



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Regione Umbria



Comune di Terni

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA, ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA, EX SCUOLA DELL'INFANZIA GRILLO PARLANTE SITA IN VIA R. BOTONDI N°18, DA RICONVERTIRE A SERVIZI INTEGRATIVI PER L'INFANZIA.

Affidamento servizi di ingegneria e architettura

CUP: F41B21001600001 CIG: 94361258AE

RTP IN COSTITUENDO

MANDATARIA	 INGEGNERIA & ARCHITETTURA Galleria del Corso 7 - 05100 Terni (TR) 0744 1031503 - info@kalipestudio.it - kalipestudio@pec.kalipestudio.it - www.kalipestudio.it	ING. BRUNO SPINA ING. SIMONE SCACCETTI GEOM. MASSIMILIANO MANZONI ING. VALERIO TORELLI ING. LUCA CALZUOLI ING. EDOARDO FRINGUELLOTTI	
		MANDANTE 1	ING. GOFFREDO MASTROIANNI
		MANDANTE 2	DOTT. GEOL. GIUSEPPE CARACCIOLO
		MANDANTE 3	ING. ILARIA FRANCIOLI - GIOVANE PROFESSIONISTA

STRUTTURE

COMMITTENTE	COMUNE DI TERNI
UBICAZIONE	VIA R. BOTONDI n.18 — 05100 TERNI (TR)
RIFERIMENTI CATASTALI	FG. 124 — P.LLA 540

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO

PUB05.PE.STR.GEO.I

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

RELAZIONE GEOLOGICA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA, ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA, EX SCUOLA DELL'INFANZIA GRILLO PARLANTE SITA IN VIA R. BOTONDI N°18 - TERNI, DA RICONVERTIRE A SERVIZI INTEGRATIVI PER L'INFANZIA.

Affidamento servizi di ingegneria e architettura

CUP: F41B21001600001 CIG: 94361258AE

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO, IDRAULICO E SISMICO. RISPOSTA SISMICA LOCALE.

Committente:

COMUNE DI TERNI

TERNI – Piazza M. Ridolfi, 1
C.F./P.IVA 00175660554

STUDIO GEOLOGIA CARACCILO

Geol Giuseppe Caracciolo

Via del Rivo, 20E – 05100 TERNI (ITALY)
Tel. 0744 441275 Fax. 0744 1921282

P. IVA: 01253310559

E-Mail: info@studiogeologiacaracciolo.it

INDICE

1. Premessa.	Pag. 3
2. Inquadramento generale.	Pag. 3
3. Caratteri geologici e geomorfologici dell'area.	Pag. 4
4. Idrogeologia.	Pag. 6
5. Valutazione in merito al PAI.	Pag. 7
6. Valutazioni in merito al PRG.	Pag. 11
7. Valutazione in merito al P.T.C.P.	Pag. 15
8. Indagini geognostiche pregresse eseguite nelle vicinanze.	Pag. 15
9. Indagini geognostiche in situ.	Pag. 17
9.1 Sondaggio.	Pag. 17
9.2 Prove penetrometriche.	Pag. 23
10. Stratigrafia.	Pag. 23
11. Caratteri fisico-meccanici dei terreni.	Pag. 25
12. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).	Pag. 26
13. Indagine sismica a rifrazione di tipo HVSR.	Pag. 26
14. Analisi sismica DOWN-HOLE.	Pag. 26
15. Rischio sismico.	Pag. 26
16. Risposta Sismica Locale.	Pag. 37
17. Conclusioni.	Pag. 38

Allegati da pagina 39

Materiale cartografico ed informativo consultato

- Tav. I.G.M., F. 138 IV SO della Carta d'Italia, 1951, scala 1:25.000.
- Sezione N°346080 della Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000.
- PAI Bis, Autorità di Bacino Fiume Tevere.
- Progetto IFFI Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, ISPRA.
- Banca dati indagini geognostiche-geofisiche del servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria (http://storicizzati.territorio.regione.umbria.it/Static/IndaginiGeologicheKmz/Index_kmz.htm).
- Carte Geologiche Regionali del servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria (http://storicizzati.territorio.regione.umbria.it/Static/GeologiaKmz/GeologiaKmz/Index_kmz.htm).
- Carte Di Pericolosità Sismica Locale Regionali del servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria (http://storicizzati.territorio.regione.umbria.it/Static/PSismicaLocaleKmz/Index_kmz.htm).
- PTCP, Provincia di Terni.
- PRG, Comune di Terni.
- Sito web TerniGEO del Comune di Terni: <http://ternigeo.comune.terni.it/apps/index.aspx>

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Terni è redatta la presente relazione geologica necessaria per il progetto degli interventi di messa in sicurezza, ristrutturazione e riqualificazione edilizia dell'asilo "Il Grillo Parlante" sito in via Renato Botondi n°18 Terni, definito catastalmente dal Foglio n°124 Particella n°540.

Lo studio geologico, eseguito secondo le indicazioni delle norme nazionali e regionali, è stato condotto mediante una raccolta e analisi di dati esistenti, da un rilievo geologico-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio, integrato da una campagna geognostica, costituita dall'esecuzione di un sondaggio, sei prove penetrometriche dinamiche continue e da un'indagine geofisica di sismica a rifrazione di tipo MASW e HVSR e da una prova Down-Hole in foro; finalizzate alla valutazione puntuale delle condizioni geologiche locali.

È stata eseguita una raccolta quanto più completa possibile di dati geognostici, in considerazione delle coperture antropiche e della conformazione locale della zona che non permette di osservare direttamente il sottosuolo. A tale scopo sono stati raccolti e valutati molti sondaggi eseguiti nelle aree limitrofe e prove penetrometriche dinamiche condotte per scopi d'ingegneria civile. Tali fonti hanno costituito un punto di riferimento importante per la quantità di dati e d'informazioni contenute.

Per la valutazione del rischio idraulico si è fatto riferimento al PAI (Piano Assetto Idrogeologico) dell'A.B.T. (Autorità di Bacino del fiume Tevere).

2. INQUADRAMENTO GENERALE

L'area oggetto di studio si trova nella zona Sud-Est di Terni, in località Quartiere Italia, in via Renato Botondi n°18, a una quota di circa 128 m s.l.m. in un contesto pianeggiante in area residenziale. L'intervento in previsione consiste nei lavori di messa in sicurezza, ristrutturazione, e riqualificazione edilizia, finalizzato alla realizzazione degli interventi necessari al recupero funzionale degli spazi interni e quello del cortile esterno, all'adeguamento sismico dell'edificio, al contenimento dei consumi energetici e all'adeguamento alle norme di sicurezza.

3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA

Le caratteristiche geologiche della zona oggetto di studio sono contraddistinte dalla presenza di sedimenti alluvionali recenti, databili tra Pleistocene inferiore e Olocene.

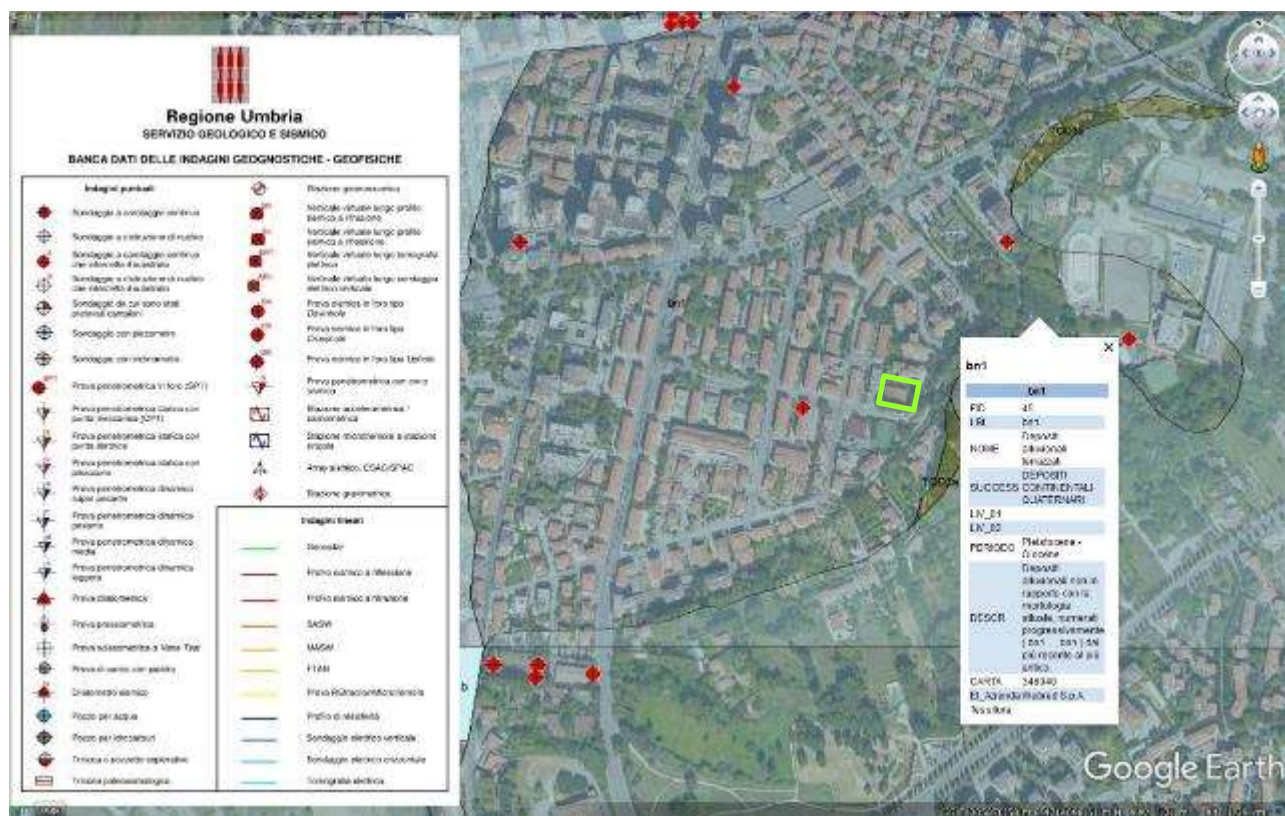
La pianura ternana, infatti, è il risultato di ripetuti fenomeni di erosione e di deposizione che si sono verificati dal Pleistocene inferiore-medio; le oscillazioni climatiche a scala globale hanno provocato cambiamenti determinando variazione nel regime delle precipitazioni e del reticolo idrografico. Nei periodi freddi soprattutto, all'erosione operata dagli agenti esogeni in aree montuose, corrispondeva la deposizione dei sedimenti nelle zone depresse. I dati provenienti dai sondaggi geognostici e dalle indagini penetrometriche, eseguite nel corso degli anni, hanno consentito una ricostruzione stratigrafica accurata del sottosuolo nella zona di fondovalle della conca del Nera. In genere si è in presenza di una situazione stratigrafica che vede alla base un complesso a prevalente sedimentazione argillo-limosa grigia, consistente e sovraconsolidato; con locali intercalazioni di materiali organici o livelli di silt-sabbiosi, sulle quali poggia un consistente banco di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa e con intercalazioni limo-argillose e sabbiose. Al di sopra sono presenti, con distribuzione areale non omogenea, sedimenti limosi, sabbiosi ghiaiosi ed argillosi di copertura recente.

