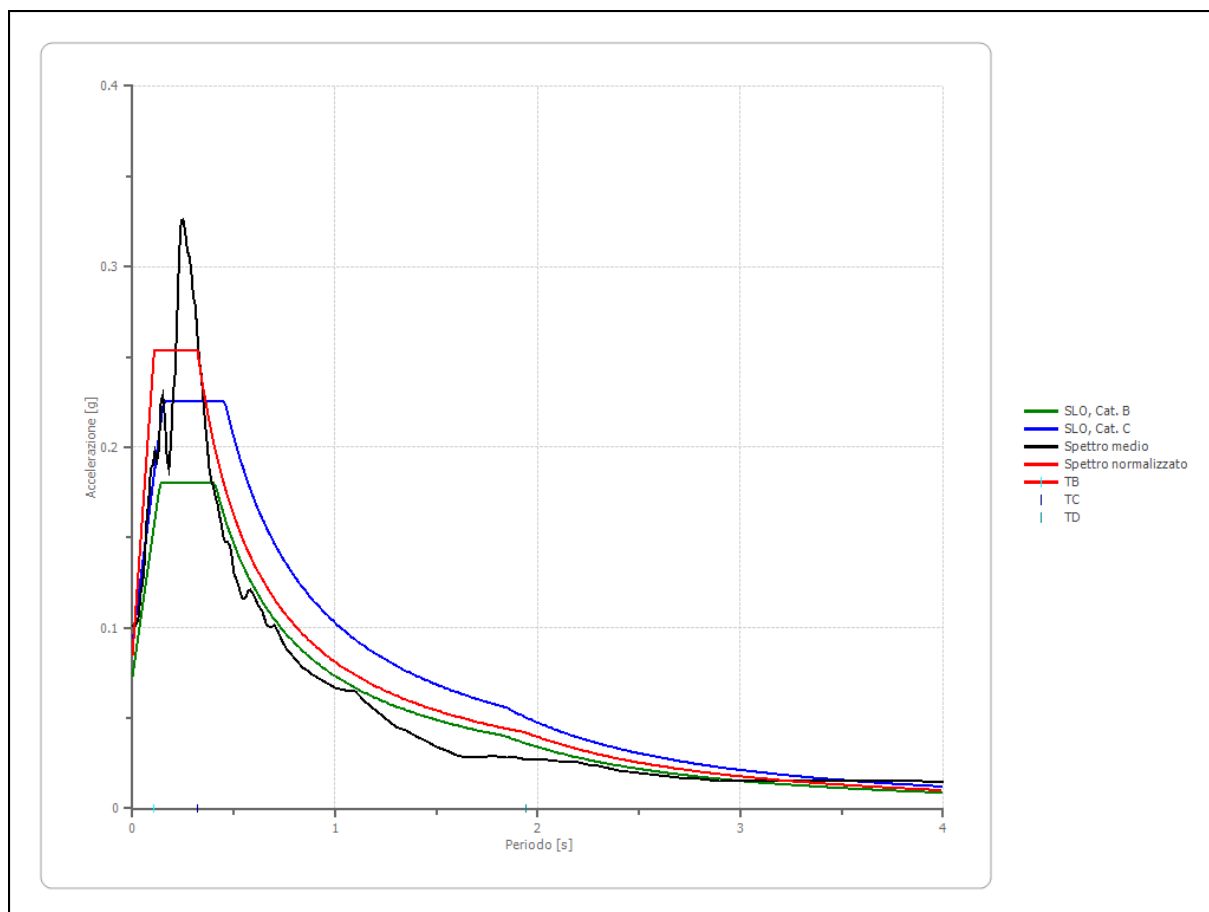
Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.085	2.971886	--	0.107	0.321	1.941	0.085	0.253	1.396

Confronto tra gli spettri

Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardi a vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.061	0.078	0.209	0.272	0.061	0.078	0.209	0.272
Fo	2.458	2.441	2.455	2.47	2.458	2.441	2.455	2.47
Tc* [s]	0.289	0.304	0.335	0.342	0.289	0.304	0.335	0.342
Ss	1.20	1.20	1.19	1.13	1.50	1.50	1.39	1.30
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.41	1.40	1.37	1.36	1.58	1.56	1.51	1.50
TB [s]	0.136	0.141	0.153	0.155	0.152	0.158	0.168	0.171

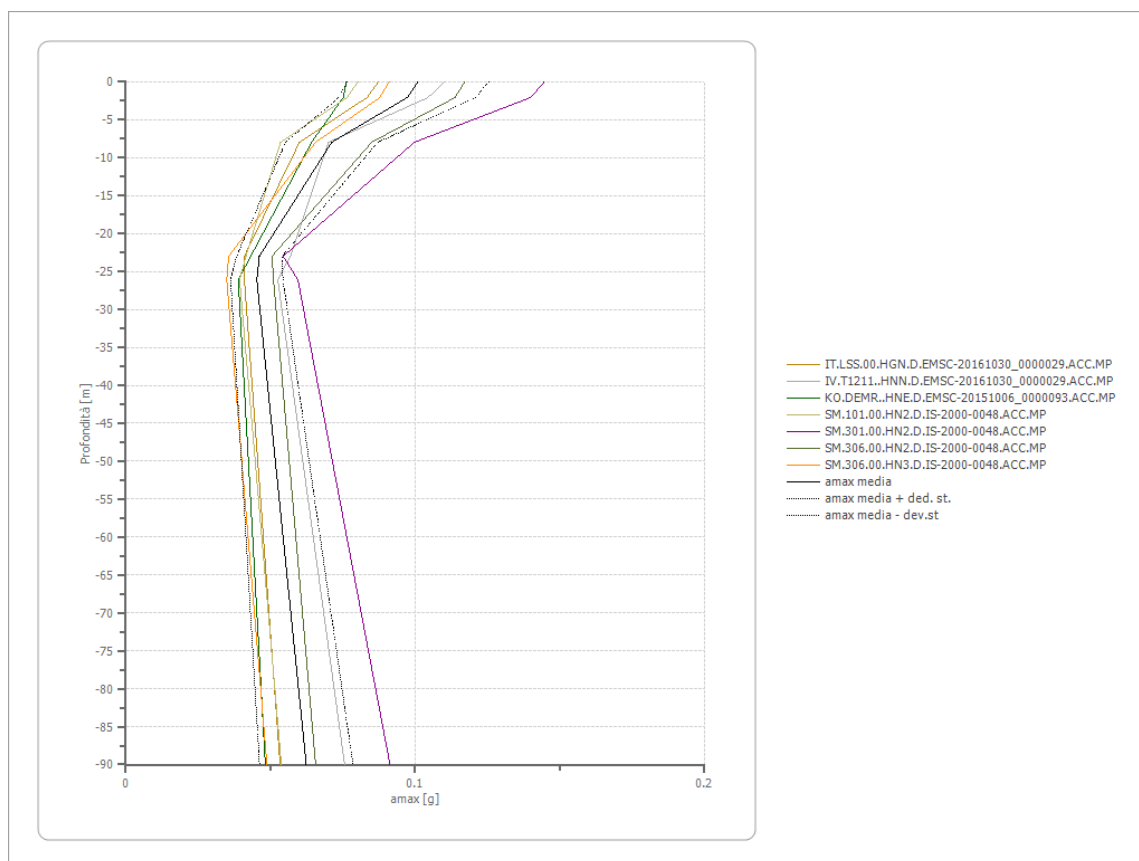
TC [s]	0.407	0.424	0.459	0.466	0.457	0.473	0.505	0.512
TD [s]	1.844	1.912	2.436	2.688	1.844	1.912	2.436	2.688
Se(0) [g]	0.073	0.094	0.250	0.308	0.092	0.117	0.291	0.353
Se(TB) [g]	0.180	0.228	0.613	0.760	0.225	0.286	0.714	0.871



Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	8.0 [m]	23.0 [m]	26.0 [m]	90.0 [m]
IT.LSS.00.HG N.D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.087	0.083	0.060	0.041	0.041	0.053
IV.T1211..HN N.D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.110	0.104	0.070	0.057	0.052	0.076
KO.DEMR..H NE.D.EMSC- 20151006_0000	0.076	0.075	0.064	0.043	0.039	0.048

093.ACC.MP [g]						
SM.101.00.HN 2.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.080	0.076	0.053	0.041	0.039	0.054
SM.301.00.HN 2.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.145	0.140	0.100	0.054	0.059	0.091
SM.306.00.HN 2.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.117	0.114	0.085	0.051	0.051	0.066
SM.306.00.HN 3.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.091	0.088	0.066	0.036	0.035	0.049
media [g]	0.101	0.097	0.071	0.046	0.045	0.062
Dev. St. [g]	0.024	0.024	0.016	0.008	0.009	0.016


Elaborazione SLD

Numero di iterazioni 10
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake
 Massimo errore percentuale di convergenza 3.40 E-04

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.260 [s]
Tvi	1.550 [s]
Tao	0.290 [s]
Tvo	1.050 [s]
Sami	1.712 [m/s ²]
Svmi	0.120 [m/s]
Samo	2.832 [m/s ²]
Svmo	0.170 [m/s]
Fa	1.654 [-]
Fv	1.417 [-]
TB	0.126 [s]
TC	0.378 [s]
TD	2.052 [s]
SA(0)	0.113 [g]
SA(TB)	0.289 [g]

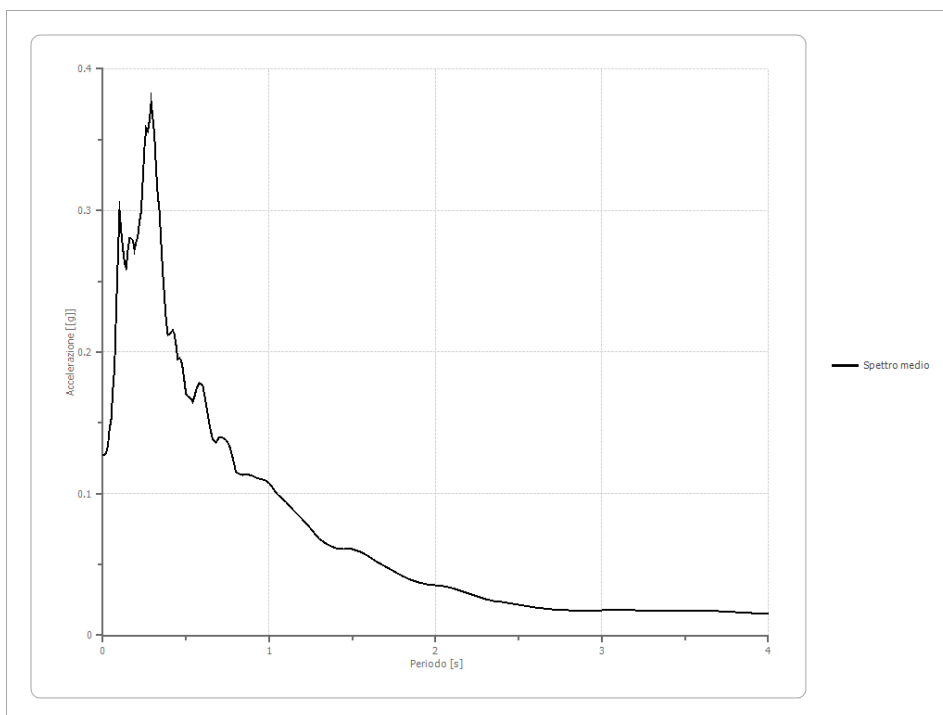
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.028	0.048	0.200	1.699
0.400	0.800	0.037	0.063	0.500	1.692
0.700	1.100	0.043	0.068	0.636	1.586

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1268	0.26	0.3583	0.52	0.1685	0.98	0.1091	2.25	0.0277
0.01	0.1268	0.27	0.3558	0.53	0.1670	1.00	0.1071	2.30	0.0258
0.02	0.1288	0.28	0.3634	0.54	0.1650	1.05	0.0992	2.35	0.0243
0.03	0.1337	0.29	0.3763	0.55	0.1684	1.10	0.0942	2.40	0.0235
0.04	0.1451	0.30	0.3653	0.56	0.1730	1.15	0.0878	2.50	0.0214
0.05	0.1526	0.31	0.3526	0.57	0.1760	1.20	0.0820	2.60	0.0197
0.06	0.1733	0.32	0.3290	0.58	0.1780	1.25	0.0752	2.70	0.0184
0.07	0.1886	0.33	0.3109	0.60	0.1765	1.30	0.0683	2.80	0.0174
0.08	0.2288	0.34	0.2996	0.62	0.1636	1.35	0.0643	2.90	0.0170
0.09	0.2653	0.35	0.2778	0.64	0.1490	1.40	0.0617	3.00	0.0175
0.10	0.3006	0.36	0.2564	0.66	0.1378	1.45	0.0608	3.10	0.0177
0.11	0.2855	0.37	0.2394	0.68	0.1364	1.50	0.0607	3.20	0.0175
0.12	0.2739	0.38	0.2229	0.70	0.1399	1.55	0.0587	3.30	0.0173
0.13	0.2630	0.39	0.2119	0.72	0.1393	1.60	0.0557	3.40	0.0172
0.14	0.2596	0.40	0.2127	0.74	0.1378	1.65	0.0515	3.50	0.0171
0.15	0.2714	0.41	0.2140	0.76	0.1341	1.70	0.0485	3.60	0.0171

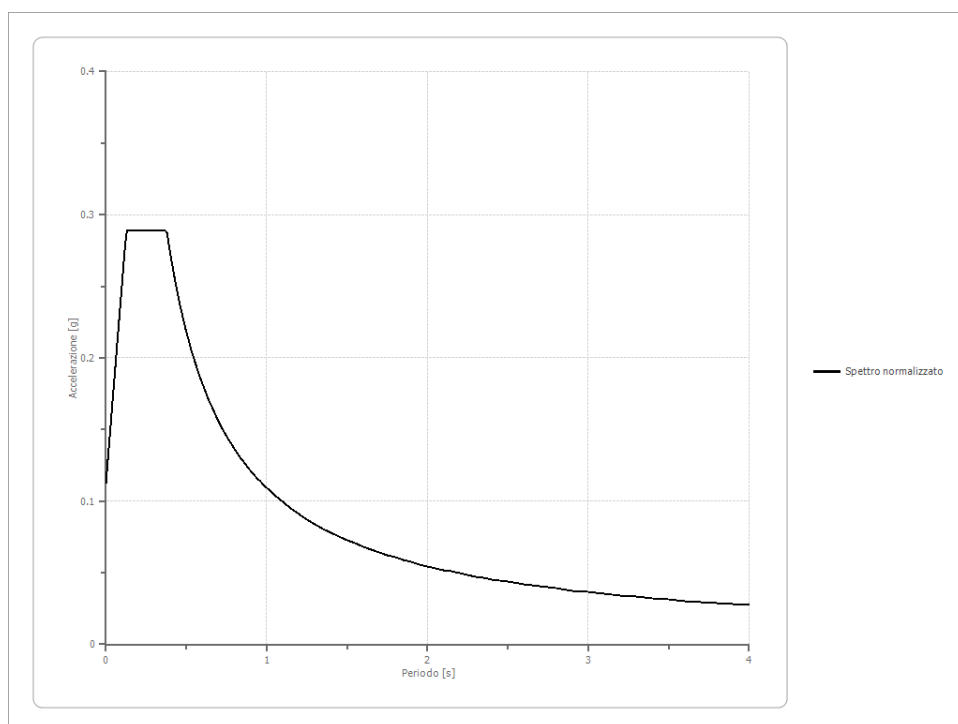
0.16	0.2800	0.42	0.2154	0.78	0.1257	1.75	0.0453	3.70	0.0168
0.17	0.2803	0.43	0.2126	0.80	0.1151	1.80	0.0420	3.80	0.0163
0.18	0.2791	0.44	0.2052	0.82	0.1138	1.85	0.0391	3.90	0.0157
0.19	0.2721	0.45	0.1952	0.84	0.1134	1.90	0.0376	4.00	0.0148
0.20	0.2774	0.46	0.1958	0.86	0.1139	1.95	0.0363		
0.21	0.2812	0.47	0.1944	0.88	0.1133	2.00	0.0356		
0.22	0.2918	0.48	0.1886	0.90	0.1123	2.05	0.0347		
0.23	0.2995	0.49	0.1794	0.92	0.1115	2.10	0.0334		
0.24	0.3215	0.50	0.1703	0.94	0.1104	2.15	0.0316		
0.25	0.3441	0.51	0.1686	0.96	0.1097	2.20	0.0297		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1129	0.26	0.2886	0.52	0.2098	0.98	0.1113	2.25	0.0485
0.01	0.1268	0.27	0.2886	0.53	0.2059	1.00	0.1091	2.30	0.0474
0.02	0.1408	0.28	0.2886	0.54	0.2021	1.05	0.1039	2.35	0.0464
0.03	0.1547	0.29	0.2886	0.55	0.1984	1.10	0.0992	2.40	0.0455
0.04	0.1687	0.30	0.2886	0.56	0.1948	1.15	0.0949	2.50	0.0436
0.05	0.1826	0.31	0.2886	0.57	0.1914	1.20	0.0909	2.60	0.0420
0.06	0.1966	0.32	0.2886	0.58	0.1881	1.25	0.0873	2.70	0.0404
0.07	0.2105	0.33	0.2886	0.60	0.1819	1.30	0.0839	2.80	0.0390
0.08	0.2245	0.34	0.2886	0.62	0.1760	1.35	0.0808	2.90	0.0376
0.09	0.2384	0.35	0.2886	0.64	0.1705	1.40	0.0779	3.00	0.0364
0.10	0.2524	0.36	0.2886	0.66	0.1653	1.45	0.0753	3.10	0.0352
0.11	0.2663	0.37	0.2886	0.68	0.1605	1.50	0.0727	3.20	0.0341
0.12	0.2802	0.38	0.2871	0.70	0.1559	1.55	0.0704	3.30	0.0331

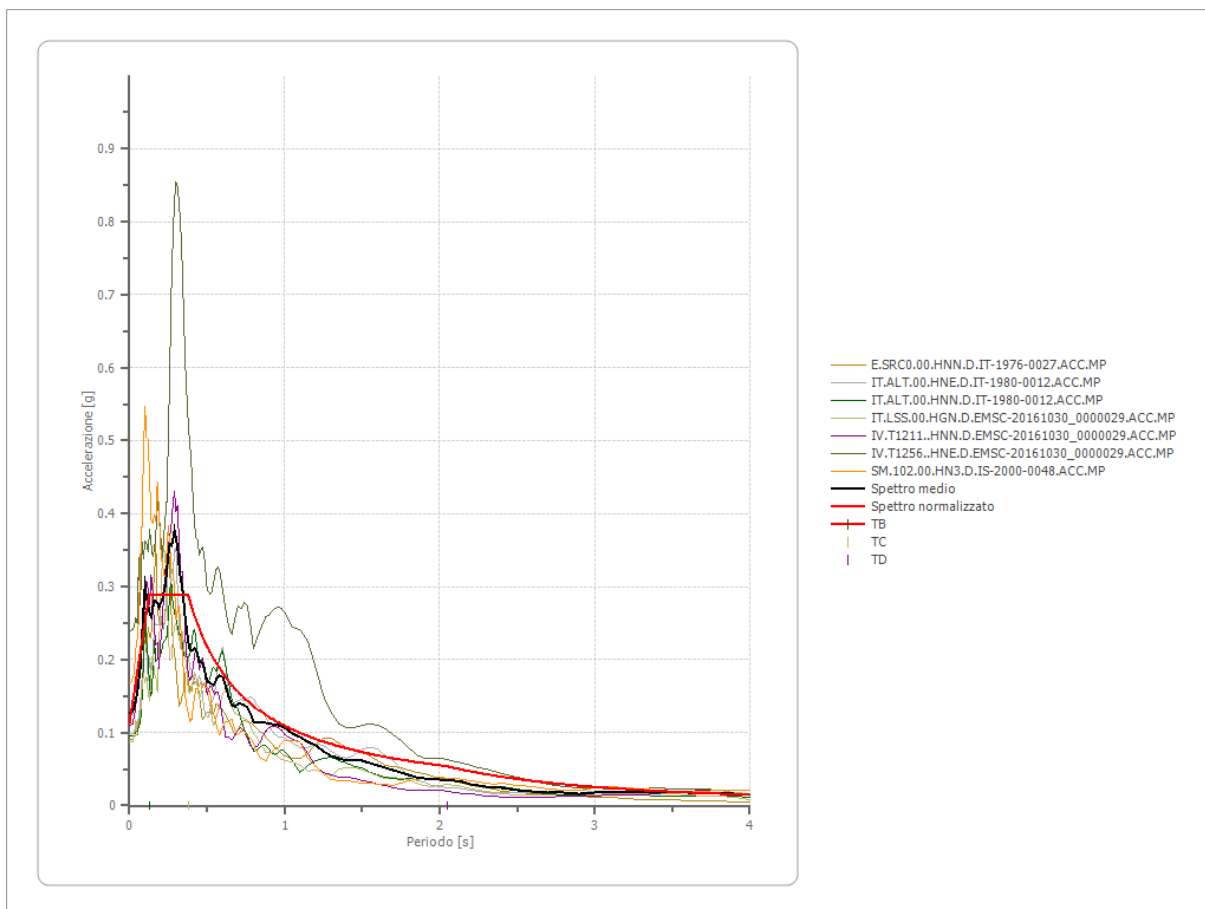
0.13	0.2886	0.39	0.2798	0.72	0.1515	1.60	0.0682	3.40	0.0321
0.14	0.2886	0.40	0.2728	0.74	0.1475	1.65	0.0661	3.50	0.0312
0.15	0.2886	0.41	0.2661	0.76	0.1436	1.70	0.0642	3.60	0.0303
0.16	0.2886	0.42	0.2598	0.78	0.1399	1.75	0.0624	3.70	0.0295
0.17	0.2886	0.43	0.2538	0.80	0.1364	1.80	0.0606	3.80	0.0287
0.18	0.2886	0.44	0.2480	0.82	0.1331	1.85	0.0590	3.90	0.0280
0.19	0.2886	0.45	0.2425	0.84	0.1299	1.90	0.0574	4.00	0.0273
0.20	0.2886	0.46	0.2372	0.86	0.1269	1.95	0.0560		
0.21	0.2886	0.47	0.2322	0.88	0.1240	2.00	0.0546		
0.22	0.2886	0.48	0.2273	0.90	0.1212	2.05	0.0532		
0.23	0.2886	0.49	0.2227	0.92	0.1186	2.10	0.0520		
0.24	0.2886	0.50	0.2182	0.94	0.1161	2.15	0.0508		
0.25	0.2886	0.51	0.2140	0.96	0.1137	2.20	0.0496		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.113	2.556644	--	0.126	0.378	2.052	0.113	0.289	1.447