L'area oggetto del presente intervento è caratterizzata da una sequenza di alluvioni costituite, dall'alto verso il basso, da sedimenti fini limoso-argillosi poggianti su un livello ghiaioso in matrice sabbiosa. Al di sotto è presente il complesso argilloso di base, attribuibile al ciclo tiberino Plio-Pleistocenico.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio è caratterizzata dalla pianura di fondovalle della conca ternana. Gli unici elementi morfogenetici di rilievo per la zona in esame sono il Fiume Nera, sebbene nell'ultimo secolo le opere di regimazione e difese fluviali (argini in terra), hanno limitato di molto le capacità di esondazione, erosione e neo-deposizione dei suoi sedimenti alluvionali.

La pianura ternana non ha fenomeni d'instabilità morfologica di alcun tipo; l'intenso sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, sia per uso idropotabile sia per uso industriale e agricolo, fino ad ora non ha dato luogo a fenomeni di subsidenza del piano campagna. Tale fenomeno è comunque poco probabile per la prevalenza di materiali a elementi grossolani; quindi, poco o nulla soggetti a costipazione.





4. IDROGEOLOGIA

La zona di studio rientra nella pianura ternano-narnese, nota per essere una delle aree alluvionali di maggiore interesse idrico per l'intero territorio regionale. La piana di Terni è sede di un acquifero contenuto nei sedimenti alluvionali (presente per lo più nel termine ghiaioso) e con livello impermeabile costituito dalle argille Plio-pleistoceniche di base; dal punto di vista idrodinamico l'acquifero in questione è una falda libera, capace di fluttuare all'interno della formazione acquifera ghiaioso-sabbiosa.

Le permeabilità dei terreni mostrano una certa variabilità da luogo a luogo, specie se le coperture superficiali sono di natura limo-argillosa o limo-sabbiosa, ma in genere si tratta di valori medio-elevati ($K > 10^{-3}$ cm/s). Quindi si deve distinguere la permeabilità dei suoli superficiali, in genere bassa (per via del processo di pedogenizzazione dei suoli che genera una copertura limo-argillosa), dai sedimenti ghiaiosi e sabbioso-limosi presenti in modo più o meno omogeneo su tutta l'area contraddistinti da permeabilità alte.

Gli apporti che alimentano l'acquifero alluvionale provengono principalmente dalla circolazione idrica profonda di origine carsica e di fratturazione che caratterizza i massicci

carbonatici dei M. ti Martani e dei Sabini settentrionali, apporti che si generano attraverso contatti profondi tra strutture calcaree e depositi fluvio-lacustri del Bacino Tiberino. Altri apporti diretti sono riferibili alle infiltrazioni efficaci delle precipitazioni meteoriche dirette nella zona di pianura e agli apporti diretti di subalveo da parte del F. Nera.

Le piezometrie nella pianura ternana tendono ad essere gradualmente e in modo omogeneo più superficiali da Est verso Ovest. Durante le indagini geognostiche, eseguite fino alla profondità massima di 30,00 m dal piano campagna, non si è riscontrata la presenza della falda idrica.

5. VALUTAZIONI IN MERITO AL P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico - Piano di Bacino del Fiume Tevere - Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI – PS6) approvato con DPCM in data 09.02.2007, aggiornato:

- nell'Ottobre 2012, con il VI stralcio funzionale P.S. 6 per l'assetto idrogeologico P.A.I. Progetto di variante alle N.T.A. adozione misure di salvaguardia denominato "PAI Bis", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 188 del 12.08.2013;
- nel maggio 2018, a seguito del Decreto Segretariale n° 37/2018, pone limitazioni alla attività di trasformazione del territorio per le aree perimetrate a rischio di esondazione ed a rischio di movimenti franosi.

Dall'esame di questo documento si conferma che il sito esaminato non rientra nelle aree perimetrate a rischio di esondazione né del reticolo principale (F. Nera), né in quelle del reticolo secondario, né in quelle di frana.

Estratto dalla Tav. 27 Autorità Distrettuale dell'Appennino Centrale
Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale



http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/attivita/piani_approvati/pai_2006/fasce_ret_prin/stampa27.pdf

Estratto dalla Tav_PB_96 – Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo secondario e minore
Autorità Distrettuale dell'Appennino Centrale – 2018.



http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/TAV_PB96.pdf

**Estratto dalla Tavola 132 – Inventario dei fenomeni franosi e situazione a rischio frana
Autorità Distrettuale dell'Appennino Centrale – 2018.**



http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/tavola_132%20di%20304.pdf

6. VALUTAZIONI IN MERITO AL PRG

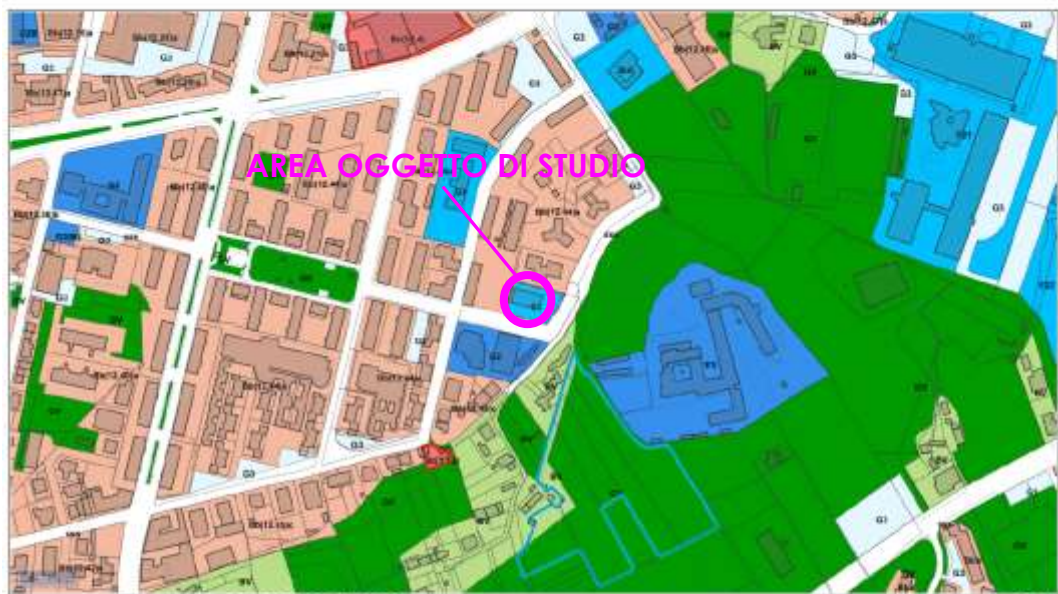
Il PRG è lo strumento con il quale il Comune stabilisce la disciplina urbanistica per la valorizzazione e la trasformazione del proprio territorio definendone assetti di tutela e sviluppo.

Dall'analisi delle tavole 4.2c "Inventario dissesti idrogeologici con adeguamento al PAI" e 4.2d "Carta Geomorfologica" del PRG del Comune di Terni e dalla visione del sito web TerniGEO, si evince che l'area non ricade all'interno delle fasce perimetrate a rischio frana.



Comune di Terni

27/11/2022



Interrogazione coordinata: 2326852.33, 4713689.35

Scala 1:5000

Tavola A - Zonizzazione

Zone di piano regolatore: [G1] Istruzione scuola materna e dell'obbligo (art. 147)

Tavola B - Modalità di attuazione

Perimetro aree centrali (art. 132)

Perimetro centri abitati (art. 28)

Tavola C - Vincoli ambientali e beni culturali

Vulnerabilità elevata acque sotterranee (art. 39)

Tavola D - Zonizzazione acustica

Zonizzazione acustica: [I] (art. 32)

Tavola F - Unità di paesaggio, individuazione ambiti e macro aree

Perimetri unità di paesaggio: [2CT1] Terni centro (art. 2CT1)

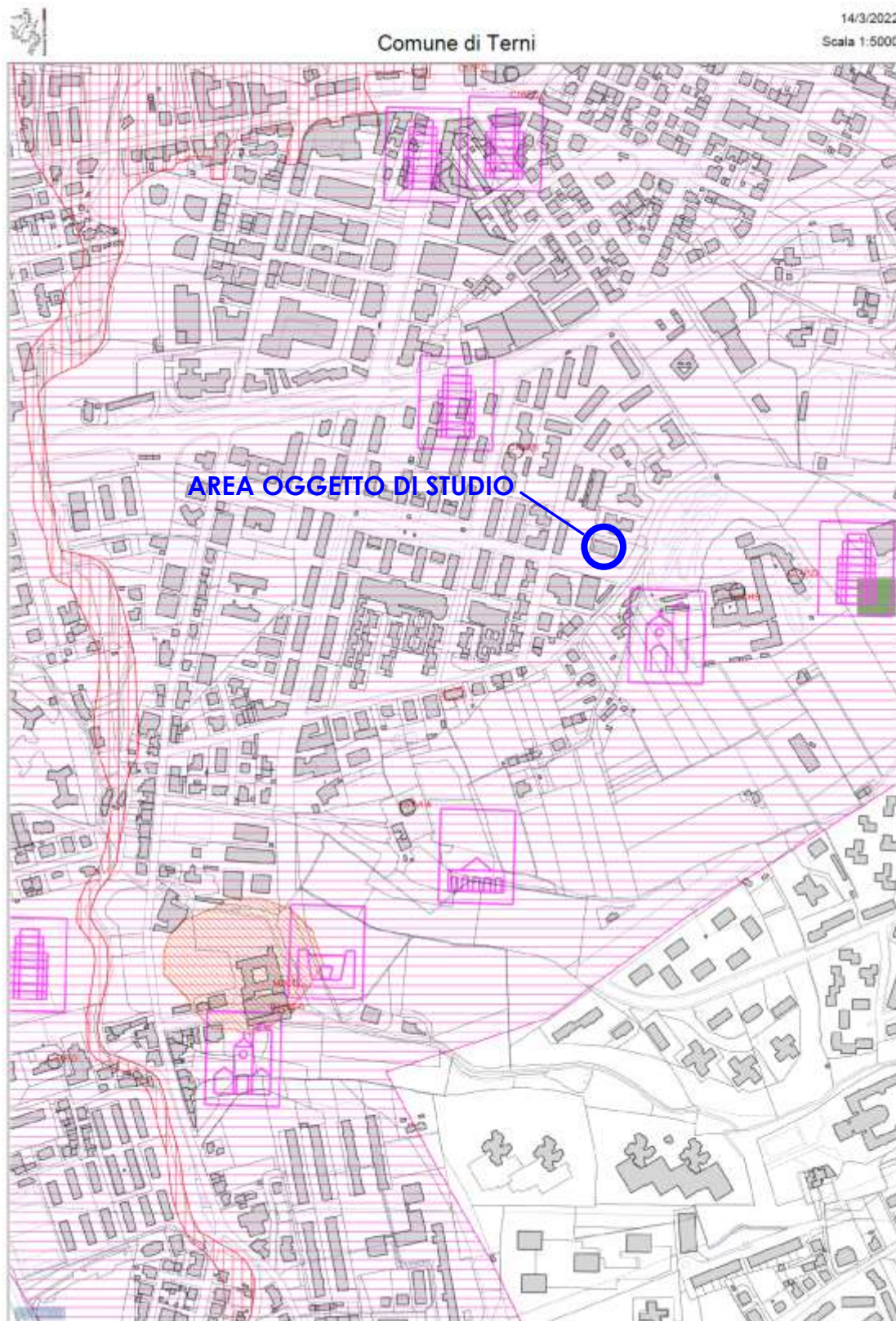
Perimetri macro aree (art. s123-124)

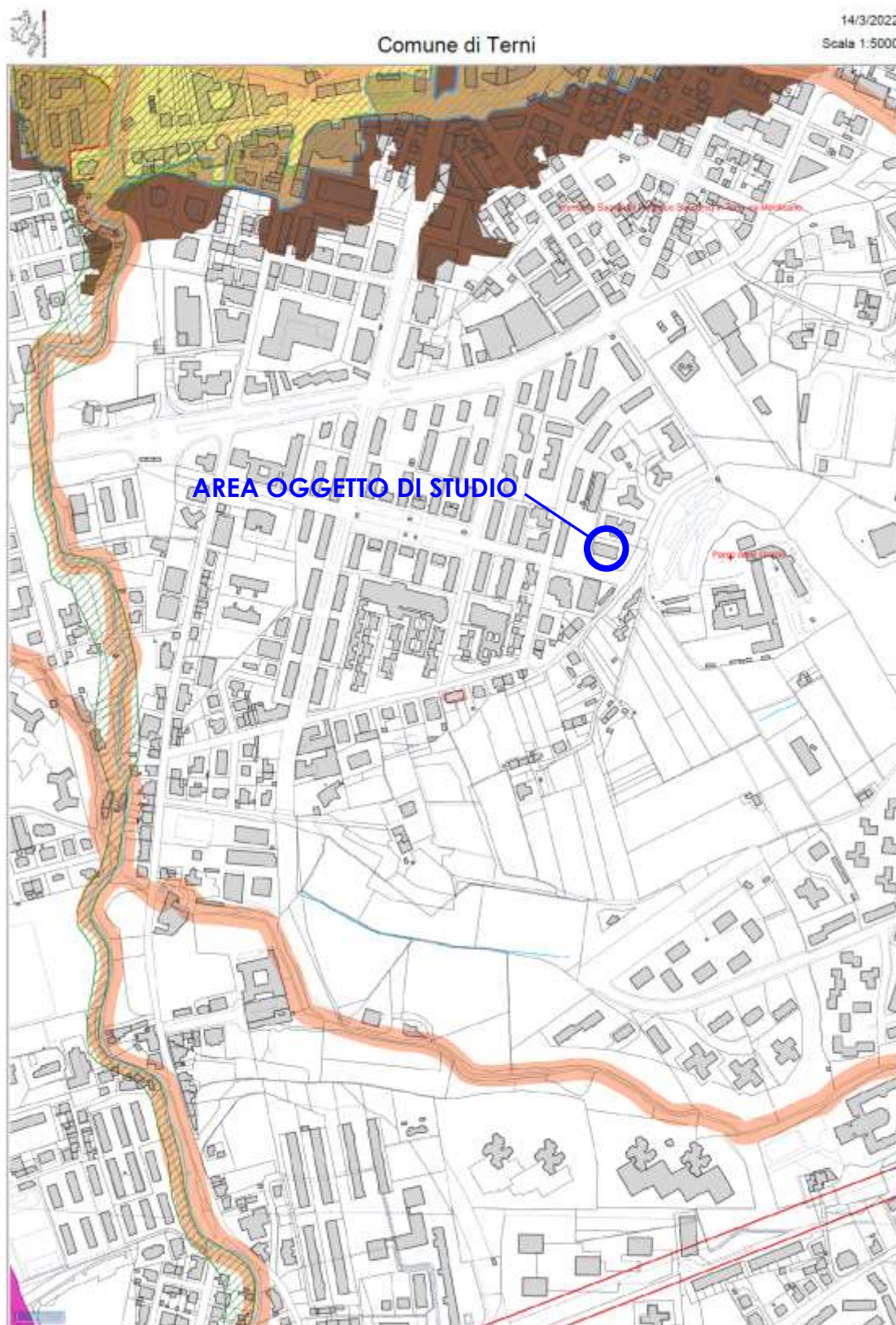
Ambiti: [5] Ambito Centro (art. s123-125-A5)

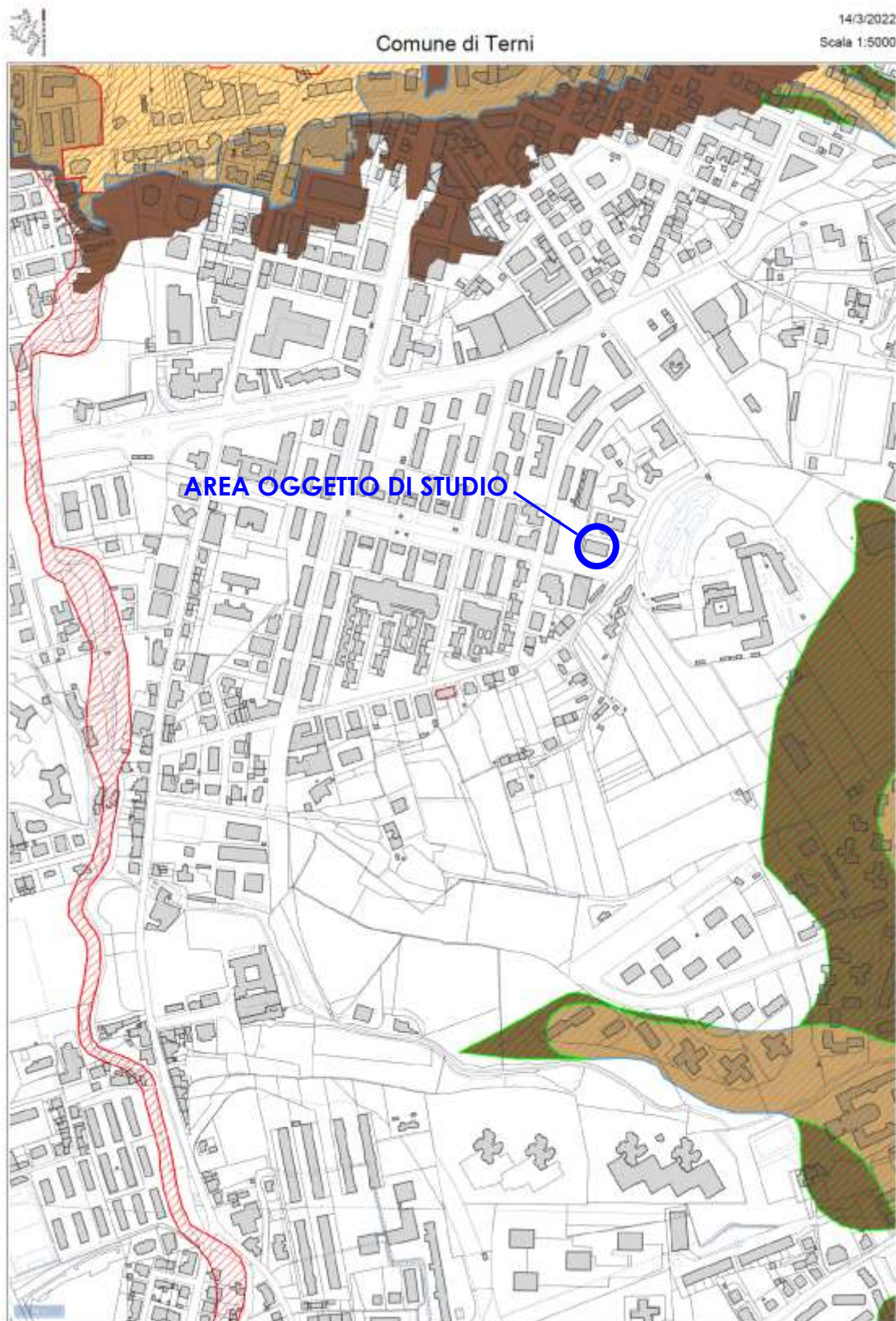
Gestione del Piano

Monetizzazione DGC.342/2017: [3] Monetizzazione zona 3 (art. monetizz)

L.R. 13/2009 (Piano casa): [L_13_09_no] Zone escluse L.R. 13/2009 (piano casa) (art. L_13_09_no)







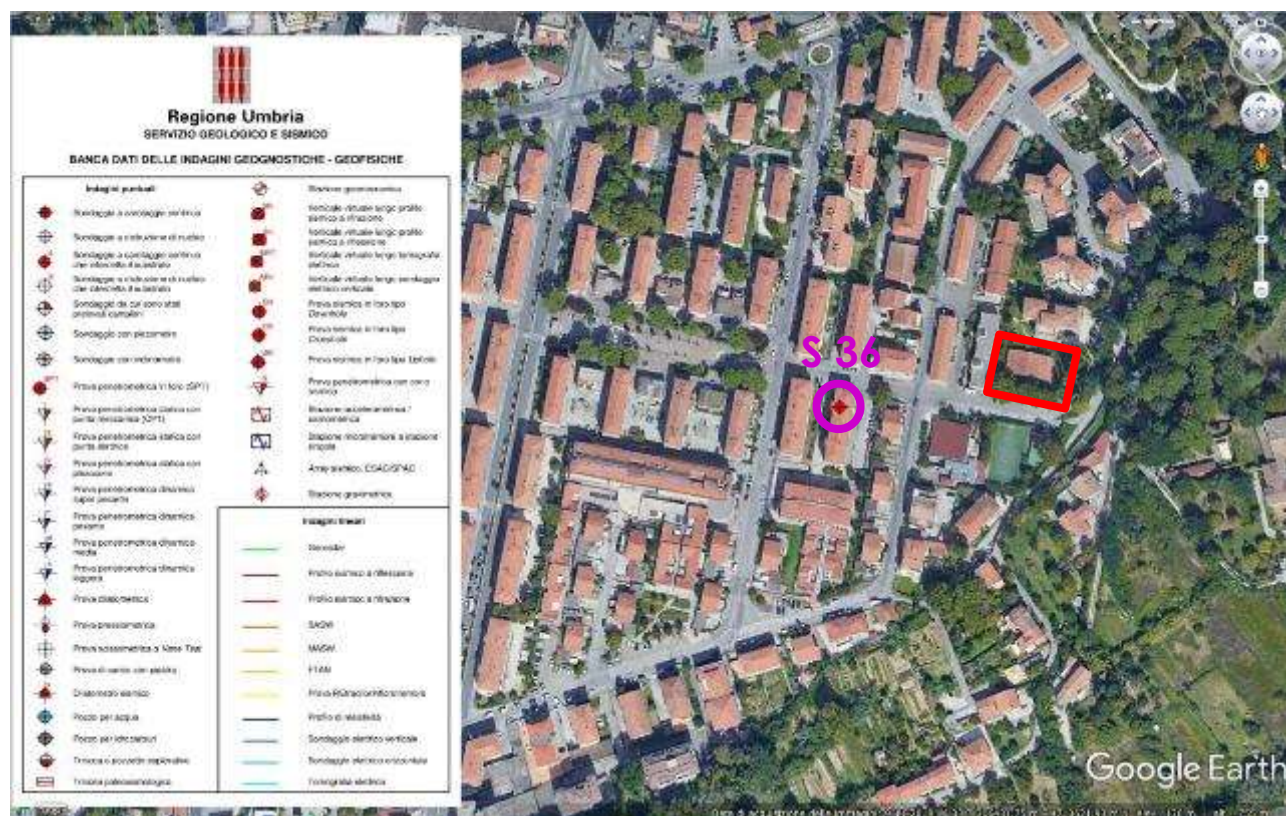
7. VALUTAZIONI IN MERITO AL P.T.C.P

Dalla consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale vigente, si riporta in allegato uno stralcio della Tavola 6 "Carta dei vincoli e delle emergenze territoriali", si evince che l'area oggetto d'intervento non rientra all'interno delle aree perimetrate da vincoli idrogeologici.