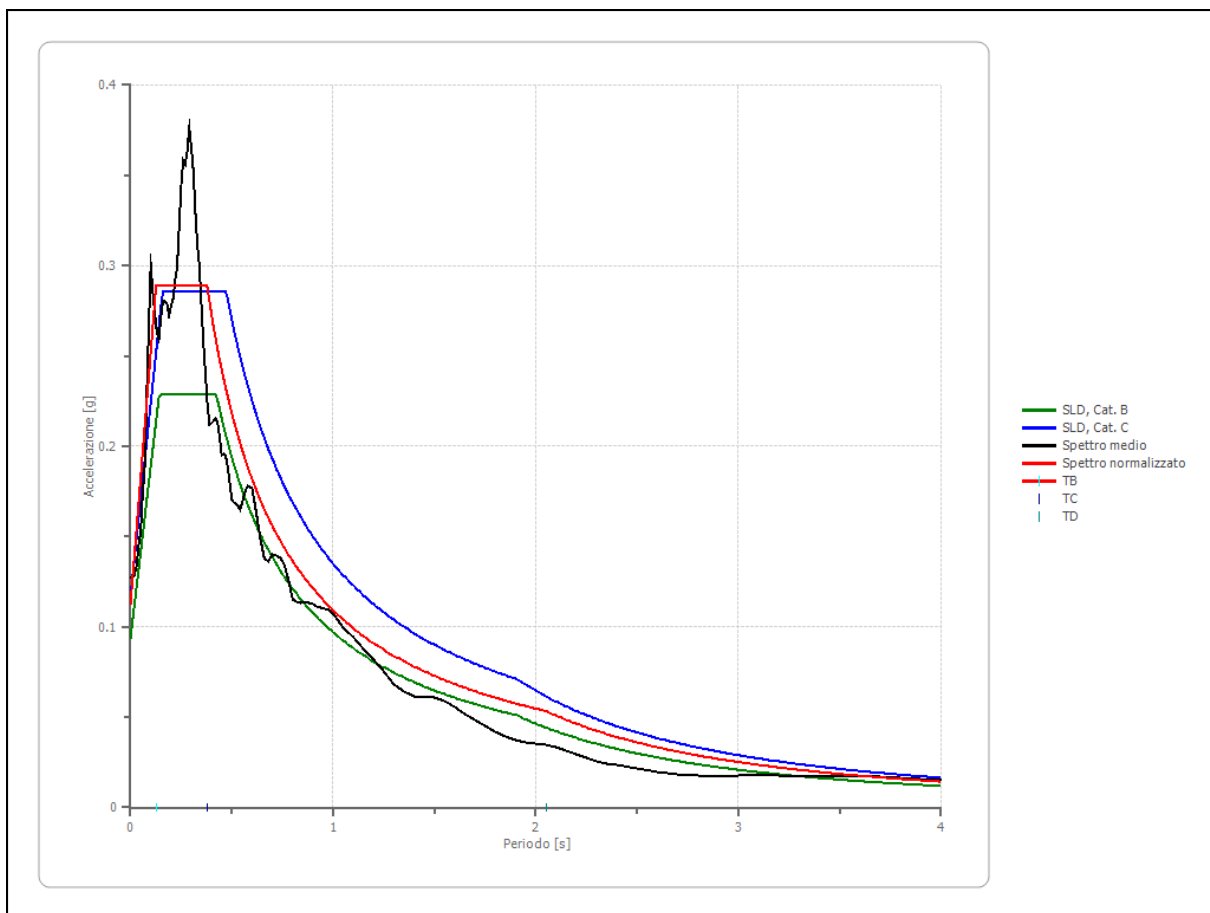
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

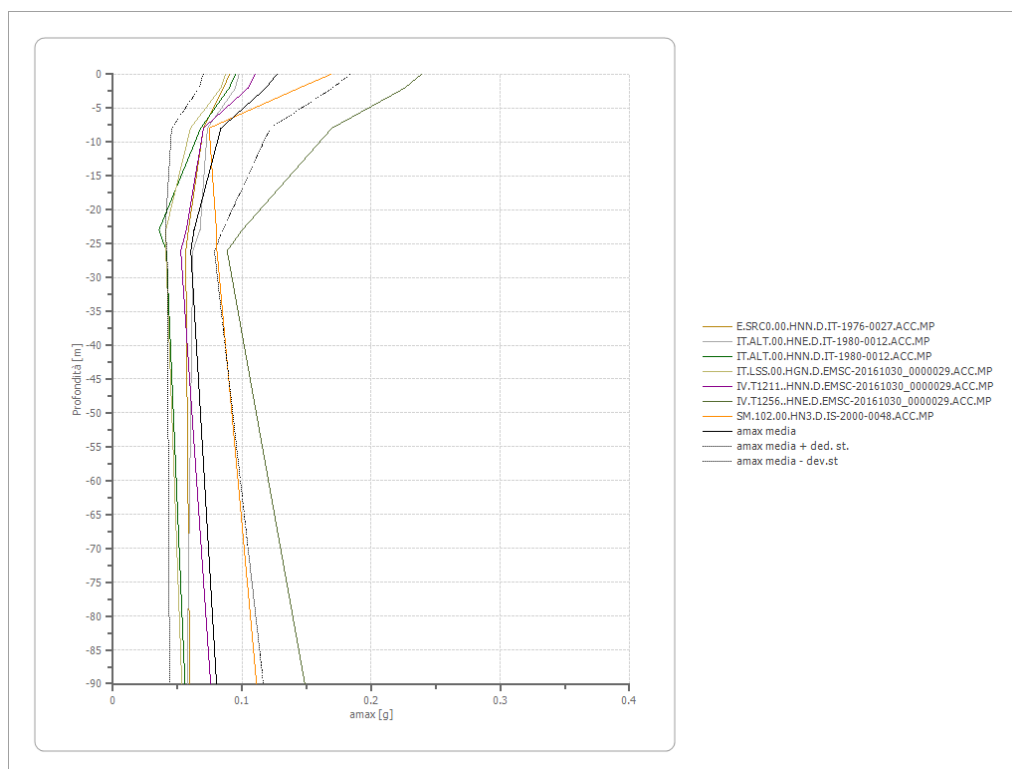
	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardi a vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.061	0.078	0.209	0.272	0.061	0.078	0.209	0.272
Fo	2.458	2.441	2.455	2.47	2.458	2.441	2.455	2.47
Tc* [s]	0.289	0.304	0.335	0.342	0.289	0.304	0.335	0.342
Ss	1.20	1.20	1.19	1.13	1.50	1.50	1.39	1.30
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.41	1.40	1.37	1.36	1.58	1.56	1.51	1.50
TB [s]	0.136	0.141	0.153	0.155	0.152	0.158	0.168	0.171
TC [s]	0.407	0.424	0.459	0.466	0.457	0.473	0.505	0.512
TD [s]	1.844	1.912	2.436	2.688	1.844	1.912	2.436	2.688
Se(0) [g]	0.073	0.094	0.250	0.308	0.092	0.117	0.291	0.353
Se(TB) [g]	0.180	0.228	0.613	0.760	0.225	0.286	0.714	0.871



Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	8.0 [m]	23.0 [m]	26.0 [m]	90.0 [m]
E.SRC0.00.HN N.D.IT-1976- 0027.ACC.MP [g]	0.090	0.085	0.070	0.058	0.056	0.059
IT.ALT.00.HN E.D.IT-1980- 0012.ACC.MP [g]	0.098	0.095	0.073	0.067	0.062	0.057
IT.ALT.00.HN N.D.IT-1980- 0012.ACC.MP [g]	0.095	0.090	0.068	0.036	0.041	0.056
IT.LSS.00.HG N.D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.087	0.083	0.060	0.041	0.041	0.053
IV.T1211..HN	0.110	0.104	0.070	0.057	0.052	0.076

N.D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]						
IV.T1256..HNE .D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.239	0.226	0.169	0.100	0.088	0.149
SM.102.00.HN 3.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.169	0.144	0.074	0.080	0.081	0.111
media [g]	0.127	0.118	0.084	0.063	0.060	0.080
Dev. St. [g]	0.057	0.052	0.038	0.022	0.018	0.036



Elaborazione SLV

Numero di iterazioni 17
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 3.14 E-02

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai 0.180 [s]

Tvi	2.150 [s]
Tao	0.340 [s]
Tvo	0.720 [s]
Sami	5.414 [m/s ²]
Svmi	0.351 [m/s]
Samo	7.368 [m/s ²]
Svmo	0.609 [m/s]
Fa	1.361 [-]
Fv	1.738 [-]
TB	0.173 [s]
TC	0.520 [s]
TD	2.813 [s]
SA(0)	0.303 [g]
SA(TB)	0.751 [g]

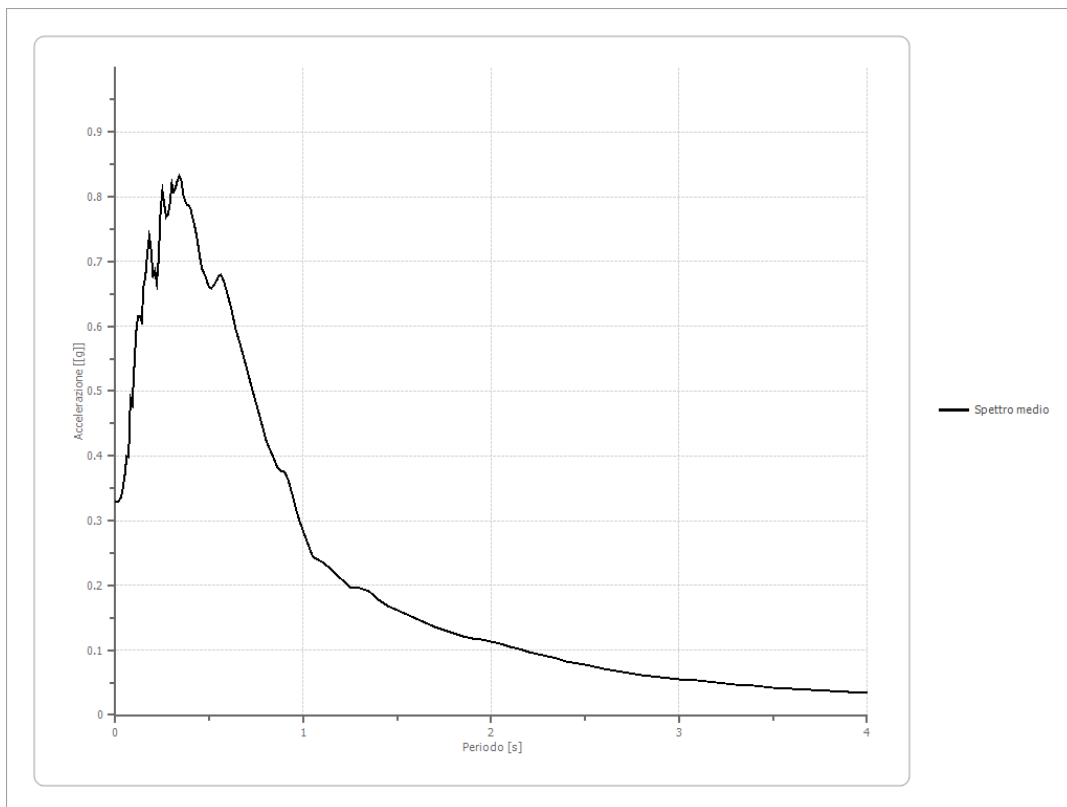
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.086	0.129	0.200	1.506
0.400	0.800	0.134	0.232	0.500	1.727
0.700	1.100	0.133	0.222	0.636	1.661

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3292	0.26	0.7886	0.52	0.6611	0.98	0.2994	2.25	0.0935
0.01	0.3292	0.27	0.7685	0.53	0.6668	1.00	0.2831	2.30	0.0903
0.02	0.3317	0.28	0.7713	0.54	0.6720	1.05	0.2443	2.35	0.0869
0.03	0.3368	0.29	0.7890	0.55	0.6780	1.10	0.2365	2.40	0.0833
0.04	0.3509	0.30	0.8197	0.56	0.6796	1.15	0.2249	2.50	0.0772
0.05	0.3710	0.31	0.8077	0.57	0.6740	1.20	0.2096	2.60	0.0713
0.06	0.4001	0.32	0.8140	0.58	0.6669	1.25	0.1966	2.70	0.0661
0.07	0.3986	0.33	0.8255	0.60	0.6456	1.30	0.1954	2.80	0.0617
0.08	0.4884	0.34	0.8311	0.62	0.6226	1.35	0.1908	2.90	0.0584
0.09	0.4793	0.35	0.8265	0.64	0.5949	1.40	0.1777	3.00	0.0556
0.10	0.5380	0.36	0.8037	0.66	0.5757	1.45	0.1687	3.10	0.0529
0.11	0.5901	0.37	0.7938	0.68	0.5547	1.50	0.1625	3.20	0.0501
0.12	0.6155	0.38	0.7885	0.70	0.5344	1.55	0.1554	3.30	0.0473
0.13	0.6149	0.39	0.7868	0.72	0.5107	1.60	0.1489	3.40	0.0447
0.14	0.6068	0.40	0.7812	0.74	0.4897	1.65	0.1419	3.50	0.0425
0.15	0.6622	0.41	0.7694	0.76	0.4695	1.70	0.1360	3.60	0.0403
0.16	0.6772	0.42	0.7572	0.78	0.4486	1.75	0.1310	3.70	0.0384
0.17	0.7138	0.43	0.7421	0.80	0.4257	1.80	0.1262	3.80	0.0372
0.18	0.7388	0.44	0.7252	0.82	0.4106	1.85	0.1213	3.90	0.0359
0.19	0.7181	0.45	0.7049	0.84	0.3984	1.90	0.1176	4.00	0.0347
0.20	0.6779	0.46	0.6889	0.86	0.3834	1.95	0.1158		
0.21	0.6859	0.47	0.6823	0.88	0.3775	2.00	0.1132		
0.22	0.6674	0.48	0.6770	0.90	0.3747	2.05	0.1096		
0.23	0.7034	0.49	0.6672	0.92	0.3624	2.10	0.1058		

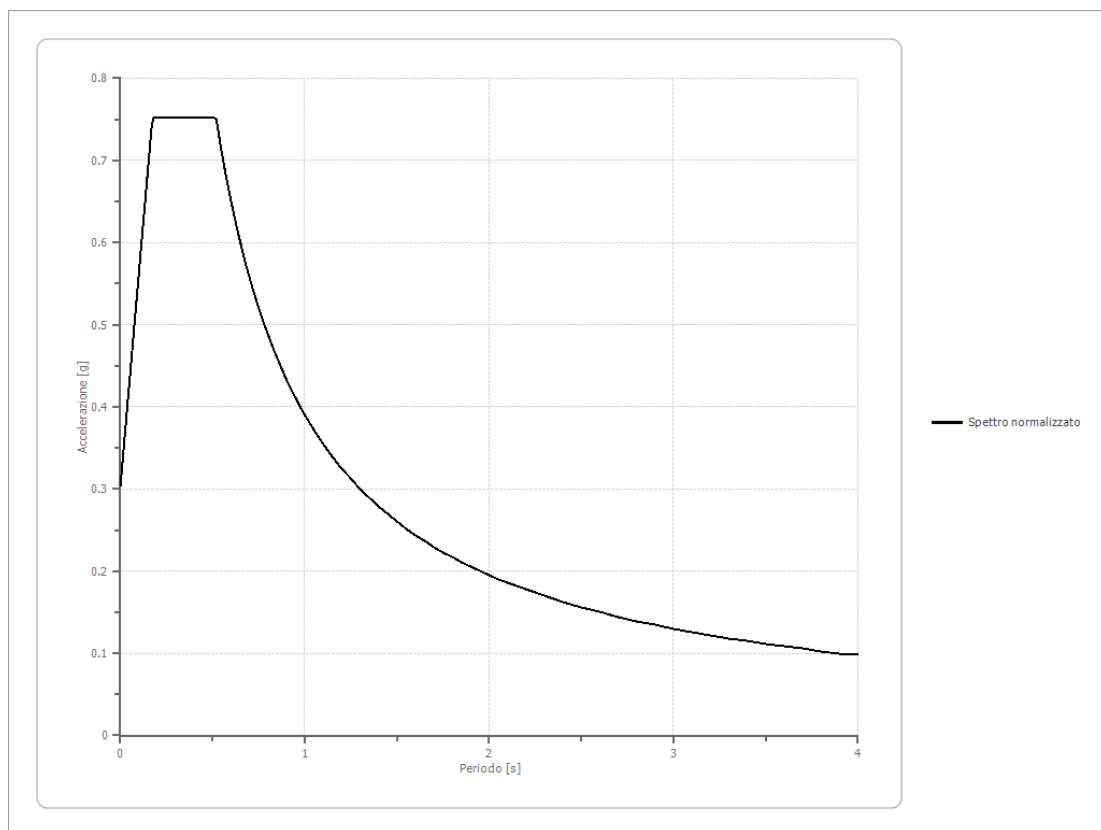
0.24	0.7780	0.50	0.6606	0.94	0.3416	2.15	0.1017		
0.25	0.8097	0.51	0.6585	0.96	0.3186	2.20	0.0975		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3033	0.26	0.7511	0.52	0.7507	0.98	0.3983	2.25	0.1735
0.01	0.3292	0.27	0.7511	0.53	0.7366	1.00	0.3904	2.30	0.1697
0.02	0.3550	0.28	0.7511	0.54	0.7229	1.05	0.3718	2.35	0.1661
0.03	0.3808	0.29	0.7511	0.55	0.7098	1.10	0.3549	2.40	0.1627
0.04	0.4067	0.30	0.7511	0.56	0.6971	1.15	0.3395	2.50	0.1562
0.05	0.4325	0.31	0.7511	0.57	0.6849	1.20	0.3253	2.60	0.1501
0.06	0.4584	0.32	0.7511	0.58	0.6731	1.25	0.3123	2.70	0.1446
0.07	0.4842	0.33	0.7511	0.60	0.6506	1.30	0.3003	2.80	0.1394
0.08	0.5101	0.34	0.7511	0.62	0.6296	1.35	0.2892	2.90	0.1346
0.09	0.5359	0.35	0.7511	0.64	0.6100	1.40	0.2788	3.00	0.1301
0.10	0.5617	0.36	0.7511	0.66	0.5915	1.45	0.2692	3.10	0.1259
0.11	0.5876	0.37	0.7511	0.68	0.5741	1.50	0.2603	3.20	0.1220
0.12	0.6134	0.38	0.7511	0.70	0.5577	1.55	0.2519	3.30	0.1183
0.13	0.6393	0.39	0.7511	0.72	0.5422	1.60	0.2440	3.40	0.1148
0.14	0.6651	0.40	0.7511	0.74	0.5275	1.65	0.2366	3.50	0.1115
0.15	0.6910	0.41	0.7511	0.76	0.5137	1.70	0.2296	3.60	0.1084
0.16	0.7168	0.42	0.7511	0.78	0.5005	1.75	0.2231	3.70	0.1055
0.17	0.7426	0.43	0.7511	0.80	0.4880	1.80	0.2169	3.80	0.1027

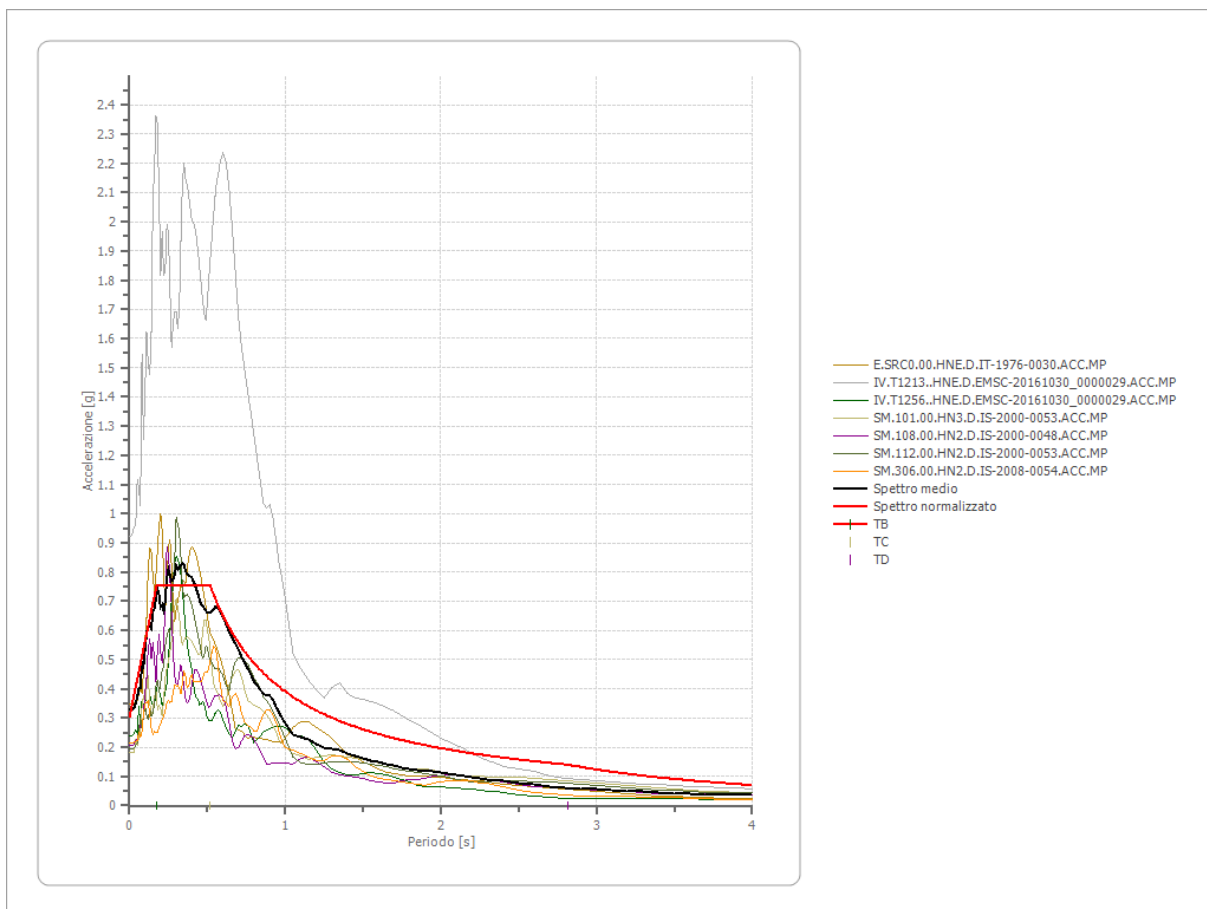
0.18	0.7511	0.44	0.7511	0.82	0.4761	1.85	0.2110	3.90	0.1001
0.19	0.7511	0.45	0.7511	0.84	0.4647	1.90	0.2055	4.00	0.0976
0.20	0.7511	0.46	0.7511	0.86	0.4539	1.95	0.2002		
0.21	0.7511	0.47	0.7511	0.88	0.4436	2.00	0.1952		
0.22	0.7511	0.48	0.7511	0.90	0.4338	2.05	0.1904		
0.23	0.7511	0.49	0.7511	0.92	0.4243	2.10	0.1859		
0.24	0.7511	0.50	0.7511	0.94	0.4153	2.15	0.1816		
0.25	0.7511	0.51	0.7511	0.96	0.4066	2.20	0.1774		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.303	2.476166	--	0.173	0.520	2.813	0.303	0.751	1.451