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE ESEGUITE NELLE VICINANZE

A corredo del rilevamento geologico e per ottenere informazioni stratigrafiche, litologiche e geotecniche dei terreni sono state utilizzate:

- La banca dati indagini geognostiche-geofisiche del servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria visionabile sul sito web http://storicizzati.territorio.regione.umbria.it/Static/IndaginiGeologicheKmz/Index_kmz.htm da cui si è estrapolata la stratigrafia del sondaggio S36_Terni .



(LEGENDA



Ubicazione sito oggetto di studio



Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche – Banca dati della Regione Umbria

PERFORAZIONE

N. 01

PROPRIETARIO. I. E. R. P.

COMUNE DI. TERNI

LOCALITA' Le Grazie

ALTITUDINE ... 140 mt.

DESCRIZIONE	LITO- LOGIA	PROFON- DITA'	SPES- SORE	ACQUI- FERO
Ferreno di riporto	-/-/-	1.30	1.30	
argilla limosa molle	-/-/-	3.10	1.80	
o sabbioso sciolto e umido	4.20	1.10	
lla limosa molle	-/-/-	6.00	1.80	
limosa mediamente compatta		12.00	6.00	

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU

A corredo del rilevamento geologico e per ottenere informazioni stratigrafiche, litologiche e geotecniche, sono state eseguite indagini costituite da:

- n°1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo con prove SPT in foro e prelievo di n.1 campione indisturbato
- n°6 prove penetrometriche dinamiche continue. Di seguito si riporta la planimetria con l'ubicazione delle indagini.

9.1 Sondaggio

Il sondaggio, eseguito con trivella perforatrice CMV 600MK, a rotazione, a carotaggio continuo con sistema di prelievo con diametro del carotiere di 110 mm; ha raggiunto la profondità massima di 30,00 metri.

Il sondaggio, posto in prossimità dello spigolo di SE del fabbricato esistente, ubicato come risulta nell'allegata planimetria è stato eseguito dalla ditta 2F TRIVELL S.a.s. nei giorni di 18-19 novembre 2022; durante il sondaggio S1 è stato prelevato un campione indisturbato S1C1 dalla profondità di 3,00÷3,50 m dal piano campagna.

Durante il sondaggio, è stata utilizzata acqua per la perforazione, sono state eseguite SPT in foro con le seguenti caratteristiche:

SONDAGGIO	SPT	PROFONDITA'	COLPI
S1	1	3,50÷3,95	14-17-11
	2	6,50÷6,95	3-4-7

L'esame del campione estratto ha permesso di acquisire la litologia e una dettagliata sequenza stratigrafica di seguito allegata e tramite l'analisi di laboratorio geotecnico sul campione indisturbato prelevato si sono estrapolati i parametri geotecnici dei terreni di fondazione dei manufatti.

SONDAGGIO S1



Foto esecuzione Sondaggio geognostico S1.



Foto cassetta catalogatrice n.1 Sondaggio geognostico S1 da 0 a 5 m dal p.c..

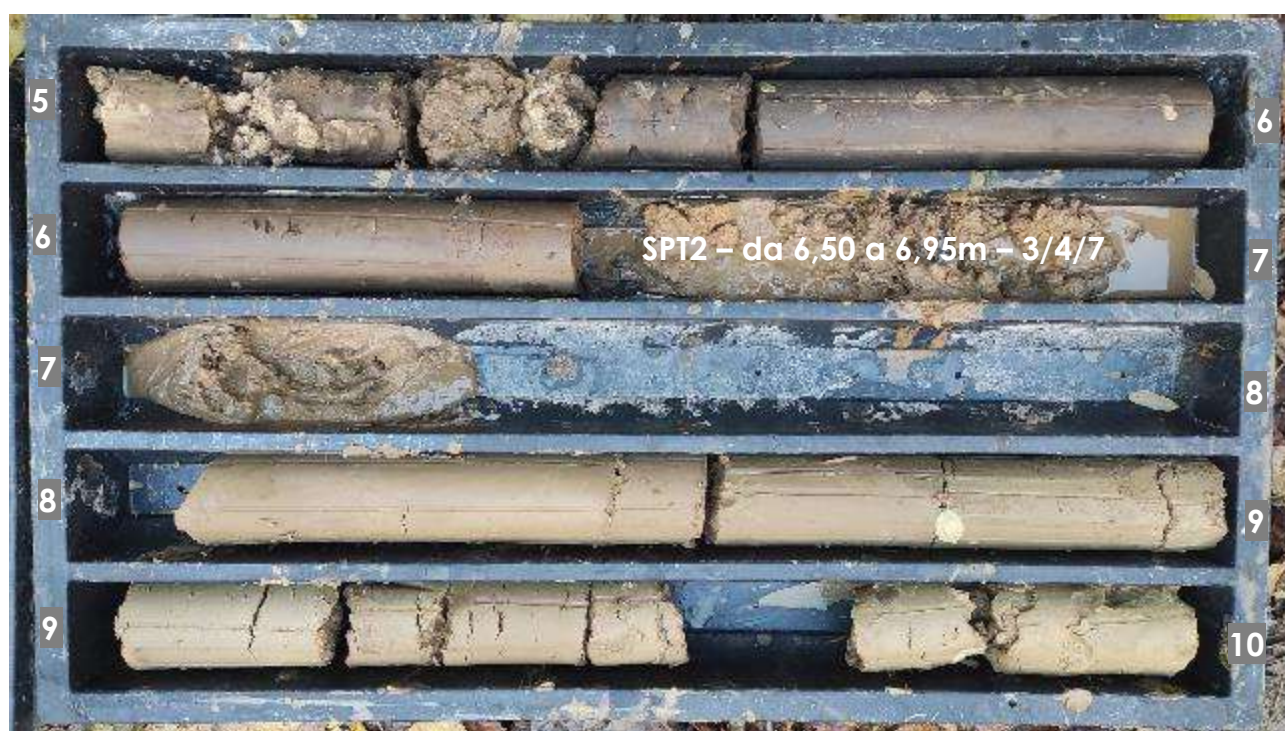


Foto cassetta catalogatrice n.2 Sondaggio geognostico S1 da 5 a 10 m dal p.c..

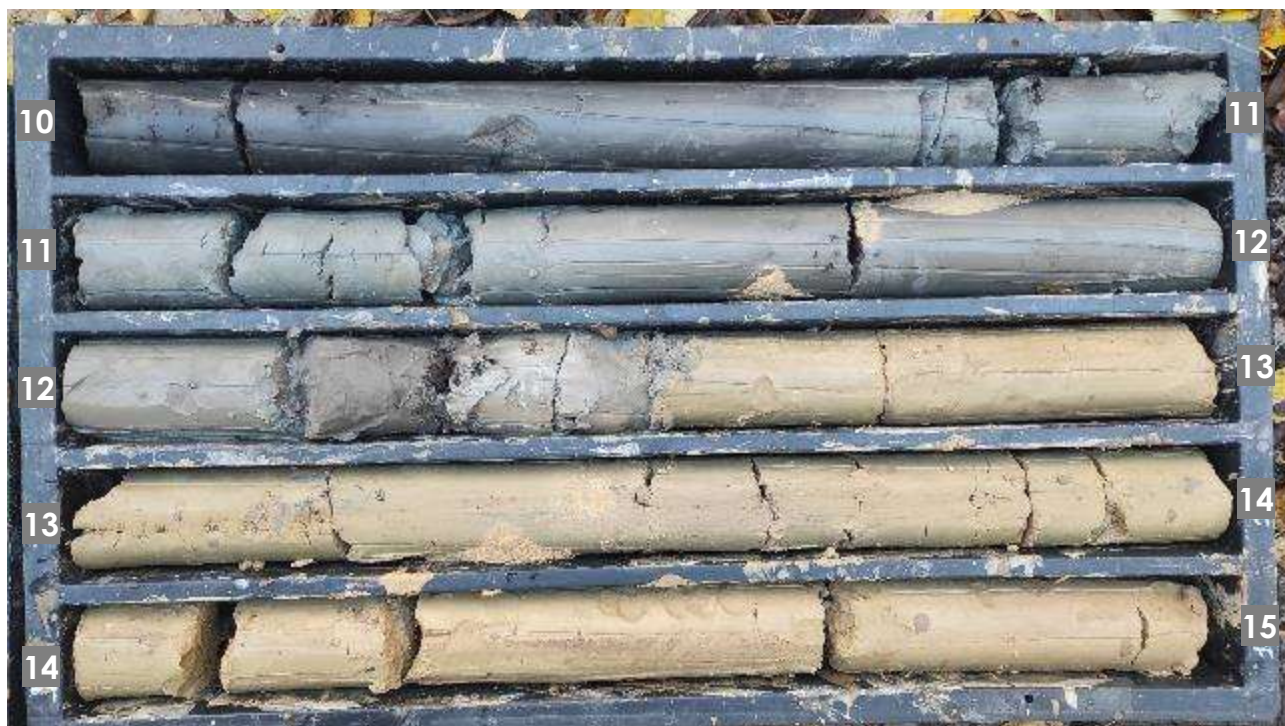


Foto cassetta catalogatrice n.3 Sondaggio geognostico S1 da 10 a 15 m dal p.c..



Foto cassetta catalogatrice n.4 Sondaggio geognostico S1 da 15 a 20 m dal p.c..

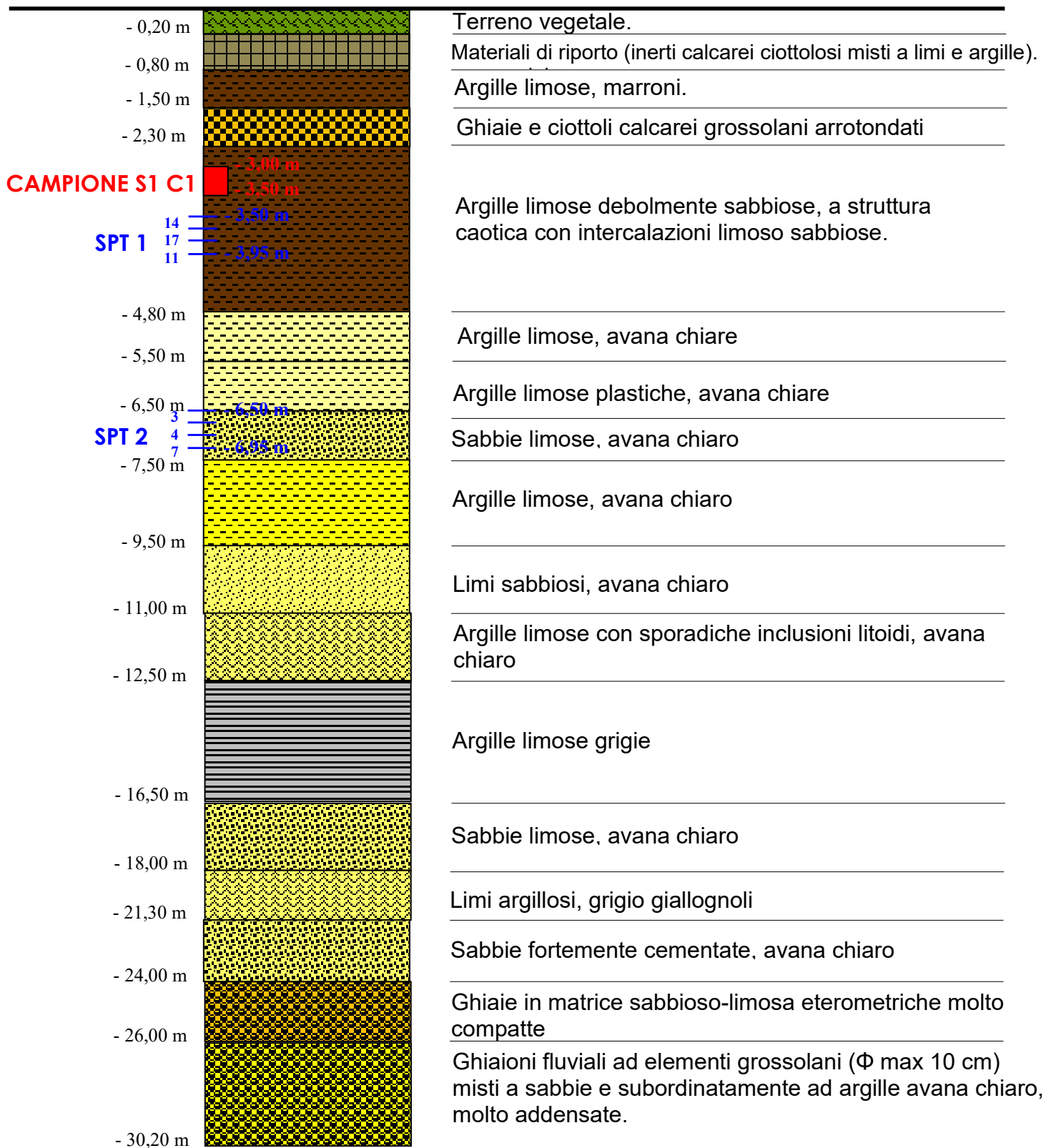


Foto cassetta catalogatrice n.5 Sondaggio geognostico S1 da 20 a 25 m dal p.c..



Foto cassetta catalogatrice n.6 Sondaggio geognostico S1 da 25 a 30 m dal p.c..

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1



9.2 Prove penetrometriche

La campagna geognostica è stata integrata dall'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche che hanno permesso di definire la natura dei terreni dal punto di vista stratigrafico e geotecnico.

L'indagine è stata sviluppata eseguendo, a cura dello scrivente il 28/10/2021, sei prove dinamiche continue localizzate sul perimetro del fabbricato oggetto di studio, utilizzando il penetrometro dinamico medio Pagani D.P.M. TG 30-20.

I dati ottenuti sono stati elaborati tramite la formula olandese:

$$R_{pd} = M2 \times H / [(A \times e \times (M + P))]$$

dove: **M**=Peso massa battente; **H**=Altezza caduta libera; **A**=Area di base della punta conica; **e**=Infissione per colpo = δ / N ; **P**=Peso totale aste e sistema battuta,

hanno fornito il valore della resistenza dinamica alla punta, che correlata con i relativi istogrammi, dove sono riportati il numero di colpi N per ogni 10 cm di penetrazione dell'utensile, ha permesso di ricavare, mediante l'ausilio del programma per Geotecnica Dynamic Probing della GeoStru i parametri meccanici dei terreni attraversati.

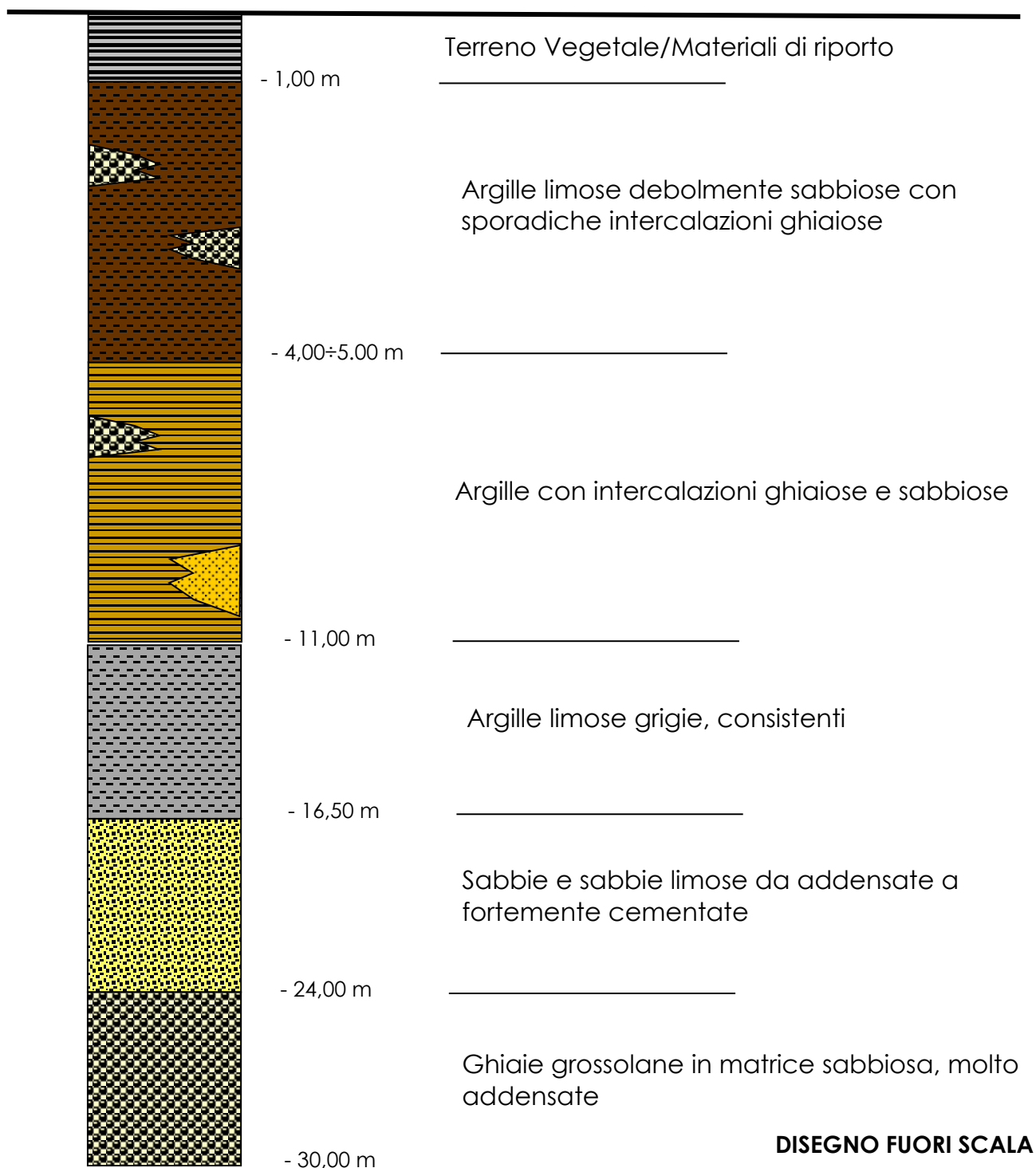
L'ubicazione areale delle prove, le caratteristiche tecniche del penetrometro, il grafico e l'interpretazione della stessa sono riportate nell'allegato 16.

10. STRATIGRAFIA

Durante le indagini geognostiche, è stata intercettata superficialmente una placca di riporti, riconducibile alla sistemazione morfologica dei terreni perimetrali al fabbricato esistente con uno spessore di circa 1,0 metri dal piano campagna nelle porzioni prossime al fabbricato mentre allontanandosi è presente terreno vegetale. Procedendo con la profondità la sequenza dei terreni è costituita dalla presenza delle argille limose prima fino a circa 5 metri e argille dopo fino a 8,50 metri con lenti ghiaiose che hanno prodotto l'arresto dell'utensile penetrometrico nelle prove 1-2-3-4. Di seguito si sono intercettate argille limose con livelli limosi nella porzione mediana che a 16,50 metri sono sostituite dalle sabbie e sabbie limose. Chiudono la sequenza stratigrafica, le ghiaie in matrice sabbiosa con clasti con diametro massimo di 10 cm intercettate fino a fondo foro (30 metri). Per una descrizione

dettagliata dei terreni e delle loro caratteristiche, si rimanda alla colonna stratigrafica di seguito allegata.

STRATIGRAFIA



11. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

La valutazione dei parametri fisico-meccanici ottenuti dall'interpretazione delle indagini geognostiche permette di attribuire ai terreni investigati le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

Nel primo metro dal piano campagna, i terreni sono schermati da una placca riconducibile alla massiciata stradale/pedonale e comunque materiali posti in essere per regolarizzare la morfologia dei luoghi a ridosso del fabbricato. Procedendo con la profondità, fino a quote di circa 5 metri dal p.c. i terreni sono caratterizzati dalla presenza di un materiale argilloso limoso con sporadiche intercalazioni ghiaiose, che per la loro struttura, composizione e grado di compattazione, sono assimilabili a un materiale coesivo, da poco a mediamente consistenti. Di seguito, fino a circa 11 metri, si evidenzia una diminuzione della componente limosa con la presenza di intercalazioni sabbiose e subordinatamente ghiaiose che hanno prodotto il rifiuto alla penetrazione dell'utensile nelle prove 1,2, 3 e 4. Con la profondità si osserva un aumento della consistenza dei materiali argilloso limosi, che alla quota di circa 15-16 metri dal piano campagna, a causa dell'alto grado di addensamento, hanno prodotto l'arresto dell'utensile penetrometrico nelle prove 4 e 5. Successivamente sono stati intercettate sabbie e sabbie limose addensate e/o fortemente cementate che a 24 metri per l'aumento della granulometria dei clasti passano a ghiaie in matrice sabbiosa molto addensate.