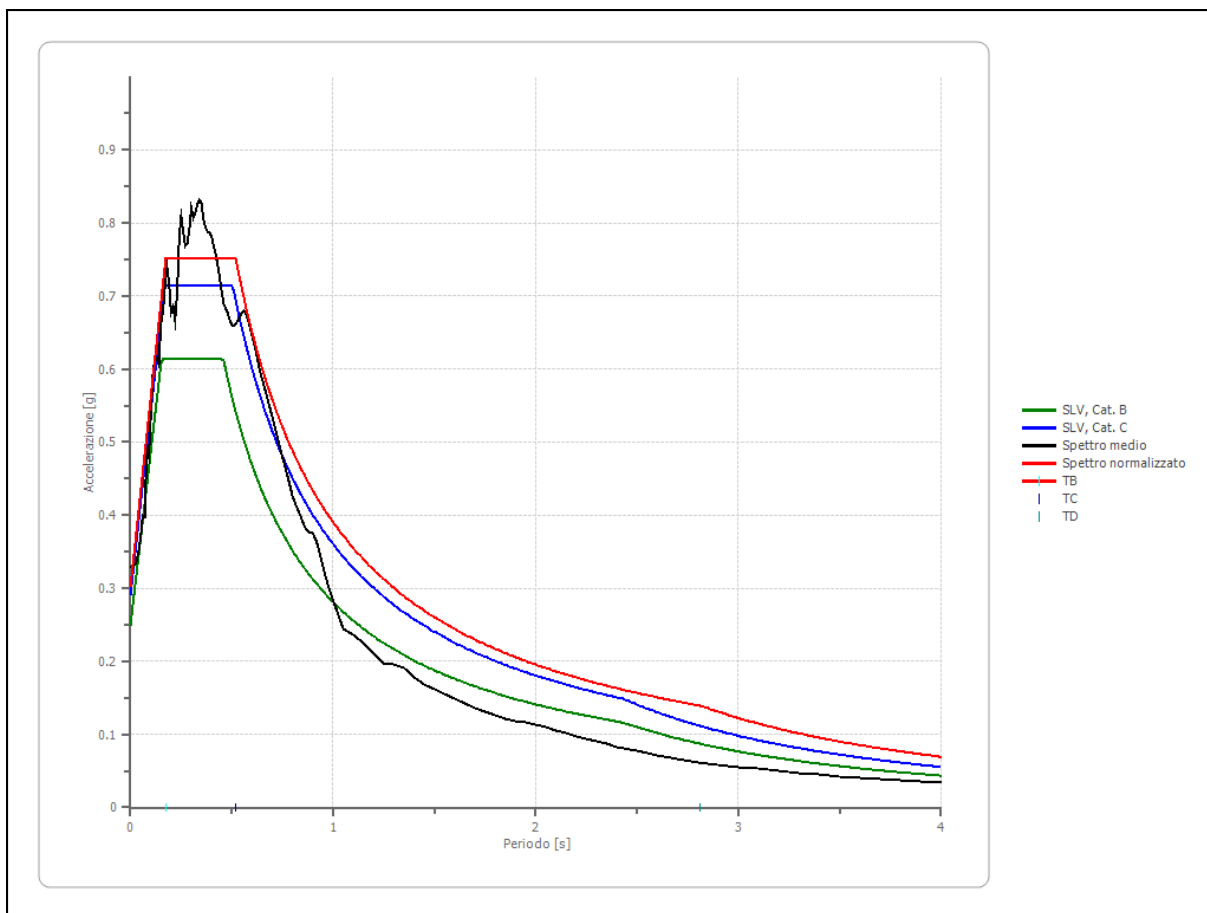
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

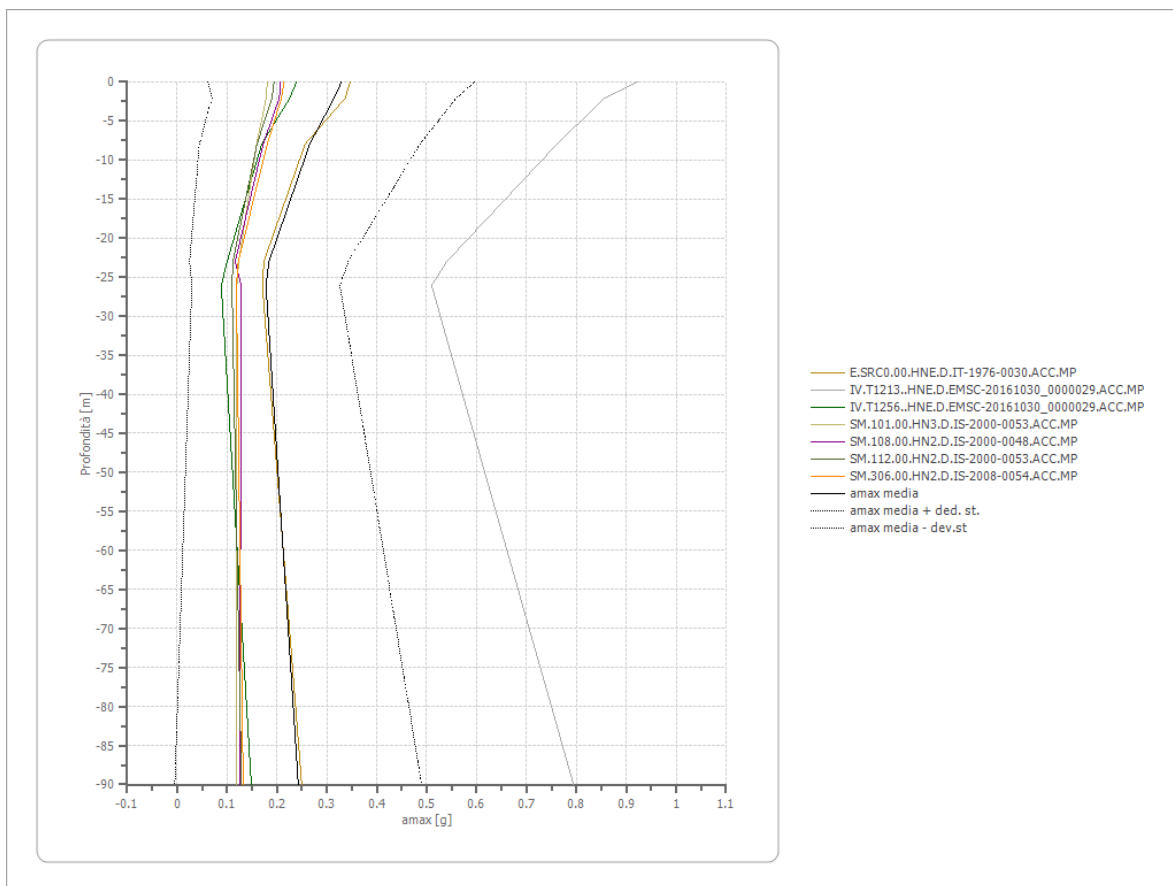
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardi a vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.061	0.078	0.209	0.272	0.061	0.078	0.209	0.272
Fo	2.458	2.441	2.455	2.47	2.458	2.441	2.455	2.47
Tc* [s]	0.289	0.304	0.335	0.342	0.289	0.304	0.335	0.342
Ss	1.20	1.20	1.19	1.13	1.50	1.50	1.39	1.30
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.41	1.40	1.37	1.36	1.58	1.56	1.51	1.50
TB [s]	0.136	0.141	0.153	0.155	0.152	0.158	0.168	0.171
TC [s]	0.407	0.424	0.459	0.466	0.457	0.473	0.505	0.512
TD [s]	1.844	1.912	2.436	2.688	1.844	1.912	2.436	2.688
Se(0) [g]	0.073	0.094	0.250	0.308	0.091	0.117	0.291	0.353
Se(TB) [g]	0.180	0.228	0.613	0.760	0.225	0.286	0.714	0.871


Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	8.0 [m]	23.0 [m]	26.0 [m]	90.0 [m]
E.SRC0.00.HN E.D.IT-1976- 0030.ACC.MP [g]	0.347	0.337	0.256	0.174	0.171	0.250
IV.T1213..HNE .D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.923	0.856	0.761	0.541	0.510	0.794
IV.T1256..HNE .D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.239	0.226	0.169	0.100	0.088	0.149
SM.101.00.HN 3.D.IS-2000- 0053.ACC.MP [g]	0.181	0.178	0.159	0.123	0.120	0.120

SM.108.00.HN 2.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.207	0.205	0.172	0.116	0.128	0.126
SM.112.00.HN 2.D.IS-2000- 0053.ACC.MP [g]	0.194	0.190	0.160	0.112	0.110	0.129
SM.306.00.HN 2.D.IS-2008- 0054.ACC.MP [g]	0.214	0.209	0.181	0.122	0.119	0.132
media [g]	0.329	0.314	0.266	0.184	0.178	0.243
Dev. St. [g]	0.267	0.245	0.221	0.159	0.148	0.247



Elaborazione SLC

Numero di iterazioni 18
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake
 Massimo errore percentuale di convergenza 1.49 E-02

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.170 [s]
Tvi	0.740 [s]
Tao	0.350 [s]
Tvo	0.720 [s]
Sami	7.391 [m/s ²]
Svmi	0.468 [m/s]
Samo	9.555 [m/s ²]
Svmo	0.808 [m/s]
Fa	1.293 [-]
Fv	1.726 [-]
TB	0.177 [s]
TC	0.531 [s]
TD	3.114 [s]
SA(0)	0.378 [g]
SA(TB)	0.974 [g]

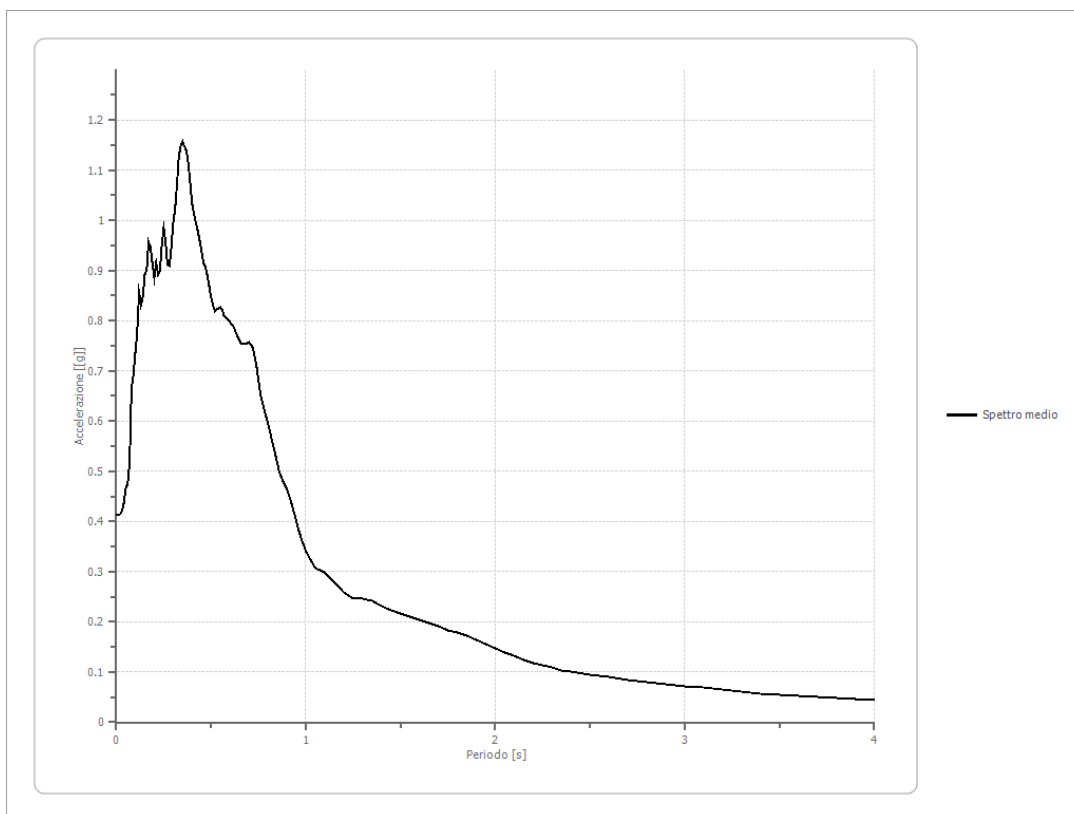
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.114	0.171	0.200	1.499
0.400	0.800	0.176	0.303	0.500	1.724
0.700	1.100	0.174	0.291	0.636	1.676

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.4121	0.26	0.9555	0.52	0.8188	0.98	0.3619	2.25	0.1133
0.01	0.4121	0.27	0.9099	0.53	0.8220	1.00	0.3413	2.30	0.1088
0.02	0.4149	0.28	0.9097	0.54	0.8255	1.05	0.3081	2.35	0.1041
0.03	0.4207	0.29	0.9450	0.55	0.8260	1.10	0.2981	2.40	0.1004
0.04	0.4379	0.30	0.9950	0.56	0.8206	1.15	0.2803	2.50	0.0949
0.05	0.4662	0.31	1.0225	0.57	0.8081	1.20	0.2579	2.60	0.0900
0.06	0.4745	0.32	1.0716	0.58	0.8053	1.25	0.2467	2.70	0.0847
0.07	0.5171	0.33	1.1273	0.60	0.7969	1.30	0.2467	2.80	0.0804
0.08	0.6657	0.34	1.1484	0.62	0.7874	1.35	0.2417	2.90	0.0762
0.09	0.6914	0.35	1.1571	0.64	0.7670	1.40	0.2310	3.00	0.0724
0.10	0.7366	0.36	1.1465	0.66	0.7536	1.45	0.2233	3.10	0.0686
0.11	0.7764	0.37	1.1374	0.68	0.7522	1.50	0.2171	3.20	0.0648
0.12	0.8561	0.38	1.1126	0.70	0.7582	1.55	0.2094	3.30	0.0611
0.13	0.8310	0.39	1.0734	0.72	0.7472	1.60	0.2033	3.40	0.0578
0.14	0.8476	0.40	1.0322	0.74	0.7092	1.65	0.1969	3.50	0.0550
0.15	0.8918	0.41	1.0114	0.76	0.6536	1.70	0.1905	3.60	0.0523
0.16	0.9009	0.42	0.9940	0.78	0.6236	1.75	0.1840	3.70	0.0498
0.17	0.9568	0.43	0.9790	0.80	0.5956	1.80	0.1785	3.80	0.0481
0.18	0.9460	0.44	0.9595	0.82	0.5645	1.85	0.1717	3.90	0.0463
0.19	0.9154	0.45	0.9376	0.84	0.5318	1.90	0.1640	4.00	0.0445

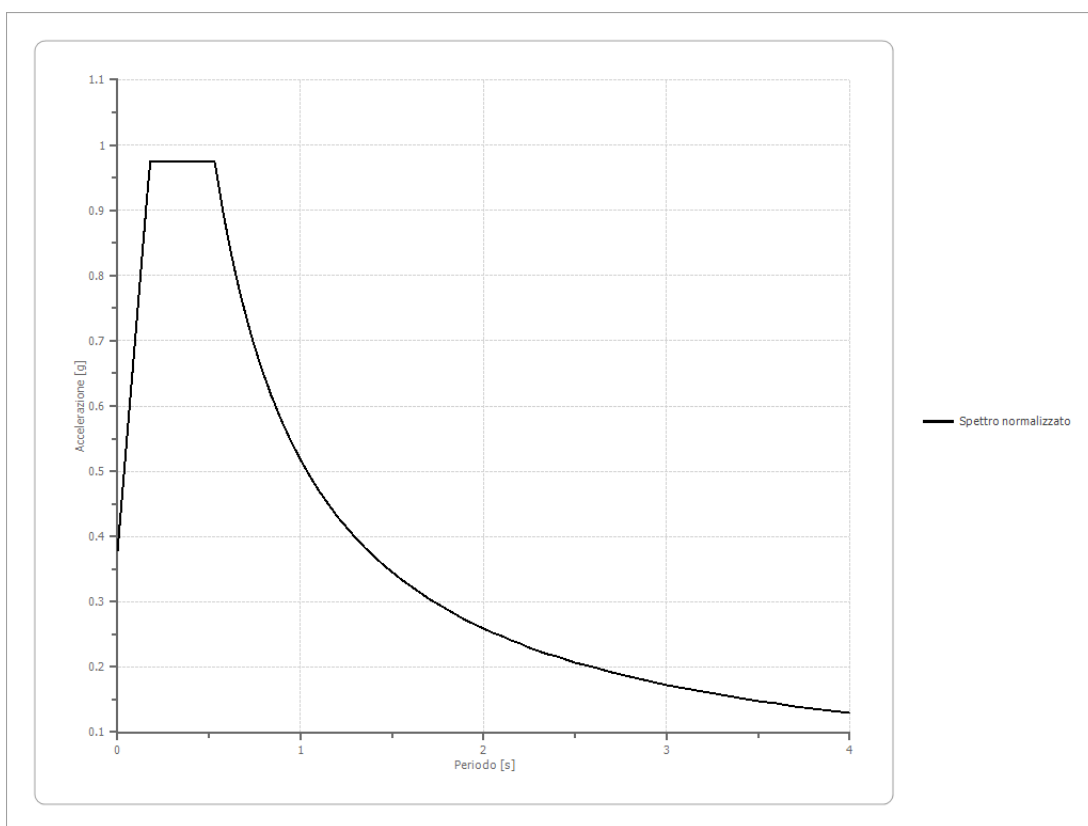
0.20	0.8865	0.46	0.9160	0.86	0.4986	1.95	0.1559		
0.21	0.9141	0.47	0.9061	0.88	0.4788	2.00	0.1474		
0.22	0.8921	0.48	0.8905	0.90	0.4641	2.05	0.1394		
0.23	0.8985	0.49	0.8688	0.92	0.4419	2.10	0.1322		
0.24	0.9498	0.50	0.8455	0.94	0.4139	2.15	0.1251		
0.25	0.9844	0.51	0.8309	0.96	0.3854	2.20	0.1187		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3785	0.26	0.9740	0.52	0.9740	0.98	0.5282	2.25	0.2300
0.01	0.4121	0.27	0.9740	0.53	0.9740	1.00	0.5176	2.30	0.2250
0.02	0.4457	0.28	0.9740	0.54	0.9585	1.05	0.4930	2.35	0.2203
0.03	0.4793	0.29	0.9740	0.55	0.9411	1.10	0.4706	2.40	0.2157
0.04	0.5129	0.30	0.9740	0.56	0.9243	1.15	0.4501	2.50	0.2070
0.05	0.5465	0.31	0.9740	0.57	0.9081	1.20	0.4313	2.60	0.1991
0.06	0.5802	0.32	0.9740	0.58	0.8924	1.25	0.4141	2.70	0.1917
0.07	0.6138	0.33	0.9740	0.60	0.8627	1.30	0.3982	2.80	0.1849
0.08	0.6474	0.34	0.9740	0.62	0.8349	1.35	0.3834	2.90	0.1785
0.09	0.6810	0.35	0.9740	0.64	0.8088	1.40	0.3697	3.00	0.1725
0.10	0.7146	0.36	0.9740	0.66	0.7843	1.45	0.3570	3.10	0.1670
0.11	0.7482	0.37	0.9740	0.68	0.7612	1.50	0.3451	3.20	0.1618
0.12	0.7819	0.38	0.9740	0.70	0.7394	1.55	0.3339	3.30	0.1569
0.13	0.8155	0.39	0.9740	0.72	0.7189	1.60	0.3235	3.40	0.1522

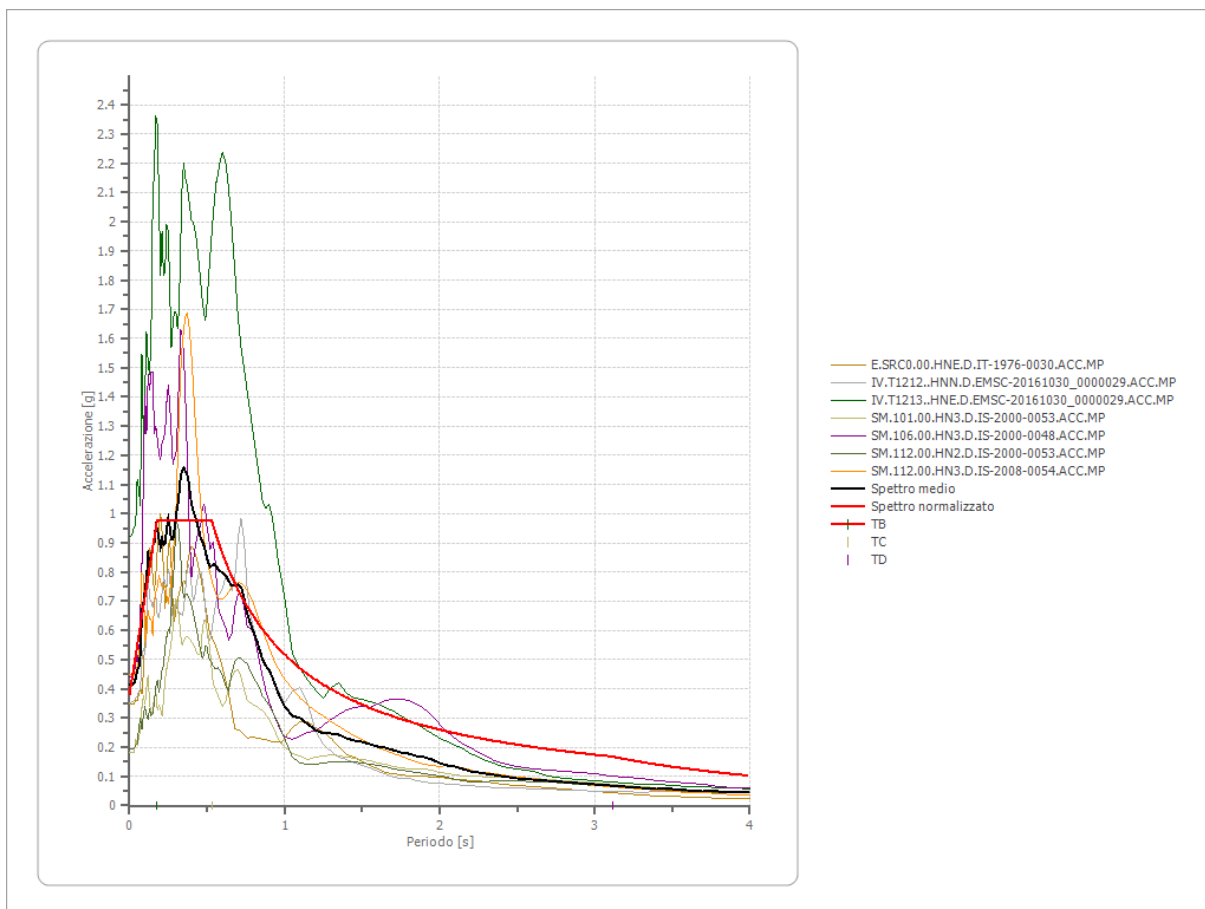
0.14	0.8491	0.40	0.9740	0.74	0.6995	1.65	0.3137	3.50	0.1479
0.15	0.8827	0.41	0.9740	0.76	0.6811	1.70	0.3045	3.60	0.1438
0.16	0.9163	0.42	0.9740	0.78	0.6636	1.75	0.2958	3.70	0.1399
0.17	0.9499	0.43	0.9740	0.80	0.6470	1.80	0.2876	3.80	0.1362
0.18	0.9740	0.44	0.9740	0.82	0.6312	1.85	0.2798	3.90	0.1327
0.19	0.9740	0.45	0.9740	0.84	0.6162	1.90	0.2724	4.00	0.1294
0.20	0.9740	0.46	0.9740	0.86	0.6019	1.95	0.2654		
0.21	0.9740	0.47	0.9740	0.88	0.5882	2.00	0.2588		
0.22	0.9740	0.48	0.9740	0.90	0.5751	2.05	0.2525		
0.23	0.9740	0.49	0.9740	0.92	0.5626	2.10	0.2465		
0.24	0.9740	0.50	0.9740	0.94	0.5507	2.15	0.2407		
0.25	0.9740	0.51	0.9740	0.96	0.5392	2.20	0.2353		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.378	2.573386	--	0.177	0.531	3.114	0.378	0.974	1.391

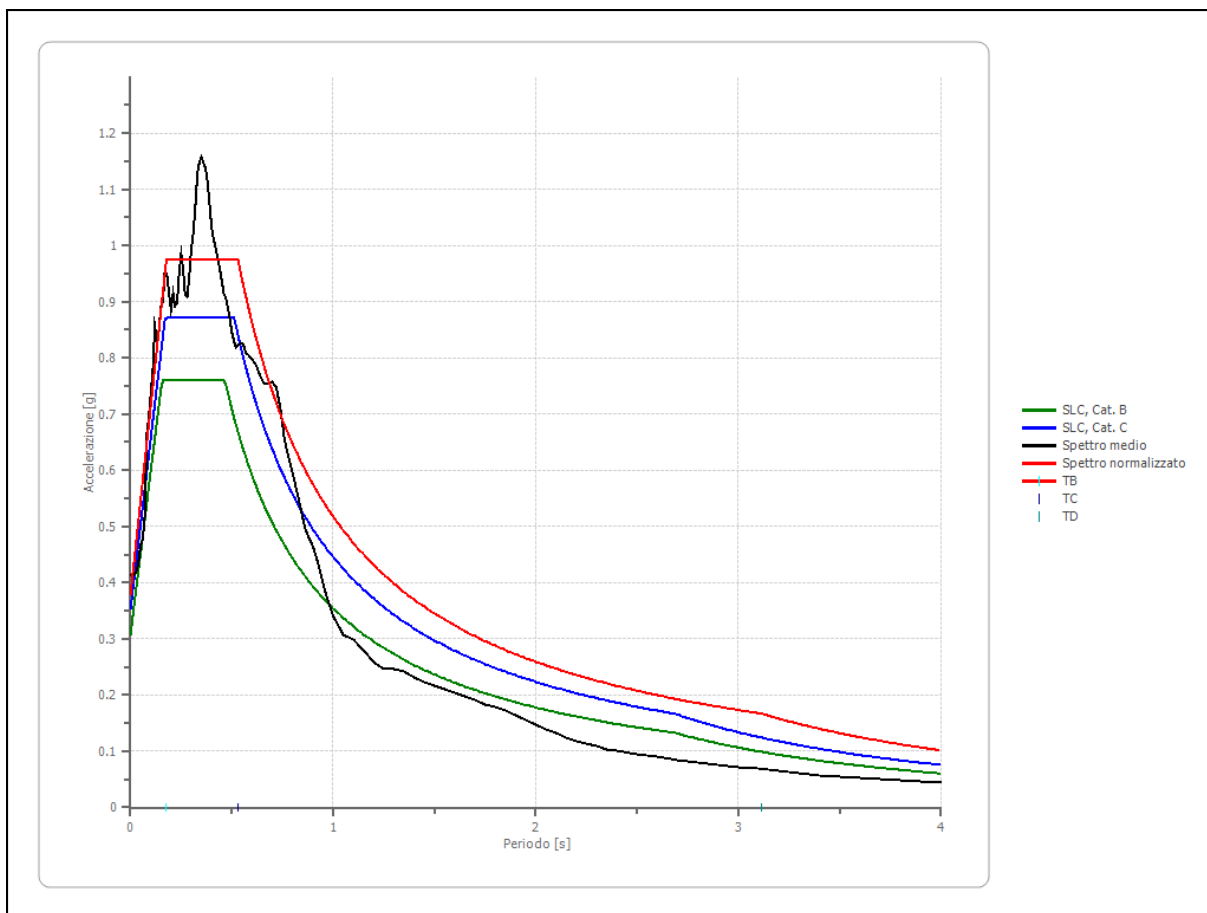
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardi a vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguard ia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.061	0.078	0.209	0.272	0.061	0.078	0.209	0.272
Fo	2.458	2.441	2.455	2.47	2.458	2.441	2.455	2.47
Tc* [s]	0.289	0.304	0.335	0.342	0.289	0.304	0.335	0.342
Ss	1.20	1.20	1.19	1.13	1.50	1.50	1.39	1.30
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.41	1.40	1.37	1.36	1.58	1.56	1.51	1.50
TB [s]	0.136	0.141	0.153	0.155	0.152	0.158	0.168	0.171
TC [s]	0.407	0.424	0.459	0.466	0.457	0.473	0.505	0.512
TD [s]	1.844	1.912	2.436	2.688	1.844	1.912	2.436	2.688
Se(0) [g]	0.073	0.094	0.250	0.308	0.092	0.117	0.291	0.353
Se(TB) [g]	0.180	0.228	0.613	0.760	0.225	0.286	0.714	0.871



Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	8.0 [m]	23.0 [m]	26.0 [m]	90.0 [m]
E.SRC0.00.HN E.D.IT-1976- 0030.ACC.MP [g]	0.347	0.337	0.256	0.174	0.171	0.250
IV.T1212..HN N.D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.352	0.340	0.300	0.260	0.268	0.278
IV.T1213..HNE .D.EMSC- 20161030_0000 029.ACC.MP [g]	0.923	0.856	0.761	0.541	0.510	0.794
SM.101.00.HN 3.D.IS-2000- 0053.ACC.MP [g]	0.181	0.178	0.159	0.123	0.120	0.120

SM.106.00.HN 3.D.IS-2000- 0048.ACC.MP [g]	0.440	0.423	0.373	0.305	0.290	0.344
SM.112.00.HN 2.D.IS-2000- 0053.ACC.MP [g]	0.194	0.190	0.160	0.112	0.110	0.129
SM.112.00.HN 3.D.IS-2008- 0054.ACC.MP [g]	0.449	0.446	0.432	0.257	0.224	0.334
media [g]	0.412	0.396	0.349	0.253	0.242	0.321
Dev. St. [g]	0.249	0.228	0.208	0.146	0.137	0.227

Jesi, li 10/06/2023

IL GEOLOGO

(Per Studio GEO TEC)

(Dott. Geol. Stefano Giuliani)



ALLEGATI alla presente Relazione :

Stralcio C.T.R. 1:5000, Stralcio Carta Geologica Area in esame, Stralcio P.A.I Area in esame., Stralcio MOPS Area in esame, Planimetria Area e posizione sondaggi ed indagini geofisiche, Stratigrafie e Grafici Sondaggi eseguiti con foto cassette catalogatrici ed elaborazioni geotecniche, Analisi Geotecniche di Laboratorio, Calcoli Geotecnici orientativi di Portanza e Cedimenti Fondazioni Superficiali, Sezione Geologica A – A' Scala 1:100....appendice



Stralcio C.T.R. 1:5000

OSTERIA

STAZIONE DI
CENTOBUCCHI

CASA MARCOZZI

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)

	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali ghiaia, sabbia
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie sabbiose, sabbie limose
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuali sabbie prevalenti

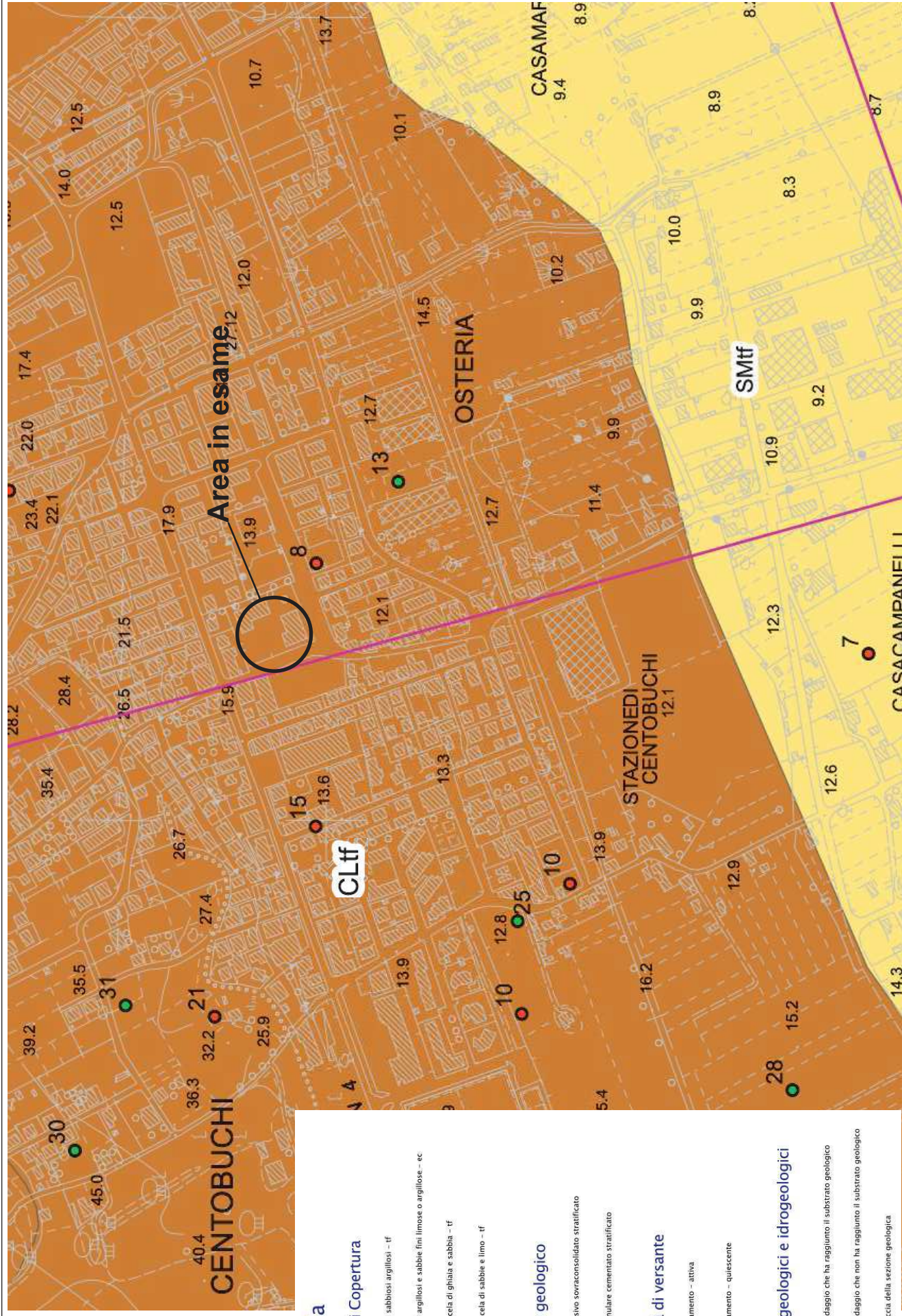
SISTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)

	MTbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie limi e argille
--	------	--

SUPERSISTEMA COLLE ULIVO COLONIA MONTANI (PLEISTOCENE MEDIO FINALE)

	ACbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie
--	------	---





LEGENDA :

S1

Sondaggio Geologico a carotaggio continuo con prelievo campioni

Cpt1

Sondaggio Penetrometrico Statico Cone Penetration Test

Masw

Stendimento sismico Masw

Hvsr

Acquisizione Geofisica H/V

Traccia di Sezione Geologica



GEO/tec

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA

Giuliani Dr. Geol. Stefano

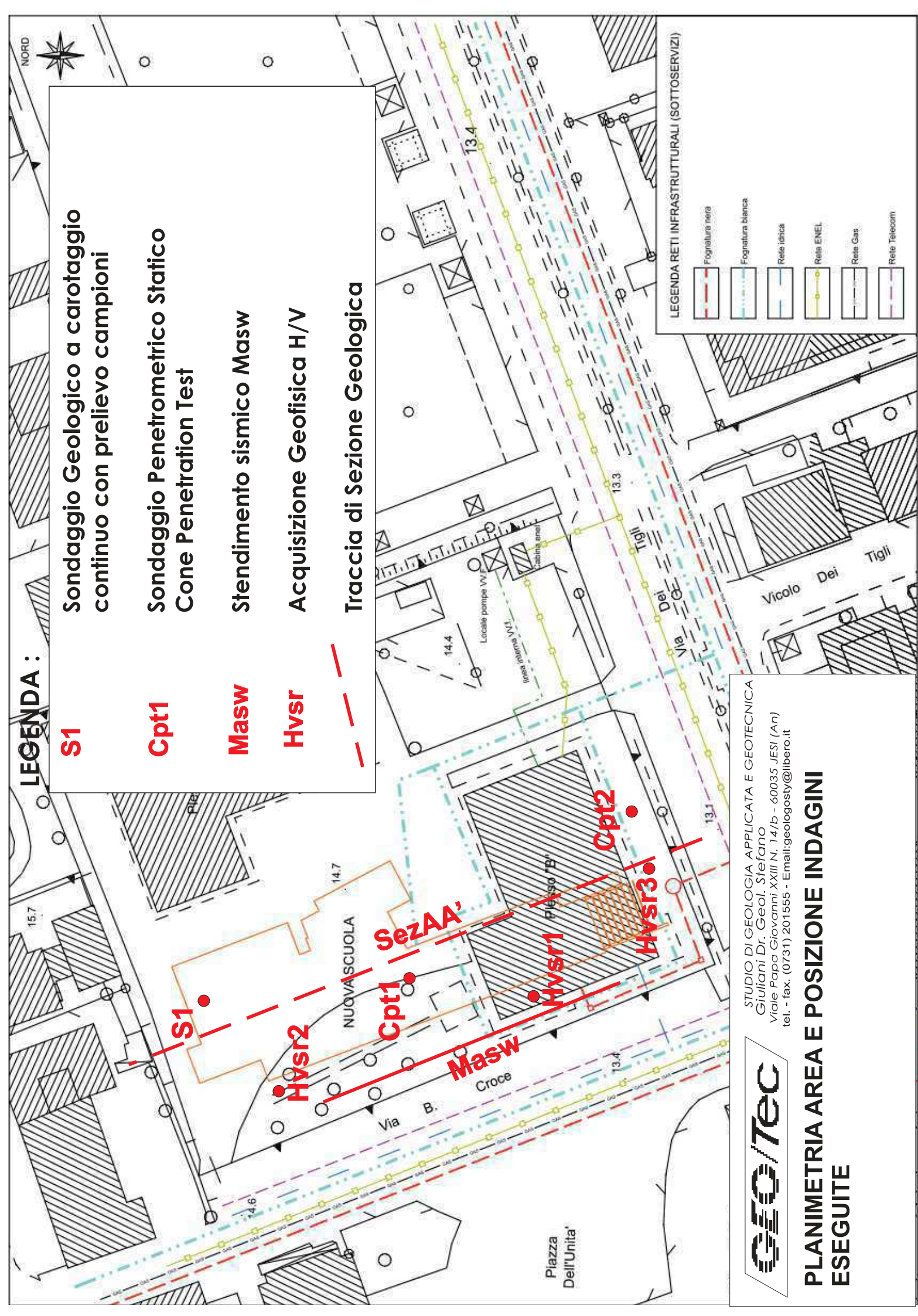
Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (An)

tel. - fax. (0731) 201555 - Email: geology@ilbero.it

**PLANIMETRIA AREA E POSIZIONE INDAGINI
ESEGUITE**

LEGENDA RETI INFRASTRUTTURALI (SOTTOSERVIZI)

	Fognatura nera
	Fognatura bianca
	Rete idrica
	Rete ENEL
	Rete Gas
	Rete Telecom





Sito : Scuola Primaria B. Croce

Data: 29/05/2023

Pagina: 1 di 2

Lavoro : Comune di Monteprandone

Sonda : Ø 110 mm. Carotaggio continuo standard

Cantiere : Via B. Croce

GEO/Tec

Sondaggio N° : **1**

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA
Giuliani Dr. Geol. Stefano Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (An)

Prove Lab.	Camp.	Profondità MT.	Litologia	Misure Grani				Descrizione Litostratigrafica	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Falda Acquifera	N spt
				Mud VF	F M	C	Gravel Cobble					
								Stabilizzato Calcareo - Ghiaie				
		1.0						Terreno vegetale argilloso bruno con trovanti				
		2.0						Limo sabbioso-argilloso compatto con elementi arenacei inclusi	4,0			
		3.0						Limo argillo sabbioso nocciola	4,0			
	C1	4.0						Limo sabbioso-argilloso nocciola compressibile	2,8			
		5.0							0,7			
		6.0						Limo argilloso-sabbioso nocciola localmente brunastro (4,3 - 5,5)	1,8			
		7.0							2,2			
		8.0							3,2			
		9.0							2,0			
		10.0						Limo argilloso-sabbioso nocciola localmente plastico umido e compressibile da mt. 6-7	1,1			
	C2	11.0							0,9			
		12.0							0,9			
		13.0							1,2			
		14.0							1,6			
		15.0							0,8			
		16.0						Elementi arenacei in matrice limosa	0,9			
		17.0						Limo argillo sabbioso	1,0			
		18.0						Limo con ghiaie sparse	1,3			
		19.0						Limo argilloso lievemente sabbioso nocciola				
		20.0						Limo con ghiaie sparse	1,5			
		21.0							1,5			
		22.0						Limo argilloso lievemente sabbioso nocciola	1,5			
		23.0							1,7			
		24.0							1,8			
		25.0						Sabbie grigiastre arenacee	1,8			

H₂O

Note: Falda acquifera rilevata a mt. 7,70



Sito : Scuola Primaria B. Croce

Data: 29/05/2023

Pagina: 2 di 2

Lavoro : Comune di Monteprendone

Sonda : Ø 110 mm. Carotaggio continuo standard

Cantiere : Via B. Croce



Sondaggio N° : 1

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA
Giuliani Dr. Geol. Stefano Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (An)