Nel prospetto riportato qui di seguito sono tabellati i parametri fisico-meccanici dei litotipi rilevati.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE						
Parametri	Terreno Vegetale - Materiali di riporto	Argille limose con sporadiche intercalazioni ghiaiose	Argille con intercalazioni litoidi e sabbiose	Argille limose	Sabbie e sabbie limose	Ghiaie in matrice sabbiosa
Peso unità di volume (γ_n) t/mc	1,60	1,85	1,95	2,00	2,07	2,15
Angolo di attrito interno (φ) °	18,00	27	25,00	28,00	33,00	40,00
Coesione non drenata (C_u) Kg/cm ²	0,22	0,34	0,4	1,07	-	-
Coesione (C') Kg/cm ²	-	0,16	-	-	0,00	0,00

12. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Vedi relazione dell'Analisi di sismica a rifrazione di tipo MASW riportata nell'allegato 17.

13. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE HVSR

Vedi relazione dell'Analisi di sismica a rifrazione di tipo HVSR riportata nell'allegato 18.

14. ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Vedi relazione della indagine sismica DOWN-HOLE riportata nell'allegato 19.

15. RISCHIO SISMICO

Con l'entrata in vigore dell'Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/3/2003 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale dell'Umbria n. 1111 del 18 settembre 2012 (BUR n. 47 del 3/10/2012), che opera una riclassificazione del territorio nazionale, il Comune di Terni è inserito nella **zona sismica 2**.

Con l'adozione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) la categoria di suolo di fondazioni qui presente, come si evince dall'Analisi di sismica a rifrazione MASW allegata alla presente, è di **tipo C**: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s" visto che utilizzando i valori del modello di velocità delle onde di taglio, la velocità media V_{seq} finale ottenuta è pari a **343 m/s**.

La categoria di sottosuolo risultante è riferita al piano attuale di campagna.

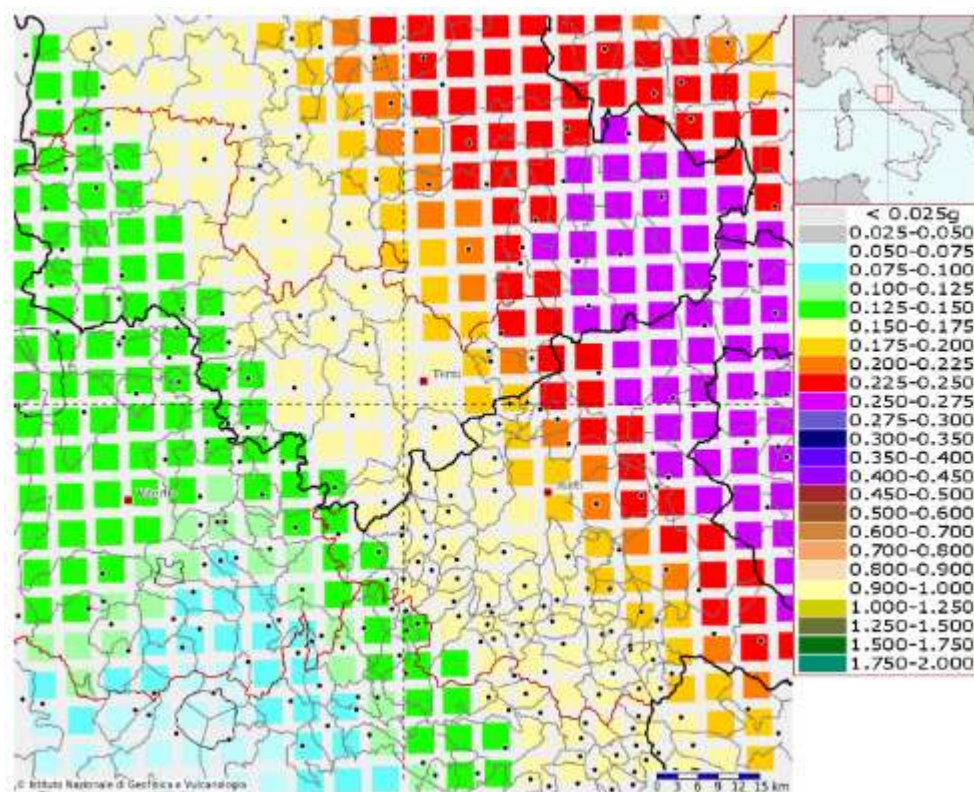
La categoria topografica è la **T1**: pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Dalla consultazione della carta di Pericolosità sismica locale Regionale del Servizio Sismico della Regione Umbria, consultabile on-line, l'area in studio è ricompresa all'interno delle Zone stabili suscettibili di amplificazione sismiche locali – (6) Aree di fondovalle con depositi alluvionali.



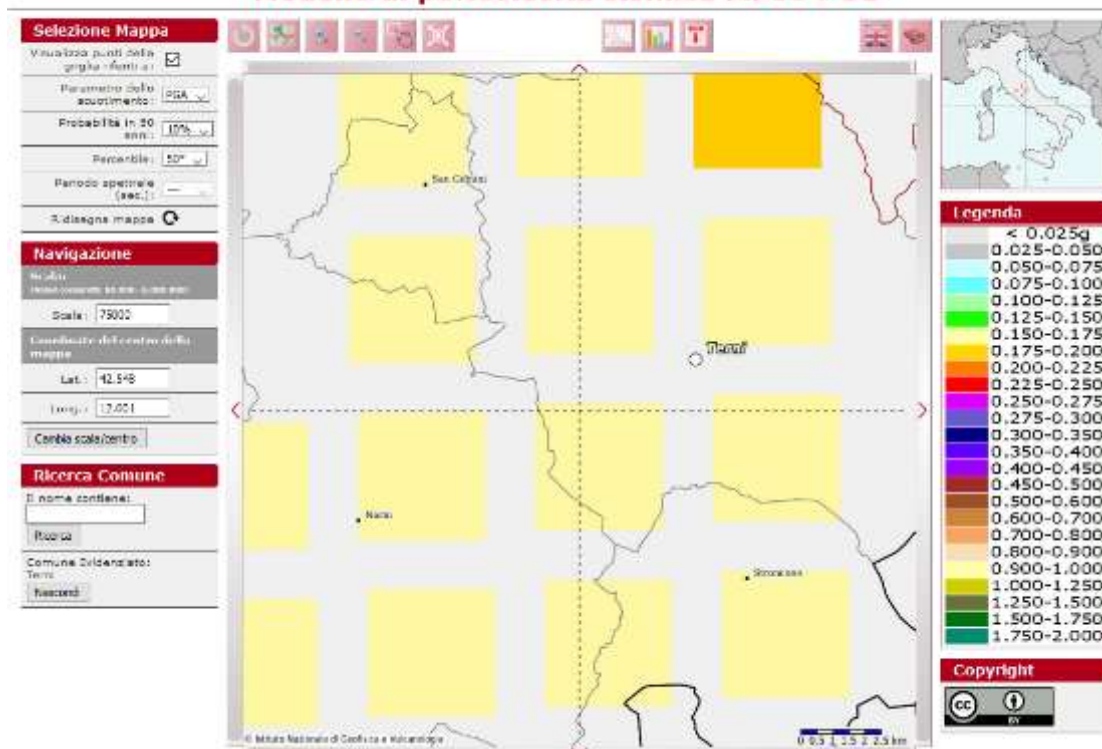
Disaggregazione della pericolosità sismica

La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare il contributo di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La disaggregazione in termini di Magnitudo - R (distanza), fornisce quindi il sisma che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) e tale terremoto è quello inteso come evento di magnitudo M e a distanza R che più contribuisce alla pericolosità sismica del sito in questione.