Prove Lab.	Camp.	Profondità MT.	Litologia	Misure Grani					Descrizione Litostratigrafica	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Falda Acquifera	N spt
				Mud VF	F	M	Gravel	Cobble					
		25.0							Sabbie grigiastre con elementi arenacei				
		26.0							Substrato Pliocenico - argille marnose grigiastre compatte	3,8			
		27.0								3,8			
		28.0								4,5			
		29.0								5,0			
		30.0											
		31.0											
		32.0											
		33.0											
		34.0											
		35.0											
		36.0											
		37.0											
		38.0											
		39.0											
		40.0											
		41.0											
		42.0											
		43.0											
		44.0											
		45.0											
		46.0											
		47.0											
		48.0											
		49.0											
		50.0											

Note: Falda acquifera a mt. 7,70



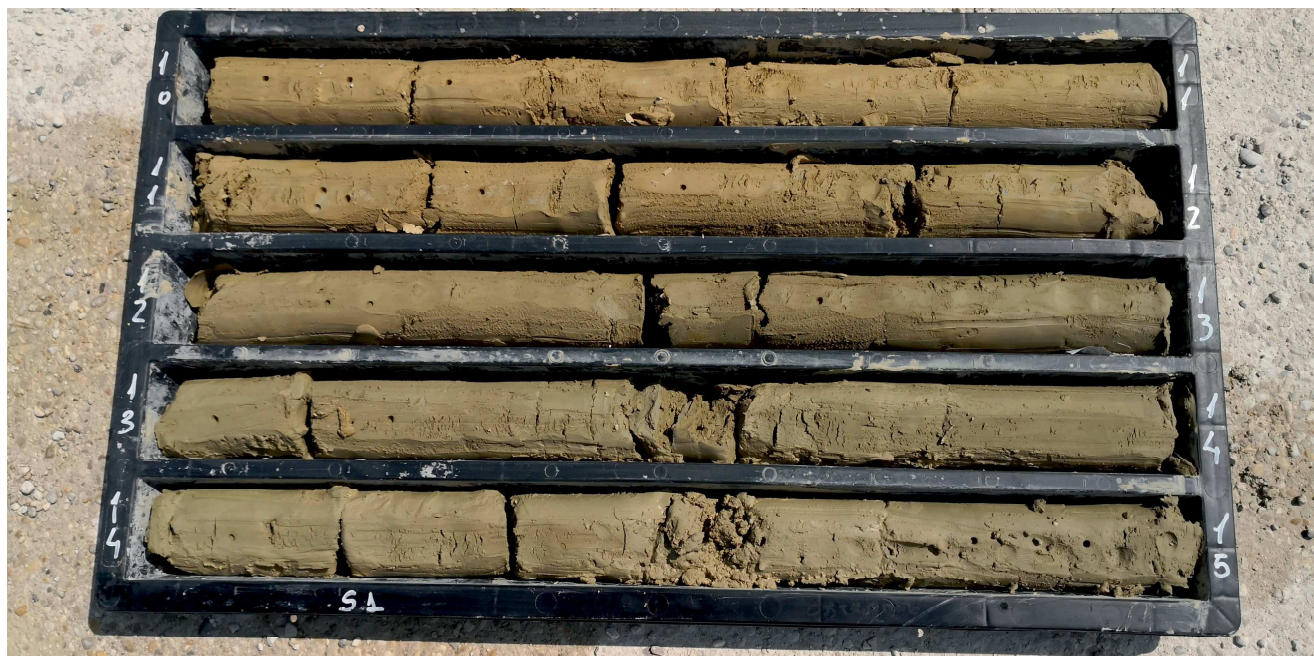
Postazione di Sondaggio S1



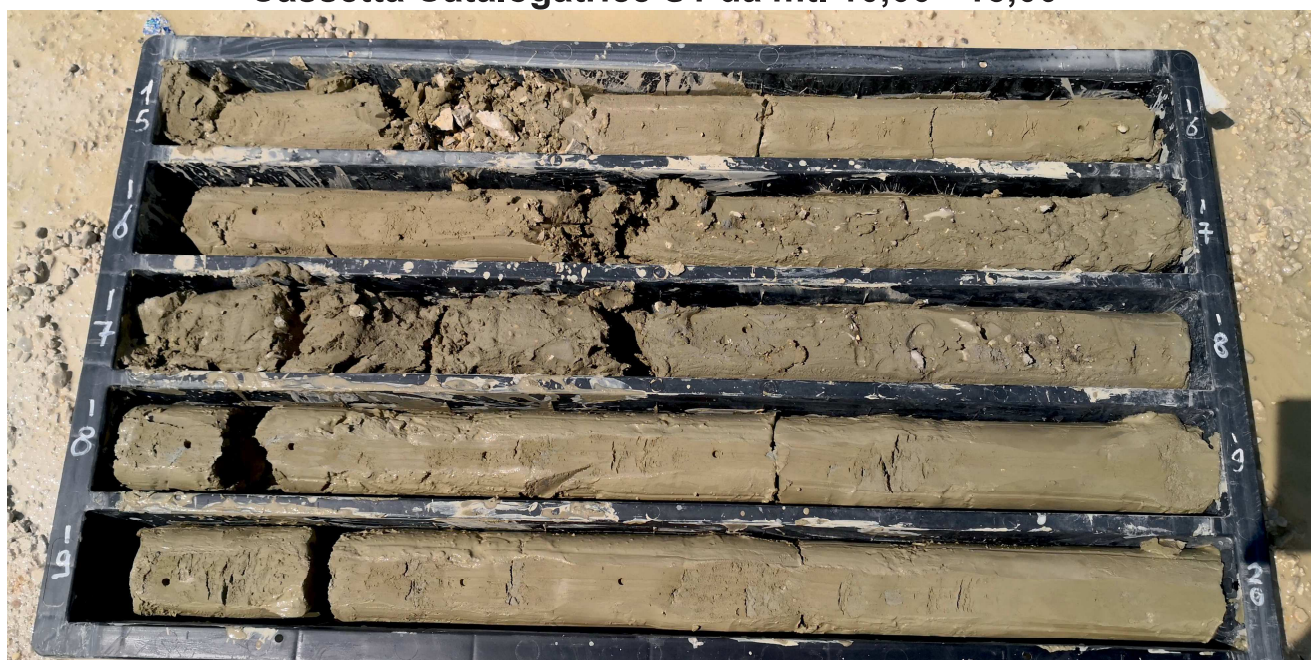
Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 0,00 - 5,00



Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 5,00 - 10,00



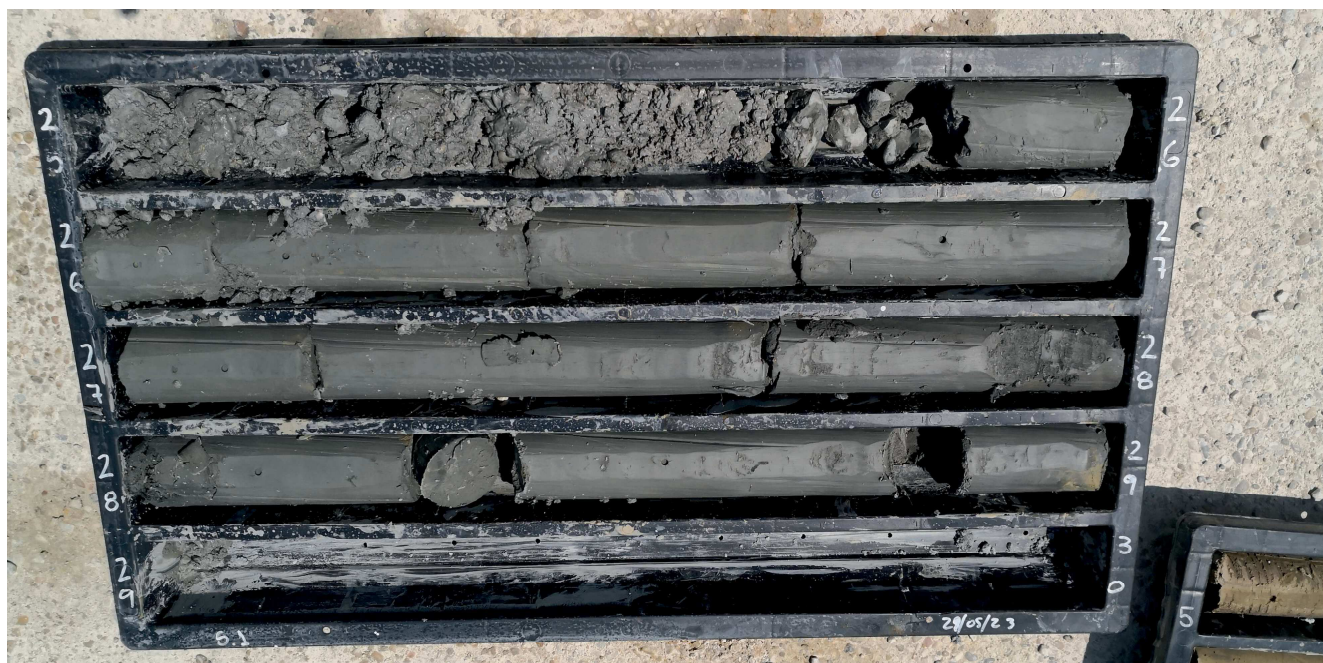
Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 10,00 - 15,00



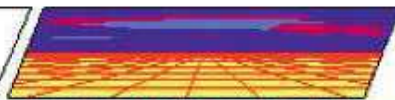
Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 15,00 - 20,00



Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 20,00 - 25,00



Cassetta Catalogatrice S1 da mt. 25,00 - 29,00



Probe CPT - Cone Penetration Nr.1

Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:

Cantiere:

Località:

COMUNE DI MONTEPRANDONE

MONTEPRANDONE (AP)

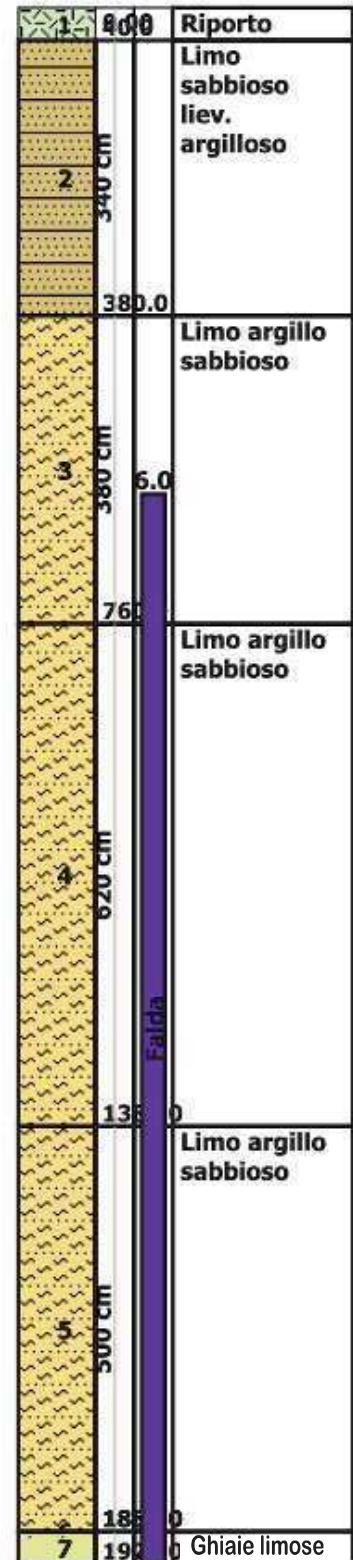
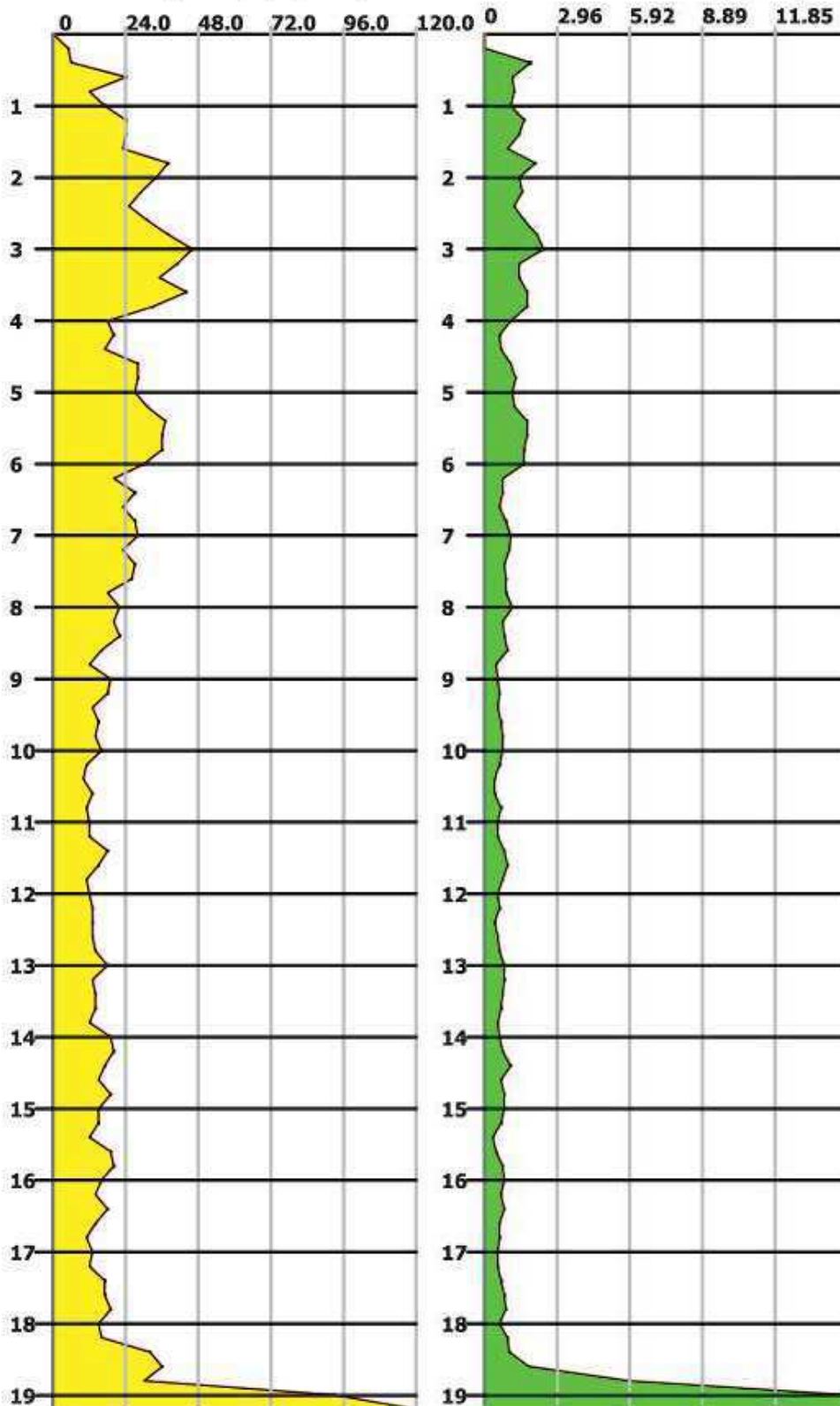
VIA B. CROCE

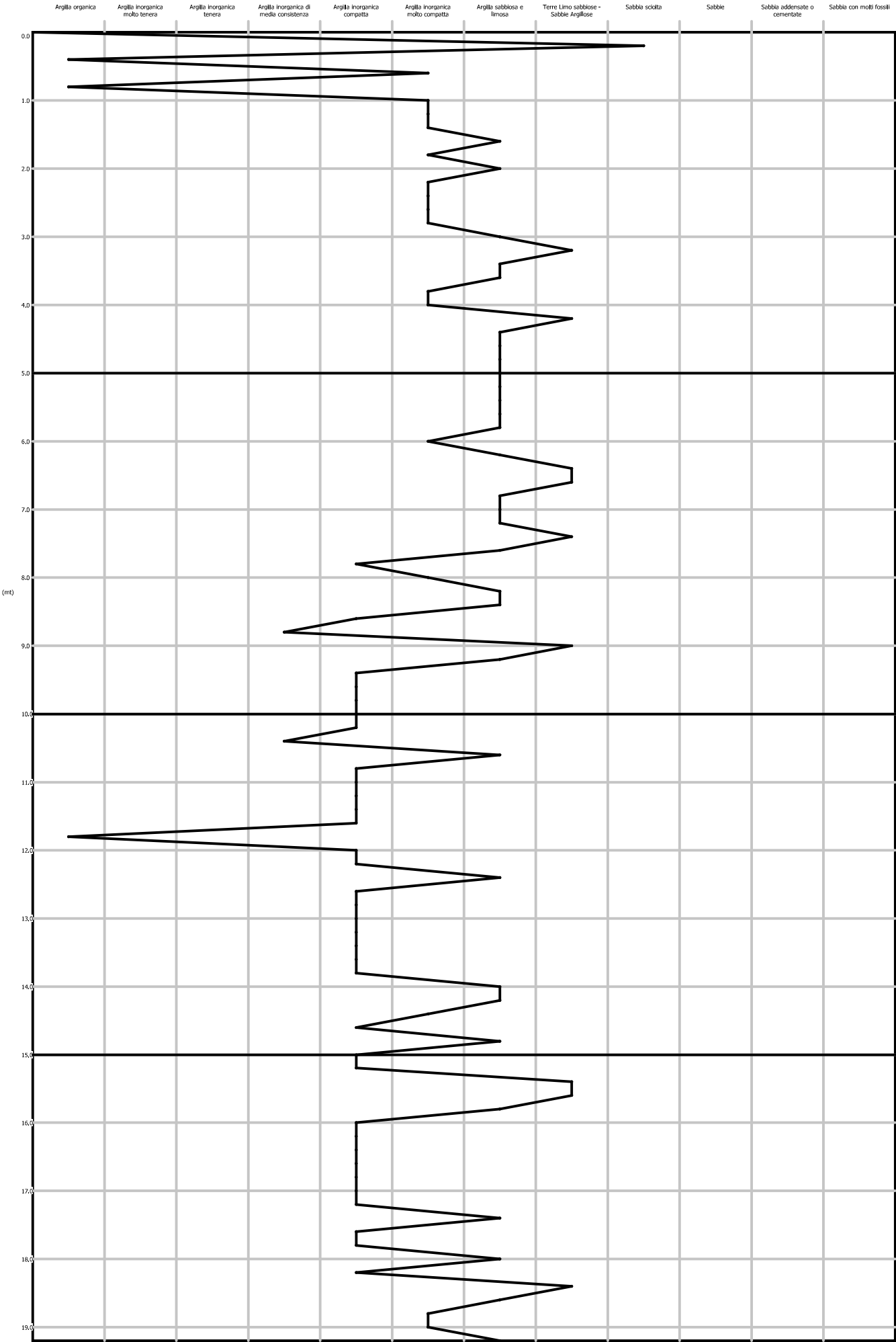
Data: 29/05/2023

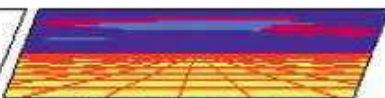
Resistenza punta Q_c (Kg/cm²)

Resistenza laterale F_s (Kg/cm²)

Interpretazione Stratigrafica (Schmertma)





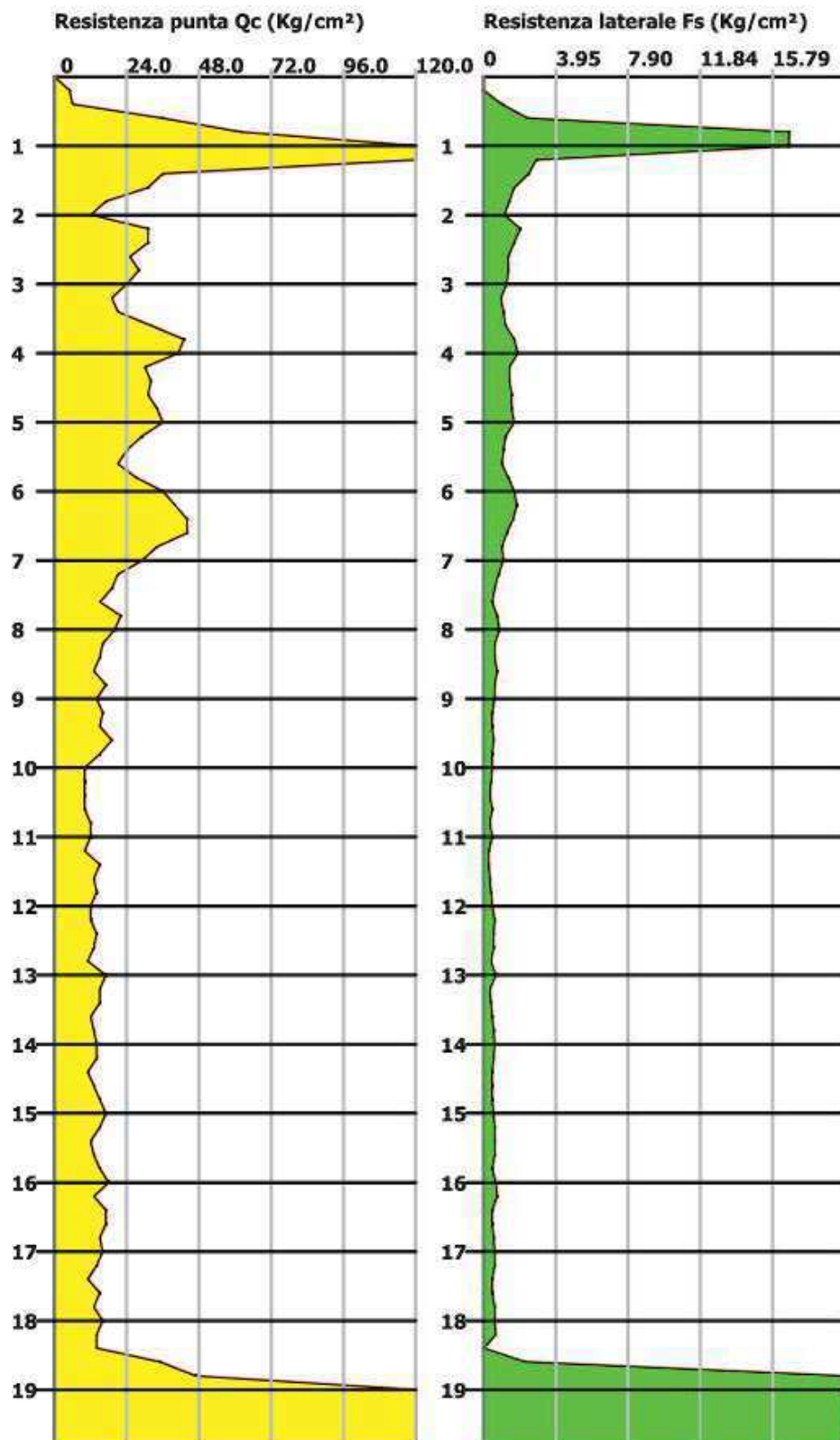


Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Cantiere:
Località:

COMUNE DI MONTEPRANDONE
MONTEPRANDONE (AP)
VIA B. CROCE

Data: 29/05/2023



Interpretazione Stratigrafica (Schmertman)

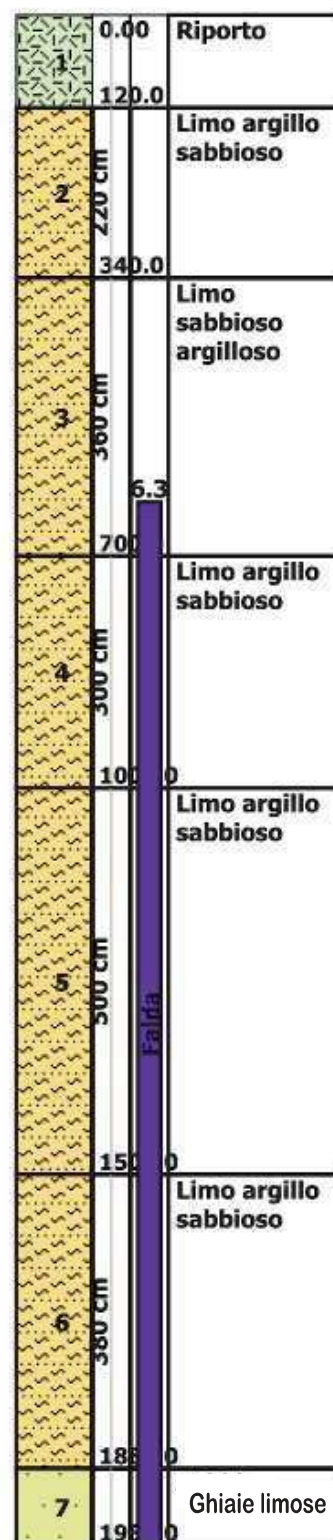
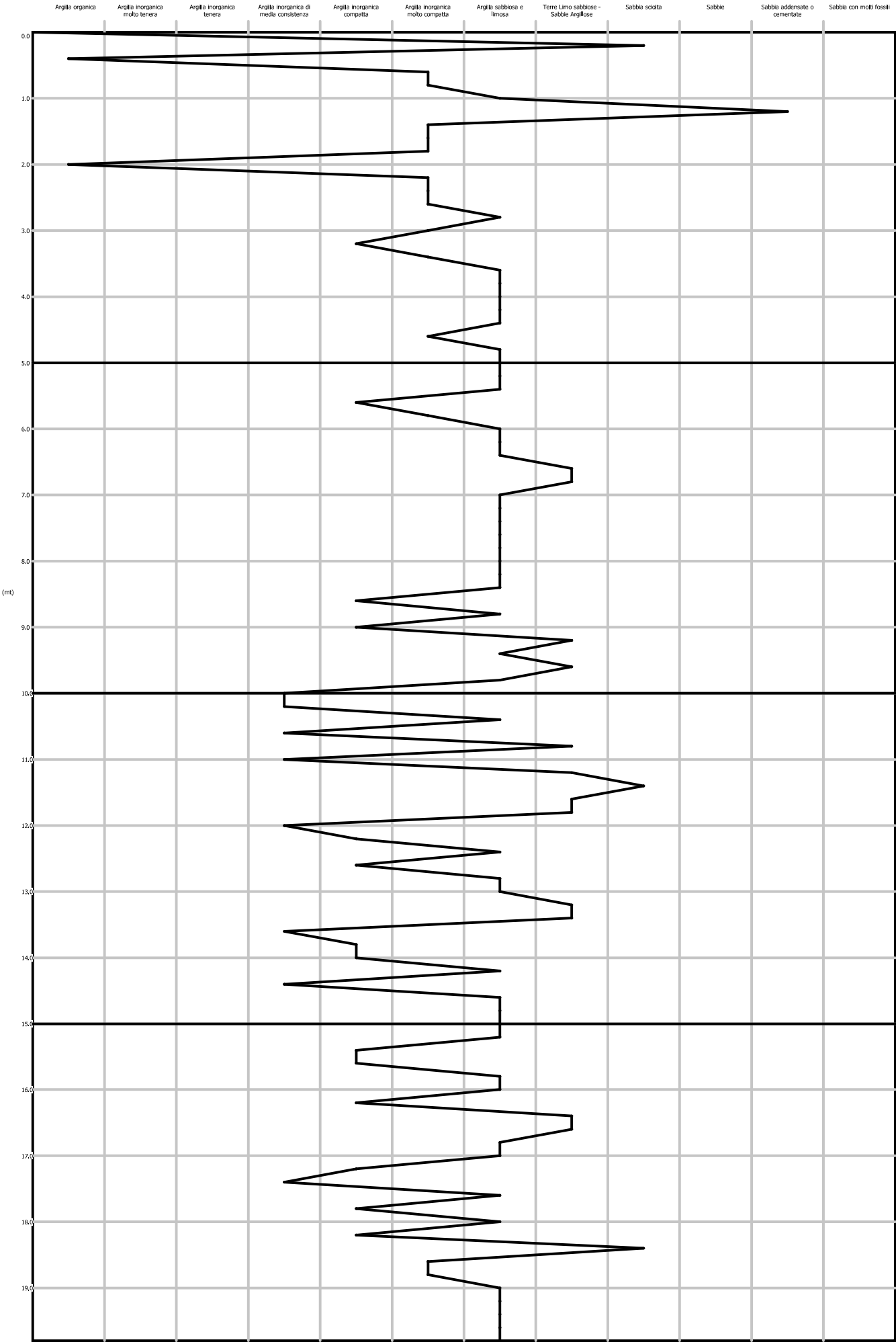


GRAFICO PROFONDITA' / VALUTAZIONI LITOLOGICHE (Schmertmann 1978)
PROVA: Nr.2



CONE PENETRATION TEST CPT n. 1 - 2 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Committente: COMUNE DI MONTEPRANDONE
Cantiere: SCUOLA PRIMARIA B. CROCE -
MONTEPRANDONE (AP)
Località: VIA B. CROCE

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Indagini in sito eseguite e certificate sotto la responsabilità del Geologo professionista, in conformità dell'art. 41 del DPR 328/2001 nell'ambito dello svolgimento delle attività professionali di Geologo

Timbro e firma



Postazione di Prova Cpt1



Postazione di Prova Cpt2



PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(CONE PENETRATION TEST)
CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	\varnothing	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "**STATIC PROBING**" della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$\begin{aligned} A_p &= \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2 \\ A_m &= \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2 \\ C_t &= \text{costante di trasformazione} = 10 \end{aligned}$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$\begin{aligned} Q_c (RP) &= (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2 && \text{Resistenza alla punta} \\ Q_l (RL) (fs) &= [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2 && \text{Resistenza laterale} \end{aligned}$$

$$Q_c (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Q_l (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

N.B. - $A_p = 10 \text{ cm}^2$ e $A_m = 150 \text{ cm}^2$
 - la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

La prova penetrometrica statica con Piezocono è standardizzata dall'ASTM D-3441 ed è compresa nella "Raccomandazione" ISSMFE per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1989).

Tale prova permette di valutare la resistenza meccanica dei terreni e mediante l'utilizzo del piezocono, ovvero una particolare punta elettrica munita anche di un filtro poroso, situato o nel cono o subito dietro la base del cono,

collegato ad un trasduttore di pressione consente la misura, senza soluzioni di continuità, durante la penetrazione, della resistenza alla punta (q_c), dell'attrito laterale locale (f_s), e della pressione interstiziale (U) in corrispondenza dell'elemento poroso.

Inoltre, alle quote volute la penetrazione può essere interrotta per eseguire misure di dissipazione delle eventuali sovrappressioni neutre indotte dall'infissione.

Particolare attenzione deve essere prestata per la saturazione del setto poroso prima del suo utilizzo.

Tali prove possono interessare solo terreni saturi che non provocano l'areazione del setto poroso precedentemente saturato inficiandone le misure.

Punta conica fissa, interamente solidale con il movimento delle aste cave, con le seguenti dimensioni:

- diametro di base del cono: $\phi_{bc} = 34,8 \div 36,0 \text{ mm}$;
- angolo di apertura del cono: 60°
- La punta permetterà la misura di :
 - resistenza alla punta q_c ;
 - resistenza per attrito laterale f_s ;
- pressione interstiziale $u + \Delta u$.

Il parametro f_s sarà relativo ad un manicotto di attrito liscio con le seguenti dimensioni:

- diametro $\phi_{ma} = \phi_{bc} + 0,35 \text{ mm}$;
- superficie laterale $A_{ma} = 147 \div 153 \text{ cm}^2$.

Il manicotto sarà posizionato subito sopra il cono.

Il parametro $u + \Delta u$ (pressione neutra + sovrappressione interstiziale indotta) sarà misurato confiltro poroso intercambiabile, posto preferibilmente alla base del cono.

La punta di tipo elettrico è strumentata con celle di carico estensimetriche con i seguenti fondoscala:

- 5000 kg. per q_c ;
- 750 kg. per f_s .

Una attenta interpretazione della CPTU permette di ricavare (oltre alla litologia) molti parametri del terreno e soprattutto una "fotografia" della situazione idraulica del sottosuolo in termini di zone ad elevata o bassa permeabilità, pressioni interstiziali negli strati sabbiosi, parametri di consolidazione negli strati coesivi.

Nelle moderne attrezzature i valori vengono rilevati (campionati dato che si tratta di una prova continua) ogni 1 o 2 cm, permettendo di ottenere un grande dettaglio del sottosuolo

Soil Type	D_r	Ψ	K_o	OCR	S_t	s_u	ϕ	E, G^*	M	G_o^*	k	c_h
Sand	2-3	2-3		5			2-3	3-4		2-3	3	3-4
Clay			2	1	2	1-2	4	3-4	4	3-4	2-3	2-3

Table 4 Perceived applicability of CPTU for deriving soil parameters

1 = high; 2 = high to moderate; 3 = moderate; 4 = moderate to low; 5 = low reliability;
Blank = no applicability

Where:

D_r	Relative density	ϕ	Friction angle
Ψ	State Parameter	K_o	In-situ stress ratio
E, G	Young's and Shear moduli	G_o	Small strain shear moduli
OCR	Over consolidation ratio	M (or m_v)	Compressibility
s_u	Undrained shear strength	S_t	Sensitivity
c_h	Coefficient of consolidation	k	Permeability

Perceived applicability of geotechnical parameters (Tom Lunne 2010)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Elaborazione Statistica sul singolo strato considerato omogeneo

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato per condizioni di elevati volumi coinvolti) o un valore caratteristico desunto dalla statistica; i valori utilizzati ed applicati in immissione nel ns. caso per valutare un valore caratteristico del parametro Q_c (ai sensi delle NTC 2008-2018) risulta :

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $Q_{c,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione :

$$Q_{c,k} = Q_{c, medio} - 1,645 * (\sigma_{Q_c})$$

dove σ_{Q_c} è la deviazione standard di Q_c

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)

PROVA ... Nr.1

Committente: COMUNE DI MONTEPRANDONE	
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)	
Prova eseguita in data: 29/05/2023	
Profondità prova: 19.20 mt	
Località: VIA B. CROCE	

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	5.00	5.0	5.0	0.0		0.0
0.40	6.00	6.0	6.0	1.866667	3.214	31.1
0.60	24.00	52.0	24.0	1.133333	21.176	4.7
0.80	12.00	29.0	12.0	1.2	10.0	10.0
1.00	17.00	35.0	17.0	1.066667	15.937	6.3
1.20	24.00	40.0	24.0	1.6	15.0	6.7
1.40	24.00	48.0	24.0	1.4	17.143	5.8
1.60	23.00	44.0	23.0	0.933333	24.643	4.1
1.80	38.00	52.0	38.0	2.066667	18.387	5.4
2.00	34.00	65.0	34.0	1.4	24.286	4.1
2.20	29.00	50.0	29.0	1.533333	18.913	5.3
2.40	25.00	48.0	25.0	1.2	20.833	4.8
2.60	31.00	49.0	31.0	1.6	19.375	5.2
2.80	38.00	62.0	38.0	2.133333	17.813	5.6
3.00	46.00	78.0	46.0	2.4	19.167	5.2
3.20	41.00	77.0	41.0	1.4	29.286	3.4
3.40	35.00	56.0	35.0	1.4	25.0	4.0
3.60	44.00	65.0	44.0	1.733333	25.385	3.9
3.80	33.00	59.0	33.0	1.733333	19.038	5.3
4.00	18.00	44.0	18.0	1.066667	16.875	5.9
4.20	20.00	36.0	20.0	0.6	33.333	3.0
4.40	17.00	26.0	17.0	0.666667	25.5	3.9
4.60	28.00	38.0	28.0	1.066667	26.25	3.8
4.80	28.00	44.0	28.0	1.266667	22.105	4.5
5.00	27.00	46.0	27.0	1.133333	23.824	4.2
5.20	31.00	48.0	31.0	1.2	25.833	3.9
5.40	37.00	55.0	37.0	1.733333	21.346	4.7
5.60	36.00	62.0	36.0	1.733333	20.769	4.8
5.80	36.00	62.0	36.0	1.6	22.5	4.4
6.00	30.00	54.0	30.0	1.6	18.75	5.3
6.20	20.00	44.0	20.0	0.733333	27.273	3.7
6.40	27.00	38.0	27.0	0.733333	36.818	2.7
6.60	23.00	34.0	23.0	0.6	38.333	2.6
6.80	27.00	36.0	27.0	0.866667	31.154	3.2
7.00	28.00	41.0	28.0	1.066667	26.25	3.8
7.20	23.00	39.0	23.0	1.0	23.0	4.3
7.40	27.00	42.0	27.0	0.8	33.75	3.0

7.60	26.00	38.0	26.0	0.866667	30.0	3.3
7.80	18.00	31.0	18.0	0.866667	20.769	4.8
8.00	22.00	35.0	22.0	1.133333	19.412	5.2
8.20	20.00	37.0	20.0	0.733333	27.273	3.7
8.40	22.00	33.0	22.0	0.8	27.5	3.6
8.60	16.00	28.0	16.0	0.933333	17.143	5.8
8.80	12.00	26.0	12.0	0.466667	25.714	3.9
9.00	19.00	26.0	19.0	0.533333	35.625	2.8
9.20	18.00	26.0	18.0	0.6	30.0	3.3
9.40	13.00	22.0	13.0	0.533333	24.375	4.1
9.60	15.00	23.0	15.0	0.666667	22.5	4.4
9.80	14.00	24.0	14.0	0.733333	19.091	5.2
10.00	16.00	27.0	16.0	0.733333	21.818	4.6
10.20	11.00	22.0	11.0	0.6	18.333	5.5
10.40	10.00	19.0	10.0	0.4	25.0	4.0
10.60	13.00	19.0	13.0	0.4	32.5	3.1
10.80	11.00	17.0	11.0	0.666667	16.5	6.1
11.00	12.00	22.0	12.0	0.533333	22.5	4.4
11.20	12.00	20.0	12.0	0.533333	22.5	4.4
11.40	18.00	26.0	18.0	0.8	22.5	4.4
11.60	15.00	27.0	15.0	0.933333	16.071	6.2
11.80	11.00	25.0	11.0	0.733333	15.0	6.7
12.00	12.00	23.0	12.0	0.533333	22.5	4.4
12.20	13.00	21.0	13.0	0.6	21.667	4.6
12.40	13.00	22.0	13.0	0.4	32.5	3.1
12.60	13.00	19.0	13.0	0.533333	24.375	4.1
12.80	14.00	22.0	14.0	0.6	23.333	4.3
13.00	18.00	27.0	18.0	0.8	22.5	4.4
13.20	13.00	25.0	13.0	0.8	16.25	6.2
13.40	14.00	26.0	14.0	0.733333	19.091	5.2
13.60	14.00	25.0	14.0	0.666667	21.0	4.8
13.80	12.00	22.0	12.0	0.533333	22.5	4.4
14.00	19.00	27.0	19.0	0.6	31.667	3.2
14.20	20.00	29.0	20.0	0.733333	27.273	3.7
14.40	17.00	28.0	17.0	1.066667	15.937	6.3
14.60	15.00	31.0	15.0	0.666667	22.5	4.4
14.80	19.00	29.0	19.0	0.8	23.75	4.2
15.00	15.00	27.0	15.0	0.8	18.75	5.3
15.20	15.00	27.0	15.0	0.666667	22.5	4.4
15.40	12.00	22.0	12.0	0.333333	36.0	2.8
15.60	19.00	24.0	19.0	0.466667	40.714	2.5
15.80	20.00	27.0	20.0	0.733333	27.273	3.7
16.00	16.00	27.0	16.0	0.8	20.0	5.0
16.20	14.00	26.0	14.0	0.666667	21.0	4.8
16.40	18.00	28.0	18.0	0.8	22.5	4.4
16.60	14.00	26.0	14.0	0.6	23.333	4.3
16.80	11.00	20.0	11.0	0.6	18.333	5.5
17.00	13.00	22.0	13.0	0.533333	24.375	4.1
17.20	12.00	20.0	12.0	0.533333	22.5	4.4
17.40	17.00	25.0	17.0	0.666667	25.5	3.9
17.60	17.00	27.0	17.0	0.8	21.25	4.7
17.80	19.00	31.0	19.0	0.866667	21.923	4.6
18.00	15.00	28.0	15.0	0.6	25.0	4.0
18.20	16.00	25.0	16.0	0.933333	17.143	5.8
18.40	32.00	46.0	32.0	1.0	32.0	3.1
18.60	36.00	51.0	36.0	1.8	20.0	5.0
18.80	30.00	57.0	30.0	5.866667	5.114	19.6
19.00	93.00	181.0	93.0	14.8	6.284	15.9
19.20	290.00	512.0	290.0	14.8	19.595	5.1

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico prevalente	Descrizione
0.40	4.918405	0.933334	1.8	Incoerente	Riporto
3.80	26.81878	1.52549	1.9	Incoerente	Limo sabbioso liev. argilloso
7.60	24.66669	1.070176	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
13.80	13.69726	0.662365	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
18.80	16.06495	0.957333	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
18.80	30.2976	2.888889	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
19.20	76.92572	14.8	2.0	Incoerente	Ghiaia limosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Baligh ed altri 1980 Nk=30	0.78
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		0.40
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		0.46
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		0.93

Coesione drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	C' (Kg/cm ²)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Mesri & Abdel 1993	0.07
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		0.04
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		0.04
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		0.08

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Buisman - Limi e argille di media plasticità	32.1
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		41.1
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		48.2
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		39.4

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Ladd 1977 n=30	36.9
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		20.4
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		24.0
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		45.3

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Imai & Tomauchi	198.5
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		138.6
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		152.7
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		225.1

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	P.W.Mayne 1991	4.73
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		3.2
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		4.32
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		8.87

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	0.12092	0.01572
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6	0.1641	0.02133
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1	0.14979	0.01947
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4	0.12136	0.01578

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Jamiolkowski et al 1985	254.92
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		211.80
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		222.71
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		271.98

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	27.5
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		41.1
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		46.1

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Meyerhof 1951	19.2
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4	Meyerhof	23.0

						1951	
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1	Herminier	22.62
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6	Herminier	21.64
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1	Herminier	21.58
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4	Herminier	24.98
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4	Meyerhof 1951	32.0

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Schmertmann	6.4
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		34.9
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		100.0

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Buisman - Sanglerat	24.6
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		53.6
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		115.4

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Imai & Tomauchi	74.1
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		208.9
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		397.7

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Stress- History	3.2
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		1.5
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		0.8

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.74
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		0.46
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		0.29

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	C	Crm
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	---	-----

				(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	0.33741	0.04386
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4	0.11659	0.01516
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4	0.09729	0.01265

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.25

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Robertson & Wride 1997	1.812
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		2.902
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		8.51

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Jamiolkowski et al 1985	192.12
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		291.11
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		376.85

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		1.00E-11
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1		1.48E-08
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		2.99E-09
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		1.00E-11
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		1.00E-11
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		1.00E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.40	4.918405	0.933334	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	1.475521E- 07
Strato 2	3.80	26.81878	1.52549	0.4	0.4		8.045635E- 07
Strato 3	7.60	24.66669	1.070176	1.1	1.1		1.094711E- 03
Strato 4	13.80	13.69726	0.662365	2.1	1.6		1.22969E-04
Strato 5	18.80	16.06495	0.957333	3.2	2.1		4.819485E- 07
Strato 6	18.80	30.2976	2.888889	3.6	2.4		9.08928E-07
Strato 7	19.20	76.92572	14.8	3.7	2.4		2.307772E- 06

PROVA ... Nr.2

Committente: COMUNE DI MONTEPRANDONE	
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)	
Prova eseguita in data: 29/05/2023	
Profondità prova: 19.80 mt	
Località: VIA B. CROCE	