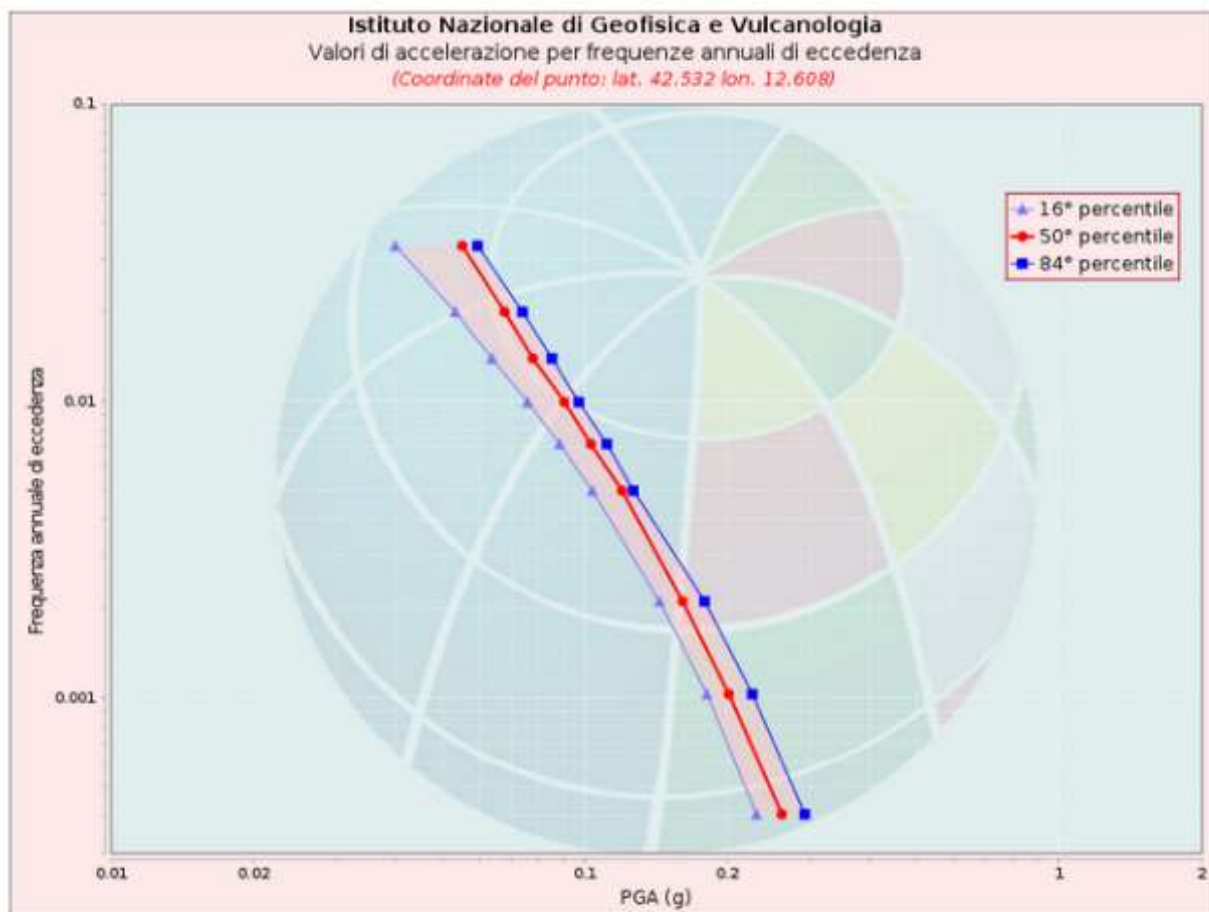


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

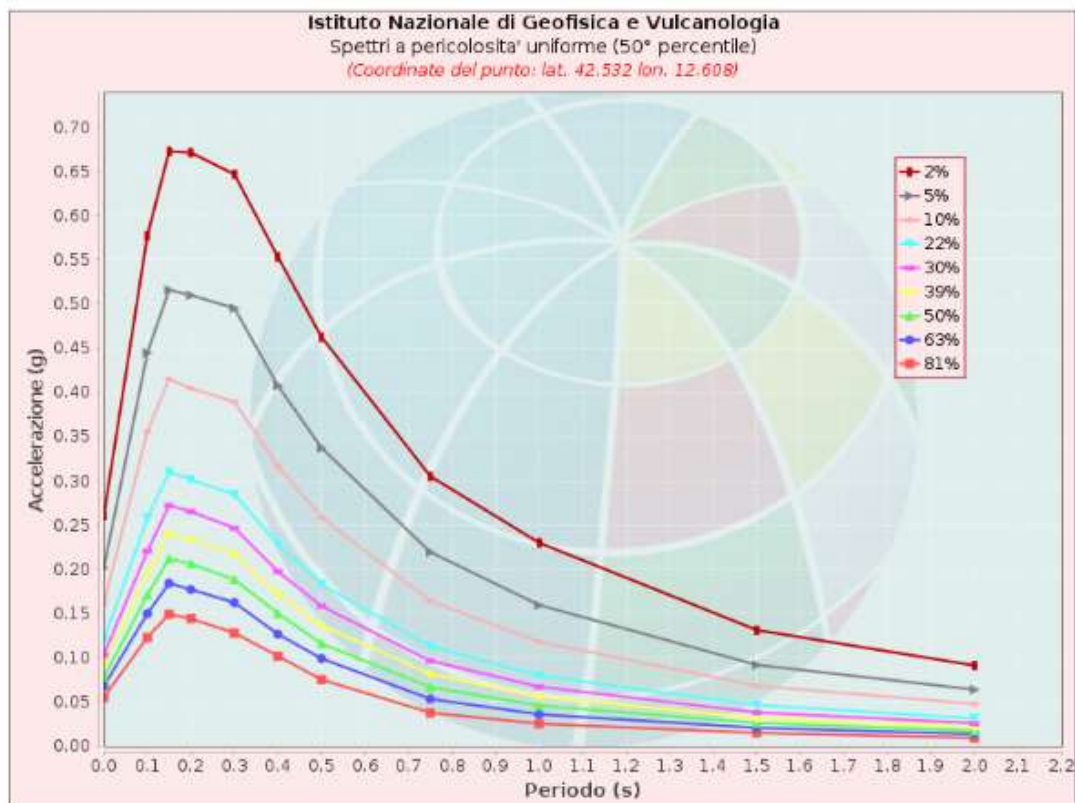
Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



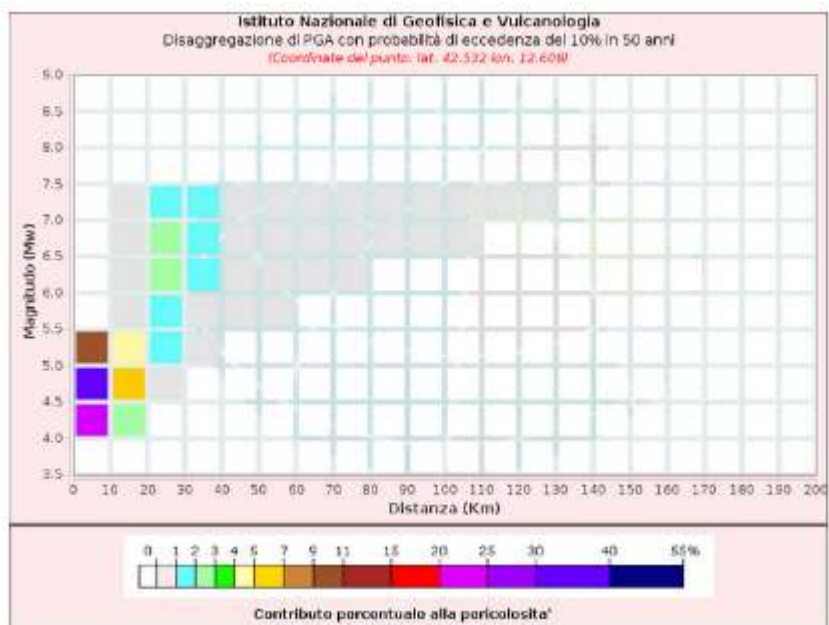
Mapa di pericolosità sismica, estratta dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 42.532 lon. 12.608)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2305	0.2607	0.2916
0.0010	0.1811	0.2015	0.2259
0.0021	0.1439	0.1609	0.1791
0.0050	0.1037	0.1199	0.1268
0.0071	0.0886	0.1031	0.1114
0.0099	0.0758	0.0906	0.0972
0.0139	0.0637	0.0778	0.0853
0.0199	0.0533	0.0678	0.0740
0.0332	0.0399	0.0552	0.0594



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.261	0.577	0.673	0.671	0.647	0.553	0.463	0.305	0.230	0.131	0.091
5%	0.201	0.445	0.516	0.510	0.495	0.408	0.337	0.219	0.159	0.092	0.064
10%	0.161	0.356	0.415	0.405	0.389	0.316	0.259	0.164	0.118	0.068	0.048
22%	0.120	0.258	0.310	0.301	0.285	0.228	0.183	0.113	0.080	0.046	0.031
30%	0.103	0.220	0.272	0.265	0.247	0.197	0.158	0.096	0.067	0.038	0.026
39%	0.091	0.196	0.241	0.234	0.217	0.172	0.137	0.082	0.056	0.032	0.021
50%	0.078	0.171	0.212	0.206	0.188	0.150	0.116	0.067	0.046	0.026	0.017
63%	0.068	0.150	0.184	0.177	0.162	0.127	0.099	0.053	0.036	0.021	0.014
81%	0.055	0.123	0.149	0.144	0.128	0.102	0.075	0.038	0.025	0.015	0.009



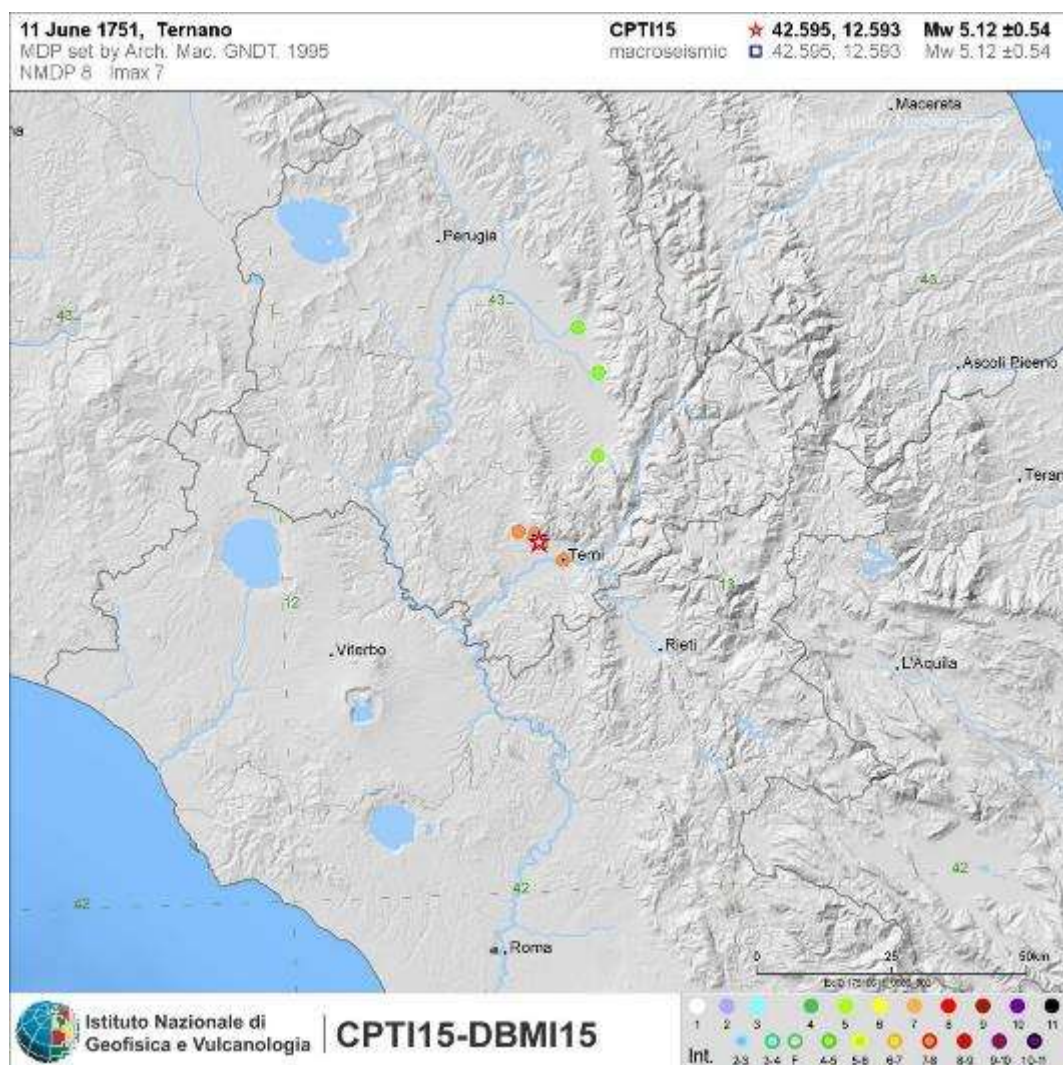
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.532 lon. 12.608)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	23.6000	31.7000	10.9000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.8400	6.8300	4.5200	0.2000	0.2110	0.1770	0.0900	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.3530	1.5900	1.9600	2.4100	2.0600	1.2000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.1190	0.7930	1.4200	1.4900	1.0500	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1370	0.6370	0.8770	0.7360	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	0.2200	0.4920	0.4870	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0419	0.2530	0.3050	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0710	0.1160	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0194	0.0550	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0263	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0113	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	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
5.04	11.6	1.17

Il procedimento della disaggregazione sismica eseguito per l'area in studio del Comune di Terni ha fornito i seguenti valori di Magnitudo attesa: $M = 5.040$, e distanza $R = 11.60$ Km, quindi la massima pericolosità è determinata da un potenziale terremoto con tempo di ritorno 50 Anni, con magnitudo **$M = 5.04$ e da una sorgente sismica a distanza $R = 11,6$ Km dall'area di studio.**

SISMICITÀ STORICA E RECENTE

Dall'analisi dei dati disponibili all'interno del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 editors: Andrea Rovida, Mario Locati, Romano Camassi, Barbara Lolli, Paolo Gasperini (fonte INGV) dal 1000 al 2014, risulta che il territorio del Ternano è stato interessato da vari eventi sismici; quello di maggiore entità si è verificato in data 11 Giugno 1751, con $MW = 5,12 \pm 0,54$ (valore macrosismico), come risulta dall'allegata scheda acquisita dal sito del INGV.