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	5.00	5.0	5.0	0.0		0.0
0.40	6.00	6.0	6.0	1.0	6.0	16.7
0.60	36.00	51.0	36.0	2.4	15.0	6.7
0.80	62.00	98.0	62.0	16.66667	3.72	26.9
1.00	200.00	450.0	200.0	16.66667	12.0	8.3
1.20	200.00	450.0	200.0	2.866667	69.767	1.4
1.40	36.00	79.0	36.0	2.466667	14.595	6.9
1.60	31.00	68.0	31.0	1.666667	18.6	5.4
1.80	17.00	42.0	17.0	1.4	12.143	8.2
2.00	12.00	33.0	12.0	1.133333	10.588	9.4
2.20	31.00	48.0	31.0	2.0	15.5	6.5
2.40	31.00	61.0	31.0	1.666667	18.6	5.4
2.60	25.00	50.0	25.0	1.333333	18.75	5.3
2.80	28.00	48.0	28.0	1.333333	21.0	4.8
3.00	24.00	44.0	24.0	1.266667	18.947	5.3
3.20	19.00	38.0	19.0	0.933333	20.357	4.9
3.40	21.00	35.0	21.0	1.066667	19.687	5.1
3.60	32.00	48.0	32.0	1.2	26.667	3.8
3.80	43.00	61.0	43.0	1.666667	25.8	3.9
4.00	41.00	66.0	41.0	1.866667	21.964	4.6
4.20	30.00	58.0	30.0	1.4	21.429	4.7
4.40	32.00	53.0	32.0	1.4	22.857	4.4
4.60	31.00	52.0	31.0	1.533333	20.217	4.9
4.80	34.00	57.0	34.0	1.533333	22.174	4.5
5.00	36.00	59.0	36.0	1.666667	21.6	4.6
5.20	29.00	54.0	29.0	1.2	24.167	4.1
5.40	24.00	42.0	24.0	1.066667	22.5	4.4
5.60	21.00	37.0	21.0	1.0	21.0	4.8
5.80	27.00	42.0	27.0	1.333333	20.25	4.9
6.00	36.00	56.0	36.0	1.666667	21.6	4.6
6.20	40.00	65.0	40.0	1.8	22.222	4.5
6.40	44.00	71.0	44.0	1.6	27.5	3.6
6.60	44.00	68.0	44.0	1.266667	34.737	2.9
6.80	34.00	53.0	34.0	1.0	34.0	2.9
7.00	29.00	44.0	29.0	1.066667	27.187	3.7
7.20	21.00	37.0	21.0	0.8	26.25	3.8
7.40	19.00	31.0	19.0	0.6	31.667	3.2
7.60	15.00	24.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
7.80	22.00	29.0	22.0	0.733333	30.0	3.3
8.00	20.00	31.0	20.0	0.866667	23.077	4.3
8.20	16.00	29.0	16.0	0.6	26.667	3.8
8.40	15.00	24.0	15.0	0.6	25.0	4.0
8.60	13.00	22.0	13.0	0.733333	17.727	5.6
8.80	17.00	28.0	17.0	0.6	28.333	3.5
9.00	14.00	23.0	14.0	0.6	23.333	4.3
9.20	16.00	25.0	16.0	0.466667	34.286	2.9
9.40	15.00	22.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
9.60	19.00	26.0	19.0	0.533333	35.625	2.8
9.80	15.00	23.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
10.00	10.00	17.0	10.0	0.466667	21.429	4.7
10.20	10.00	17.0	10.0	0.4	25.0	4.0
10.40	10.00	16.0	10.0	0.333333	30.0	3.3

10.60	10.00	15.0	10.0	0.466667	21.429	4.7
10.80	12.00	19.0	12.0	0.333333	36.0	2.8
11.00	12.00	17.0	12.0	0.466667	25.714	3.9
11.20	10.00	17.0	10.0	0.266667	37.5	2.7
11.40	15.00	19.0	15.0	0.266667	56.25	1.8
11.60	13.00	17.0	13.0	0.333333	39.0	2.6
11.80	14.00	19.0	14.0	0.4	35.0	2.9
12.00	12.00	18.0	12.0	0.466667	25.714	3.9
12.20	12.00	19.0	12.0	0.6	20.0	5.0
12.40	14.00	23.0	14.0	0.533333	26.25	3.8
12.60	13.00	21.0	13.0	0.533333	24.375	4.1
12.80	11.00	19.0	11.0	0.4	27.5	3.6
13.00	17.00	23.0	17.0	0.666667	25.5	3.9
13.20	15.00	25.0	15.0	0.333333	45.0	2.2
13.40	15.00	20.0	15.0	0.4	37.5	2.7
13.60	12.00	18.0	12.0	0.466667	25.714	3.9
13.80	13.00	20.0	13.0	0.533333	24.375	4.1
14.00	14.00	22.0	14.0	0.6	23.333	4.3
14.20	14.00	23.0	14.0	0.533333	26.25	3.8
14.40	11.00	19.0	11.0	0.466667	23.571	4.2
14.60	13.00	20.0	13.0	0.466667	27.857	3.6
14.80	15.00	22.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
15.00	17.00	24.0	17.0	0.533333	31.875	3.1
15.20	15.00	23.0	15.0	0.6	25.0	4.0
15.40	12.00	21.0	12.0	0.6	20.0	5.0
15.60	13.00	22.0	13.0	0.6	21.667	4.6
15.80	15.00	24.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
16.00	18.00	25.0	18.0	0.666667	27.0	3.7
16.20	13.00	23.0	13.0	0.733333	17.727	5.6
16.40	17.00	28.0	17.0	0.466667	36.429	2.7
16.60	17.00	24.0	17.0	0.466667	36.429	2.7
16.80	15.00	22.0	15.0	0.533333	28.125	3.6
17.00	16.00	24.0	16.0	0.6	26.667	3.8
17.20	14.00	23.0	14.0	0.6	23.333	4.3
17.40	11.00	20.0	11.0	0.466667	23.571	4.2
17.60	15.00	22.0	15.0	0.466667	32.143	3.1
17.80	13.00	20.0	13.0	0.6	21.667	4.6
18.00	16.00	25.0	16.0	0.6	26.667	3.8
18.20	14.00	23.0	14.0	0.666667	21.0	4.8
18.40	14.00	24.0	14.0	0.9333	32.14	4.9
18.60	20.00	35.0	20.0	2.266667	15.441	6.5
18.80	47.00	81.0	47.0	19.66667	2.39	41.8
19.00	290.00	585.0	290.0	19.73333	14.696	6.8
19.20	290.00	586.0	290.0	19.6666	14.746	6.8
19.40	166.00	206.0	166.0	19.66667	8.441	11.8
19.60	290.00	585.0	290.0	19.66667	14.746	6.8
19.80	295.00	590.0	295.0	19.6666	15.0	6.7

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico prevalente	Descrizione
1.20	28.63195	6.600001	1.8	Incoerente	Riporto
3.40	21.57675	1.478788	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
7.00	31.18034	1.403704	1.9	Incoerente	Limo sabbioso argilloso
10.00	15.14277	0.6	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
15.00	12.29885	0.450667	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
18.80	14.15633	1.582456	1.95	Coesivo	Limo argillo sabbioso
19.80	229.3156	19.67997	2.0	Incoerente	Ghiaia limosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Baligh ed altri 1980 Nk=30	0.70
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		0.45
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		0.35
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		0.40

Coesione drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	C' (Kg/cm ²)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Mesri & Abdel 1993	0.06
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		0.04
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		0.03
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		0.04

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Buisman - Limi e argille di media plasticità	28.1
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		45.4
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		36.9
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		42.5

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Ladd 1977 n=30	32.4
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		22.8
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		18.3
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		21.3

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Imai & Tomauchi	182.9
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		147.3
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		129.7
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		141.4

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Ocr
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------	-----

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	P.W.Mayne 1991	4.12
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		3.21
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		2.92
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		3.73

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	0.12864	0.01672
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5	0.15483	0.02013
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9	0.17514	0.02277
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3	0.16095	0.02092

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Jamiolkowski et al 1985	244.39
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		218.60
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		204.74
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		214.01

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	60.5
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		32.0
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		76.5

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Meyerhof 1951	20.5
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5	Herminier	22.32
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1	Meyerhof 1951	25.0
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5	Herminier	21.76
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9	Herminier	21.51
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3	Herminier	21.49
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5	Meyerhof 1951	32.0

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------	---

				(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Schmertmann	37.2
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		40.5
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		298.1

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Buisman - Sanglerat	57.3
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		62.4
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		344.0

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	217.4
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		229.0
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		775.1

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Stress- History	5.6
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		0.7
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		2.1

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Kulhawy & Mayne (1990)	1.07
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		0.27
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		0.57

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	0.11345	0.01475
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1	0.12027	0.01564
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5	0.19506	0.02536

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.25

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Robertson & Wride 1997	2.887
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		1.751

Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		88.646
----------	-------	----------	----------	-----	-----	--	--------

Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Jamiolkowski et al 1985	295.81
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		302.05
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		492.48

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5		1.00E-11
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		4.04E-09
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		1.45E-07
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		5.87E-07
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		1.00E-11
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		1.00E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.20	28.63195	6.600001	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	8.589585E- 07
Strato 2	3.40	21.57675	1.478788	0.5	0.5		6.473025E- 07
Strato 3	7.00	31.18034	1.403704	1.1	1.1		3.776571E- 04
Strato 4	10.00	15.14277	0.6	1.7	1.5		6.599982E- 03
Strato 5	15.00	12.29885	0.450667	2.5	1.9		2.165479E- 02
Strato 6	18.80	14.15633	1.582456	3.3	2.3		4.246899E- 07
Strato 7	19.80	229.3156	19.67997	3.8	2.5		6.879468E- 06



**LABORATORIO GEOTECNICO
SPERIMENTALE**
**Viale Papa Giovanni XXIII 14/b
60035 Jesi (AN)**

Committente :
Comune di Monteprandone (Ap)
Cantiere : Scuola B. Croce
Sondaggio: S1 mt. 3.5

Caratteristiche Volumetriche

quota		mt.	3.50		
Diametro	ϕ	cm	-		
Sezione	A	cm ²	-		
Altezza	H	cm	-		
Volume	V	cm ³	39.27		
Tara		N.	1		
Umido + Tara	X	gr.	139.27		
Secco + Tara	Y	gr.	123.98		
Peso Tara	Z	gr.	58.68		
Peso specifico granuli	Ys	gr/cm ³	2.85		
Peso Acqua	X - Y	gr.	15.29		
Peso campione secco	Y - Z	gr.	65.30		
Contenuto naturale d'acqua	Wn	%	23.42		
Peso unità di volume	Y	gr/cm ³	2.052		
Densità secca	Yd	gr/cm ³	1.663		
Indice dei pori	e		0.714		
Porosità	n	%	41.65		
Umidità di saturazione	Wsat	Wsat	25.05		
Grado di saturazione	S	%	93.47		
P.P.		Kg/cm ²	0.80		
V.T.		Kg/cm ²	0.40		

NOTE : Limo sabbioso liev. argilloso alluvionale nocciola-marrone

Lo Sperimentatore



PROVA DI COMPRESSIONE CON ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D2166)

Diametro dei provini
Velocità di deformazione

3.80 cm.
1.000 mm/min.

		provino 1	provino 2	provino 3	provino 4	val. medi
Altezza dei provini	cm.	8.50				
Resistenza a compressione	q_u (kg/cm ²)	0.65				
Coesione non drenata	c_u (kg/cm ²)	0.33				
Modulo di elasticità non drenato	E_u (kg/cm ²)					
Modulo di elasticità non drenato	E_{u25} (kg/cm ²)					
def. Max. a rottura %	ϵ %	15.00				
def. % al 25 % di Q_u	ϵ %	5.90				

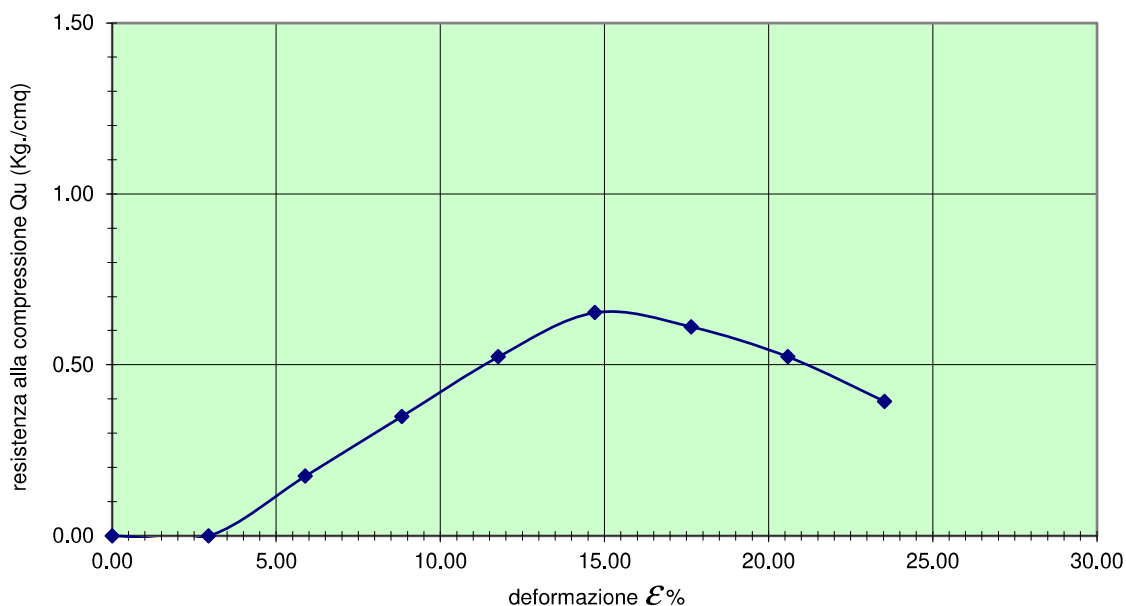
provino 1



Lo Sperimentatore



Diagramma sforzo / deformazione %



GEO/Tec

**LABORATORIO GEOTECNICO
SPERIMENTALE**
Viale Papa Giovanni XXIII
14/b 60035 Jesi (AN)

Committente :

Comune di Monteprandone (Ap)
Scuola Via B. Croce

Cantiere:**Sondaggio:****S1 mt. 3,5**

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA (ASTM D2435)

Peso Anello : 58.68 gr.
Volume Anello : 39.27 cm³
K micrometro : 0.002 mm.
Altezze : 20-50 mm.

Peso Camp. Umido Nat + tara (g) 139.27
Peso del Camp. secco + tara (g) 123.98
Peso del contenitore (g) 58.68
CONTENUTO D'ACQUA naturale W_n(%) 23.42

Diametro del provino (mm) **fi= 50**
Altezza del provino (mm) **h= 20**
Area del provino (cm²) **A= 19.6**

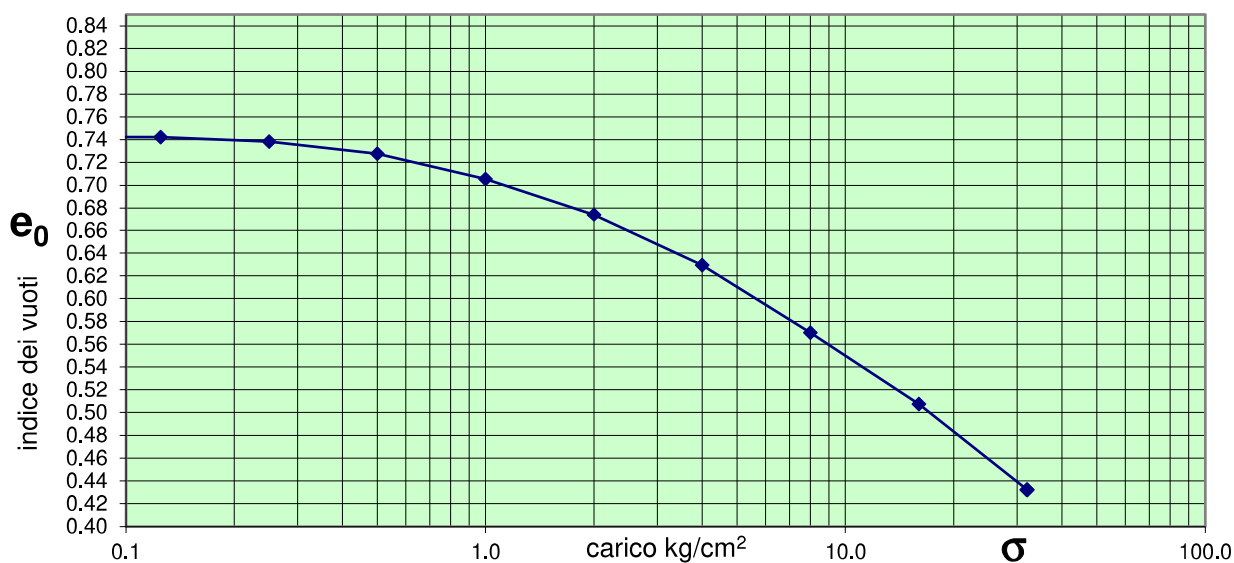
Peso di volume naturale (g/cm³) **γ_n= 2.05**
Peso di volume secco (g/cm³) **γ_s= 1.66**

Contenuto d'acqua naturale **W_n = 23.42**
Contenuto d'acqua minimo **W_m= 14.90**
Contenuto d'acqua finale **W_f = 14.90**

Indice di compressione **C_c= 0.250**
Indice di rigonfiamento **C_s= -**

Lo Sperimentatore

carico (Kg/cm ²)	tempo (ore)	Lecture (val)	ΔH (mm)	ΔH/H ₀ (%)	e (-)	mv (cm ² /Kg)	Eed (Kg/cm ²)
0.000	0	-	0	0	0.744		
						0.0080	124.87
0.125	24	10	0.020	0.100	0.742		
						0.0177	56.64
0.250	24	32	0.064	0.320	0.738		
						0.0250	39.94
0.500	24	94	0.188	0.940	0.728		
						0.0258	38.81
1.000	24	220	0.440	2.200	0.706		
						0.0190	52.74
2.000	24	402	0.804	4.020	0.674		
						0.0136	73.28
4.000	24	657	1.314	6.570	0.629		
						0.0095	105.60
8.000	24	998	1.996	9.980	0.570		
						0.0052	192.60
16.000	24	1357	2.714	13.570	0.507		
						0.0033	304.85
32.000	24	1788	3.576	17.880	0.432		
4.000	12	-					
1.000	12	-					
0.250	12	-					



Committente: Comune di Montepandone (AP)

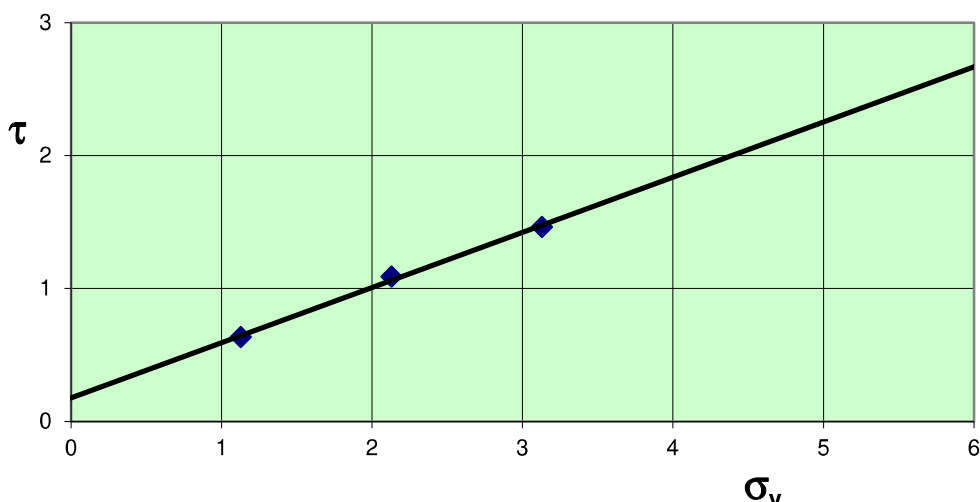
Cantiere: Scuola Primaria B. Croce

Sondaggio n° 1 **Campione n°** 1 **quota mt.** 3.50

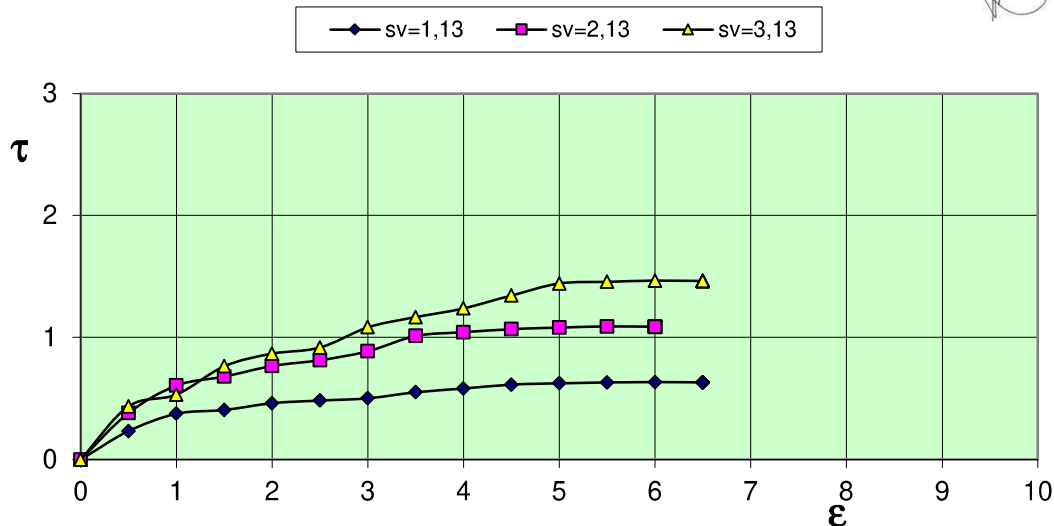
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Tipo di prova **C.D.** Costante anello dinamometrico=..... 0.0820577 kg/segno
 Numero di provini **3** Costante micr. Cedimenti =..... 0.01 mm/segno
 Velocità della prova = 0.0167 mm/min

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di Rottura		
	H mm.	Ø-L	σ Kg/cm2	DH mm.	T ore	σ kg/cmq	δf mm	τ kg/cmq
1	30	60	1.13	2.250	24	1.13	6.0	0.634
2	30	60	2.13	3.700	24	2.13	5.5	1.090
3	30	60	3.13	4.320	24	3.13	6.0	1.463



Angolo di attrito (gradi) $\phi' = 22.53$ **Lo Sperimentatore**
Coesione (kg/cmq) $C' = 0.18$ **17.51 Kpa**
Litologia Limo argilloso marrone



committente: Comune di Monteprandone (AP)

cantiere: Scuola Primaria B. Croce

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 quota mt. 3.50

Tipo di prova..... C.D. K anello dinamometrico = 0.0820577 kg/segno
Numero di Provini 3 K micrometro cedim. = 0.01 mm.
Velocità della prova... 0.017 mm./min

$\sigma_v=1,13$			
Tensione Kg/cm ^q	1.13	Consolidazione ore 24	N.segni 225
	$\sigma_v=1,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00	88	
0.50	0.50	102	226
1.00	1.00	165	228
1.50	1.50	178	230
2.00	2.00	202	232
2.50	2.50	212	235
3.00	3.00	220	237
3.50	3.50	242	239
4.00	4.00	255	241
4.50	4.50	269	241
5.00	5.00	274	242
5.50	5.50	277	243
6.00	6.00	278	243
6.50	6.50	277	244
7.00	6.50		
7.50	6.50		
8.00	6.50		

$\sigma_v=2,13$			
Tensione Kg/cm ^q	2.13	Consolidazione ore 24	N.segni 370
	$\sigma_v=2,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00		
0.50	0.50	121	370
1.00	1.00	167	372
1.50	1.50	266	374
2.00	2.00	298	375
2.50	2.50	336	377
3.00	3.00	357	379
3.50	3.50	389	381
4.00	4.00	444	385
4.50	4.50	457	387
5.00	5.00	468	389
5.50	5.50	474	389
6.00	6.00	478	390
6.50	6.00	477	390
7.00	6.00		
7.50	6.00		
8.00	6.00		

$\sigma_v=3,13$			
Tensione Kg/cm ^q	3.13	Consolidazione ore 24	N.segni 432
	$\sigma_v=3,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00		
0.50	0.50	191	433
1.00	1.00	233	435
1.50	1.50	335	437
2.00	2.00	380	439
2.50	2.50	402	441
3.00	3.00	475	444
3.50	3.50	511	446
4.00	4.00	543	447
4.50	4.50	589	449
5.00	5.00	632	449
5.50	5.50	638	449
6.00	6.00	642	450
6.50	6.50	641	450
7.00	6.50		
7.50	6.50		
8.00	6.50		
8.50	6.50		



**LABORATORIO GEOTECNICO
SPERIMENTALE**
**Viale Papa Giovanni XXIII 14/b
60035 Jesi (AN)**

Committente :

Comune di Monteprandone (Ap)

Cantiere :

Scuola B. Croce

Sondaggio:

S1 mt. 8.5

Caratteristiche Volumetriche

quota		mt.	8.50		
Diametro	ϕ	cm	-		
Sezione	A	cm ²	-		
Altezza	H	cm	-		
Volume	V	cm ³	39.27		
Tara		N.	1		
Umido + Tara	X	gr.	142.46		
Secco + Tara	Y	gr.	128.18		
Peso Tara	Z	gr.	58.68		
Peso specifico granuli	Ys	gr/cm ³	2.90		
Peso Acqua	X - Y	gr.	14.28		
Peso campione secco	Y - Z	gr.	69.50		
Contenuto naturale d'acqua	Wn	%	20.55		
Peso unità di volume	Y	gr/cm ³	2.133		
Densità secca	Yd	gr/cm ³	1.770		
Indice dei pori	e		0.639		
Porosità	n	%	38.97		
Umidità di saturazione	Wsat	Wsat	22.02		
Grado di saturazione	S	%	93.31		
P.P.		Kg/cm ²	1.20		
V.T.		Kg/cm ²	0.65		

NOTE : Limo argilloso alluvionale lievemente sabbioso nocciola-marrone

Lo Sperimentatore



Committente: Comune di Montepandone (AP)

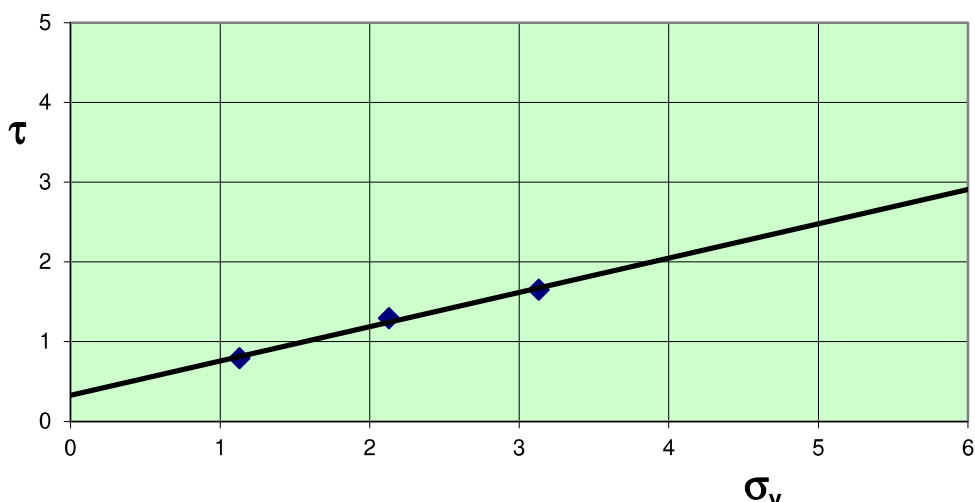
Cantiere: Scuola Primaria B. Croce

Sondaggio n° 1 **Campione n°** 2 **quota mt.** 8.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

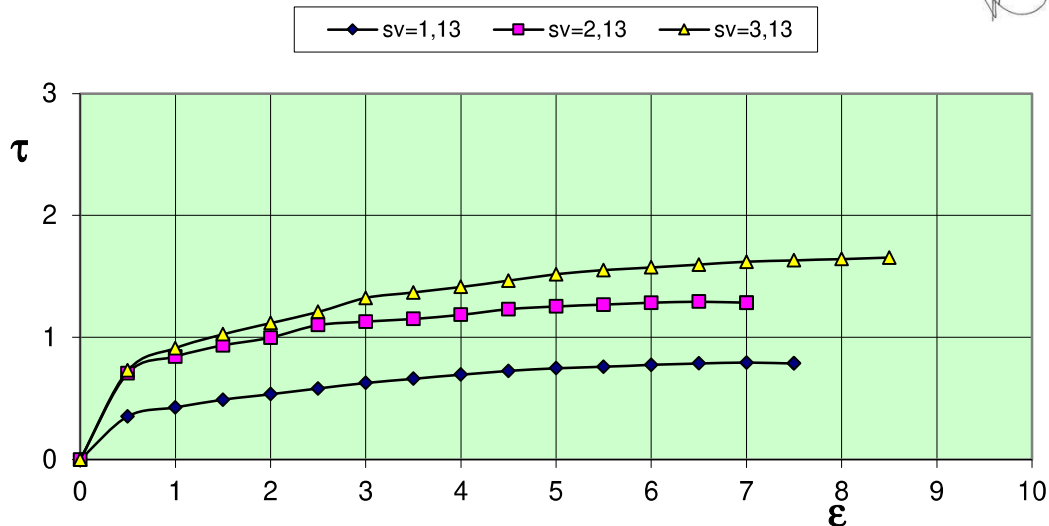
Tipo di prova **C.D.** Costante anello dinamometrico=..... 0.0820577 kg/segno
 Numero di provini **3** Costante micr. Cedimenti =..... 0.01 mm/segno
 Velocità della prova = 0.0167 mm/min

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di Rottura		
	H mm.	Ø-L	σ Kg/cm2	DH mm.	T ore	σ kg/cm ²	δf mm	τ kg/cm ²
1	30	60	1.13	1.370	24	1.13	7.0	0.793
2	30	60	2.13	2.770	24	2.13	6.5	1.292
3	30	60	3.13	3.300	24	3.13	8.5	1.653


Angolo di attrito (gradi) $\phi' = 23.25$
Coesione (kg/cm²) $C' = 0.33$
Litologia Limo sabbioso argilloso marrone

Lo Sperimentatore

32,36 Kpa



committente: Comune di Monteprandone (AP)

cantiere: Scuola Primaria B. Croce

Sondaggio n° 1 Campione n° 2 quota mt. 8.50

Tipo di prova..... C.D. K anello dinamometrico = 0.0820577 kg/segno
Numero di Provini 3 K micrometro cedim. = 0.01 mm.
Velocità della prova... 0.017 mm./min

$\sigma_v=1,13$			
Tensione Kg/cm ^q	1.13	Consolidazione ore 24	N.segni 137
	$\sigma_v=1,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00		
0.50	0.50	155	140
1.00	1.00	187	142
1.50	1.50	215	144
2.00	2.00	235	147
2.50	2.50	255	149
3.00	3.00	275	151
3.50	3.50	290	153
4.00	4.00	305	155
4.50	4.50	318	158
5.00	5.00	328	161
5.50	5.50	333	163
6.00	6.00	340	163
6.50	6.50	345	164
7.00	7.00	348	164
7.50	7.50	345	164
8.00	7.50		

$\sigma_v=2,13$			
Tensione Kg/cm ^q	2.13	Consolidazione ore 24	N.segni 277
	$\sigma_v=2,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00		
0.50	0.50	268	277
1.00	1.00	310	279
1.50	1.50	370	281
2.00	2.00	410	284
2.50	2.50	438	284
3.00	3.00	483	284
3.50	3.50	495	287
4.00	4.00	505	289
4.50	4.50	520	291
5.00	5.00	540	291
5.50	5.50	550	293
6.00	6.00	556	293
6.50	6.50	563	294
7.00	7.00	567	295
7.50	7.00	563	295
8.00	7.00		

$\sigma_v=3,13$			
Tensione Kg/cm ^q	3.13	Consolidazione ore 24	N.segni 330
	$\sigma_v=3,13$		
Spostamento orizzontale (mm)		Dinamometro N.segni	Cedim. N.segni
0.00	0.00		
0.50	0.50	320	330
1.00	1.00	400	332
1.50	1.50	450	336
2.00	2.00	490	336
2.50	2.50	530	338
3.00	3.00	580	338
3.50	3.50	600	340
4.00	4.00	620	344
4.50	4.50	642	344
5.00	5.00	665	347
5.50	5.50	680	347
6.00	6.00	690	349
6.50	6.50	700	351
7.00	7.00	710	355
7.50	7.50	715	356
8.00	8.00	720	358
8.50	8.50	725	358

CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Rif. Monteprandone (Ap) – Scuola B. Croce

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2018

Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

Gli **stati limite ultimi** per sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni (**GEO**) riguardano:

DATI GENERALI

Normativa	NTC_2018
Larghezza fondazione	12.0 m
Lunghezza fondazione	35.0 m (Platea rigida nervata)
Profondità piano di posa minimo	1.0 m
Altezza di incastro	0.5 m
Profondità falda	7.0
Correzione parametri (Terzaghi)	

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.291
Effetto sismico secondo	NTC 2018

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [s]
S.L.O.	45.0	0.598	2.458	0.289
S.L.D.	75.0	0.765	2.441	0.304
S.L.V.	712.0	2.05	2.455	0.335
S.L.C.	1462.0	2.667	2.47	0.342

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
S.L.O.	0.897	0.2	0.0183	0.0091
S.L.D.	1.1475	0.2	0.0234	0.0117

S.L.V.	2.8537	0.28	0.0815	0.0407
S.L.C.	3.4589	0.28	0.0988	0.0494

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m³]	Peso unità di volume saturo [Kg/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm²]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo Elastico [Kg/cm²]	Modulo Edometrico [Kg/cm²]	Poisson	Descrizione
0.4	1800.0	2100.0	14.0			6.39	24.59	0.30	Riporto
3.4	1800.0	2100.0	23.0	0.1	0.35	34.86	53.64	0.30	Limo sabbioso liev. argilloso
3.8	2000.34	2080.34	22.0	0.1	0.59	40.0	32.07	0.4	Limo argillo sabbioso
6.2	1888.11	1968.11	22.0	0.08	0.3	40.0	41.09	0.4	Limo argillo sabbioso
5.0	1912.24	1992.24	22.0	0.08	0.35	40.0	48.19	0.4	limo argillo sabbioso
3.0	2029.15	2109.15	22.0	0.08	0.7	40.0	39.39	0.4	limo argillo sabbioso
1.0	1800.0	2100.0	30.0	0.0	0.0	130.0	140.0	0.35	ghiaia limosa
3.0	2029.15	2109.15	22.0	0.08	0.7	40.0	39.39	0.4	limo argillo sabbioso
2.0	1800.0	2100.0	32.0	0.0	0.0	150.0	170.0	0.3	sabbie arenacee

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.50						Progetto
2	SISMA	0.50						Progetto
3	S.L.E.	0.50						Servizio
4	S.L.D.	0.50						Servizio
5	A(1)+M(1)+R(3)	0.50						Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1

CONDIZIONI DRENATE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 3.68 Kg/cm²

Resistenza di progetto[Rd] 1.6 Kg/cm²

Tensione [Ed] 0.5 Kg/cm²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 7.36

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 1.42 Kg/cm³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1907.94 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2055.89 Kg/m ³
Angolo di attrito	22.3089 °
Coesione	0.0946 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.35
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	6.24 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	2.71 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	9.5
Fattore [Nc]	20.71
Fattore [Ng]	6.89
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	9.66 Kg/cm ²
---------------	-------------------------

Resistenza di progetto 4.2 Kg/cm²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.29
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.08
Fattore profondità [Dq]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.08
Fattore profondità [Dg]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	7.16 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.11 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	7.44
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	9.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.97 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	5.8
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.13
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	7.79 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.39 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	8.66
Fattore [Nc]	18.05
Fattore [Ng]	1.56

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Carico limite strato 2 (qb)	3.92 Kg/cm ²
Carico limite strato 1 (qt)	5.28 Kg/cm ²

Incremento carico limite strato 1	0.26 Kg/cm ²
Coefficiente di punzonamento (ks)	2.46
Rapporto (q1/q2)	0.87

Carico limite	3.68 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	1.6 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

SISMA

=====

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.35
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	6.24 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.47 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	9.5
Fattore [Nc]	20.71
Fattore [Ng]	6.89
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	9.66 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	5.36 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.29
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0

Fattore forma [Sq]	1.08
Fattore profondità [Dq]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.08
Fattore profondità [Dg]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	7.16 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.98 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	7.44
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	9.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	5.07 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	5.8
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.13
Fattore profondità [Dq]	1.03

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	7.79 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	4.33 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)	
=====	
Strato 1 sopra, strato 2 sotto	
Fattori di capacità portante strato 1	
Fattore [Nq]	8.66
Fattore [Nc]	18.05
Fattore [Ng]	1.56
Fattori di capacità portante strato 2	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Carico limite strato 2 (qb)	3.92 Kg/cm ²
Carico limite strato 1 (qt)	5.28 Kg/cm ²
Incremento carico limite strato 1	0.26 Kg/cm ²
Coefficiente di punzonamento (ks)	2.46
Rapporto (q1/q2)	0.87
=====	
Carico limite	3.68 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	2.04 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
A(1)+M(1)+R(3)	
Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.35
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	6.24 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	2.71 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	9.5
Fattore [Nc]	20.71
Fattore [Ng]	6.89
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	9.66 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	4.2 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	4.29
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.08
Fattore profondità [Dq]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.08
Fattore profondità [Dg]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	7.16 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.11 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	7.44
Fattore forma [Sc]	1.16
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.14
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	9.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.97 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8.07
Fattore [Nc]	17.23
Fattore [Ng]	5.8
Fattore forma [Sc]	1.15
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.13
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	7.79 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.39 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd]

Verificata

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	8.66
Fattore [Nc]	18.05
Fattore [Ng]	1.56

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Carico limite strato 2 (qb)	3.92 Kg/cm²
-----------------------------	-------------

Carico limite strato 1 (qt)	5.28 Kg/cm²
-----------------------------	-------------

Incremento carico limite strato 1	0.26 Kg/cm²
-----------------------------------	-------------

Coefficiente di punzonamento (ks)	2.46
-----------------------------------	------

Rapporto (q1/q2)	0.87
------------------	------

Carico limite	3.68 Kg/cm²
---------------	-------------

Resistenza di progetto	1.6 Kg/cm²
------------------------	------------

Condizione di verifica [Ed<=Rd]

Verificata

CONDIZIONI NON DRENATE

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.57						Progetto
2	SISMA	0.57						Progetto
3	S.L.E.	0.57						Servizio
4	S.L.D.	0.57						Servizio
5	A(1)+M(1)+R(3)	0.57						Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 1.7 Kg/cm²

Resistenza di progetto[Rd] 0.74 Kg/cm²

Tensione [Ed] 0.57 Kg/cm²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 2.98

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 0.68 Kg/cm³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 1907.94 Kg/m³

Peso unità di volume saturo 2055.89 Kg/m³

Angolo di attrito 0.0 °

Coesione 0.437 Kg/cm²

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Fattore forma [Sc] 0.07

Fattore profondità [Dc] 0.03

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 1.75 Kg/cm²

Resistenza di progetto 0.76 Kg/cm²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.7

Fattore forma [Sc] 1.0

Fattore forma [Sg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 1.76 Kg/cm²

Resistenza di progetto 0.76 Kg/cm²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.72 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.75 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.07
Fattore profondità [Dc]	0.03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.75 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.76 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.74 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione non drenata)	
=====	
Strato 1 sopra, strato 2 sotto	
Fattori di capacità portante strato 1	
Fattore [Nq]	1.0

Fattore [Nc]	5.14
Fattori di capacità portante strato 2	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Carico limite strato 2 (qb)	4.04 Kg/cm ²
Carico limite strato 1 (qt)	2.13 Kg/cm ²
Incremento carico limite strato 1	0.16 Kg/cm ²
Coefficiente di punzonamento (ks)	0.0
Rapporto (q1/q2)	1.69
=====	
Carico limite	2.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.93 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
---------------------------------	------------

=====

SISMA

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.07
Fattore profondità [Dc]	0.03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.75 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.97 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
---------------------------------	------------

=====

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.7
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.76 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.98 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
---------------------------------	------------

=====

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.02

Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	1.72 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.96 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.07
Fattore profondità [Dc]	0.03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	1.75 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.97 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

=====

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	1.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.94 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione non drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Fattori di capacità portante strato 2	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Carico limite strato 2 (qb)	
Carico limite strato 1 (qt)	4.04 Kg/cm ²
	2.13 Kg/cm ²
Incremento carico limite strato 1	
Coefficiente di punzonamento (ks)	0.16 Kg/cm ²
Rapporto (q1/q2)	0.0
	1.69
=====	
Carico limite	2.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	1.18 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	
	Verificata
=====	
A(1)+M(1)+R(3)	
Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.07
Fattore profondità [Dc]	0.03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.75 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.76 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	
	Verificata
=====	
Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.7
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	1.76 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.76 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	
	Verificata
=====	
Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0

Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.72 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.75 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.07
Fattore profondità [Dc]	0.03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.75 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.76 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.07
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.74 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione non drenata)

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq]	1.0
--------------	-----

Fattore [Nc]	5.14
Carico limite strato 2 (qb)	4.04 Kg/cm ²
Carico limite strato 1 (qt)	2.13 Kg/cm ²
Incremento carico limite strato 1	0.16 Kg/cm ²
Coefficiente di punzonamento (ks)	0.0
Rapporto (q1/q2)	1.69
=====	
Carico limite	2.13 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.93 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	0.40 Kg/cm²
Cedimento dopo T anni	10.0
Distanza	0.0 m
Angolo	0 °
Cedimento totale teorico centro fondazione	6.45 cm
Cedimento totale teorico lati medi fondazione	4.19 – 3.41 cm
Cedimento totale teorico spigolo fondazione	2.33 cm
Cedimento totale reale medio rigido fondazione	4.83 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.4	0.432	0.202	Edometrico	1.0525	--	1.0525
3	5.7	1.064	0.161	Edometrico	1.9096	--	1.9096
4	10.7	1.689	0.114	Edometrico	1.7154	--	1.7154
5	16.3	2.237	0.079	Edometrico	0.8219	--	0.8219
6	20.3	2.652	0.063	Edometrico	0.4778	--	0.4778
7	22.3	2.873	0.056	Edometrico	0.0402	--	0.0402
8	24.3	3.094	0.051	Edometrico	0.3855	--	0.3855
9	26.8	3.371	0.045	Edometrico	0.0525	--	0.0525

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento elastico calcolato con: Metodo di Schmertmann**

Pressione normale di progetto	0.40 Kg/cm ²
Cedimento dopo T anni	10.0
Distanza	0.00 m
Angolo	0.00 °
Cedimento totale	3.152 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.4	0	0	Schmertmann	0.21	0.08	0.3
3	5.7	0	0	Schmertmann	0.55	0.22	0.77
4	10.7	0	0	Schmertmann	0.87	0.35	1.21
5	16.3	0	0	Schmertmann	0.42	0.17	0.59
6	20.3	0	0	Schmertmann	0.14	0.06	0.19
7	22.3	0	0	Schmertmann	0.01	--	0.01
8	24.3	0	0	Schmertmann	0.02	0.01	0.03
9	26.8	0	0	Schmertmann	0.0525	--	0.0525

CEDIMENTI ELASTICI

```
=====
Pressione normale di progetto      0.40 Kg/cm²
Spessore strato                    15.0 m
Profondità substrato roccioso     26.0 m
Modulo Elastico                   38.412 Kg/cm²
Coefficiente di Poisson            0.45
=====
```

```
=====
Coefficiente di influenza I1       0.34
Coefficiente di influenza I2       0.11
Coefficiente di influenza Is       0.37
=====
```

```
=====
Cedimento al centro della fondazione    35.72 mm
=====
```

```
=====
Coefficiente di influenza I1       0.16
Coefficiente di influenza I2       0.12
Coefficiente di influenza Is       0.18
=====
```

```
=====
Cedimento al bordo                    8.98 mm
=====
```

SCHEMA
MODELLO
GEOTECNICO
FONDAZIONE