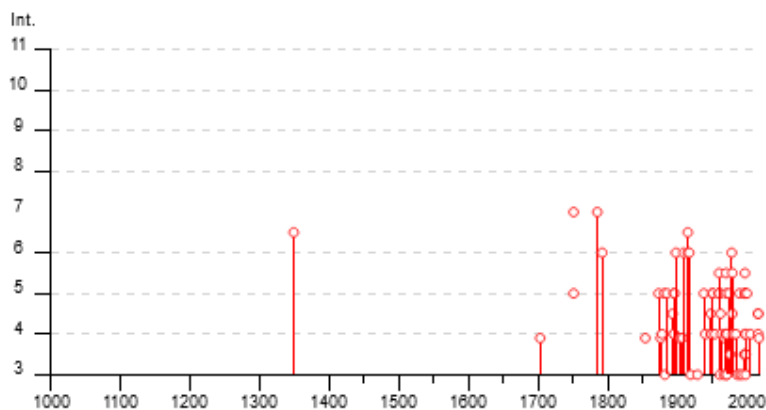


Di seguito si riporta una tabella con evidenziati i maggiori terremoti verificatesi nel Ternano (fonte INGV) dal 1349 al 2017.

Terni



PlaceID IT_50252
Coordinate (lat, lon) 42.562, 12.647
Comune (ISTAT 2015) Terni
Provincia Terni
Regione Umbria
Numero di eventi riportati 97

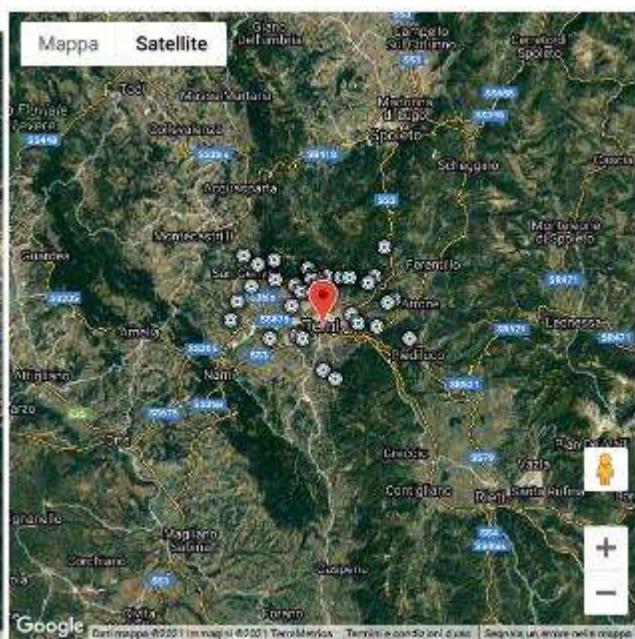
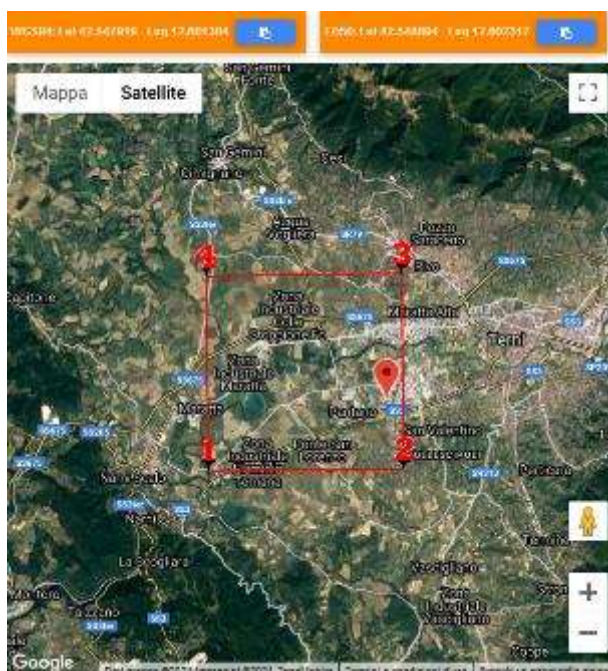


► Personalizza il diagramma

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
6-7	1349	09	09	08	15		Viterbese	9	
NF	1639	10	07				Monti della Laga	39	9-10 6.21
F	1703	01	14	18			Valnerina	197	11 6.92
7	1751	06	11				Ternano	8	7 5.12
5	1751	07	27	01			Appennino umbro-marchigiano	66	10 6.38
7	1785	10	09	03	15		Monti Reatini	33	8-9 5.76
6	1792	07	20				Ternano	9	6-7 5.06
F	1854	01	17	09			Narni	6	5-6 4.71
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8 5.85
2	1874	02	24	06	52		Aquilano	26	6-7 5.12
F	1876	05	22	00	30		Spoletto	14	5-6 4.57
4	1878	09	15	07	20		Valle Umbra	34	8 5.46
5	1881	03	11	22	50		Valle Umbra	15	5 4.51
3	1882	05	26	04	15		Cascia	16	5 4.45
5	1885	06	17	22	34		Monti Reatini	9	7 4.90
4-5	1893	08	02	00	59		Valnerina	84	5-6 4.55
5	1895	05	20	15	32	57	Valle Umbra	27	5-6 4.49
4	1895	08	09	17	38	20	Adriatico centrale	103	6 5.11
4	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7 4.83
5	1896	01	06	15	59		Narni	13	5 4.08
NF	1897	01	19	19	20		Poggiodoro	19	6 4.68
6	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8 5.50
F	1904	02	24	15	53	26	Marsica	56	8-9 5.68
NF	1904	06	20	01	24		Assisi	24	5 4.10

NF	1904 09 02 11 21	Maceratese	59	5-6	4.63
F	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75
NF	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
6	1909 02 06 08 05	Ternano	12	5	4.16
NF	1909 10 01 01 08	Spoletto	8	5-6	4.40
NF	1910 06 29 13 52	Valnerina	58	7	4.93
NF	1911 01 18 06 52	Lugnano in Teverina	19	6	4.42
NF	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4.74
6-7	1915 01 13 06 52 43	Marsica	1041	11	7.08
6	1915 11 11 03 41	Ternano	16	6	4.53
6	1917 05 12 15 34 36	Ternano	34	7-8	5.03
3	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
NF	1927 12 26 15 06 14	Colli Albani	38	7	4.89
3	1929 05 07 17 06	Valle Umbra	4	5	4.16
2-3	1930 04 07 17 17 18	Monti Sibillini	28	5-6	4.50
5	1938 08 12 02 28 33	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	106	7-8	5.29
4	1948 12 17 21 18 02	Monti Reatini	3	5-6	4.40
4-5	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
4	1949 10 27 19 08	Monti Reatini	9	6-7	4.98
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
5	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
4	1954 03 23 17 55	Collestatte	20	5	4.16
NF	1957 03 12 16 20	Valnerina	62	5	4.16
NF	1957 07 19 09 04 07	Valle Umbra	58	6-7	4.58
2	1960 03 16 01 52 48	Monti della Laga	81	5	4.44
5	1960 04 23 11 44	Monti Martani	21	6	4.66
5	1960 07 12 14 08	Monti Martani	35	7-8	4.93
5	1960 07 18 04 07	Ternano	32	6-7	4.53
5-6	1960 07 20 23 09	Ternano	22	7	4.67
3	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5.09
4-5	1962 08 30 12 10	Valnerina	35	7	5.02
4	1963 02 02 19 34	Reatino	10	6	4.64
3	1967 12 03 21 29 59	Aquilano	32	5	4.37
F	1968 01 04 10 23	Sabina	28	6	4.53
4	1969 09 26 23 40 39	Teramano	97	5	4.39
5	1970 05 25 12 56	Ternano	17	5	4.35
5-6	1970 05 26 12 05	Ternano	7	5-6	4.37
4	1970 09 07 14 02 21	Appennino umbro-marchigiano	56	5	4.35
3	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4.83
3	1971 02 11 18 49 21	Valle del Chiascio	71	6	4.61
4	1971 04 02 01 43 54	Valnerina	68	6	4.50
5	1974 12 02 01 55 15	Valnerina	27	7-8	4.58
3-4	1976 05 06 20 00 1	Friuli	770	9-10	6.45
6	1978 07 30 05 19 23	Ternano	25	7	4.32
4-5	1979 01 25 23 53 01	Valnerina	8	5	4.44

5-6	1979 09 19 21 35 37	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 02 28 21 04 40	Valnerina	146	6	4.97
NF	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1983 11 09 16 29 52	Parmense	850	6-7	5.04
4	1984 04 29 05 02 59	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	1986 10 13 05 10 0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
NF	1987 07 03 10 21 5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
5	1989 12 22 06 48 1	Valle Umbra	114	5	4.44
3	1990 09 12 02 59 4	Valle Umbra	62	5-6	4.12
3	1993 06 05 19 16 1	Valle del Topino	326	6	4.72
3-4	1996 10 20 19 06 5	Appennino laziale-abruzzese	100	5	4.36
5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5-6	1997 09 26 09 40 0	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
5	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
4	1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
3-4	1997 11 09 19 07 3	Valnerina	180		4.87
3-4	1998 03 21 16 45 0	Appennino umbro-marchigiano	141		5.00
4	1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
3	1998 08 15 05 18 0	Reatino	233	5-6	4.42
5	2000 12 16 07 31 0	Ternano	129	5-6	4.29
NF	2001 03 23 00 50 1	Sabina	85	5	3.77
4	2005 12 15 13 28 3	Val Nerina	350	5	4.14
4-5	2016 08 24 01 36 32	Monti della Laga	221	10	6.18
4	2016 10 26 19 18 0	Valnerina	77		6.07
4-5	2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379		6.61
F	2017 01 18 10 14 9	Aquilano	280		5.70



Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Colle dell'Oro	2	2
Palma	1	2
Palmetta	1	2
Cervara Bassa	1	3
Colleterolletta	1	3
Cerqueto	1	3
Maratta Bassa	1	3
Pietrara	1	3
San Clemente Piedimonte	1	4
Collescipoli	11	4
Piedimonte	1	4
Poscargano	2	4
Papigno	17	4
Fontana della Mandola	1	4
Campitello	2	4
Rocca San Zenone	1	4
San Giovanni Piedimonte	1	5
Collelicino	1	5
Marmore	5	6
Gabelletta	1	6
Montemaggio	1	6
Ponte San Lorenzo	1	6
Castagna	1	6
Collestatte	6	7
Stroncone	42	7
Cesi	14	7
Torreorsina	2	7
Vallantica	1	8
Solfonare	1	8
Ponte Caldaro	2	9
Valle San Martino	1	9
Piediluco	19	9
Fabbrucciano	1	10
San Gemini	45	10

16. RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

Nel mese di novembre 2022, è stata eseguita l'analisi di risposta sismica locale RSL per l'asilo Grillo Parlante nel Comune di Terni (fig.1).

Il presente studio di risposta sismica locale prevede l'estrazione dato medio dello spettro di accelerazione, trasformazione in spettro di risposta elastico e sua regolarizzazione secondo i dettami della ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n 55/2018. Sono state consultate le banche dati degli accelerogrammi spettro compatibili forniti dalla Regione Umbria all'interno del documento: "Supporto scientifico per la selezione di accelerogrammi spettro-compatibili" (MARZO 2019), in collaborazione con l'INGV. Sono stati scelti 7 accelerogrammi spettro-compatibili per il Comune di Terni come in fig. 2.

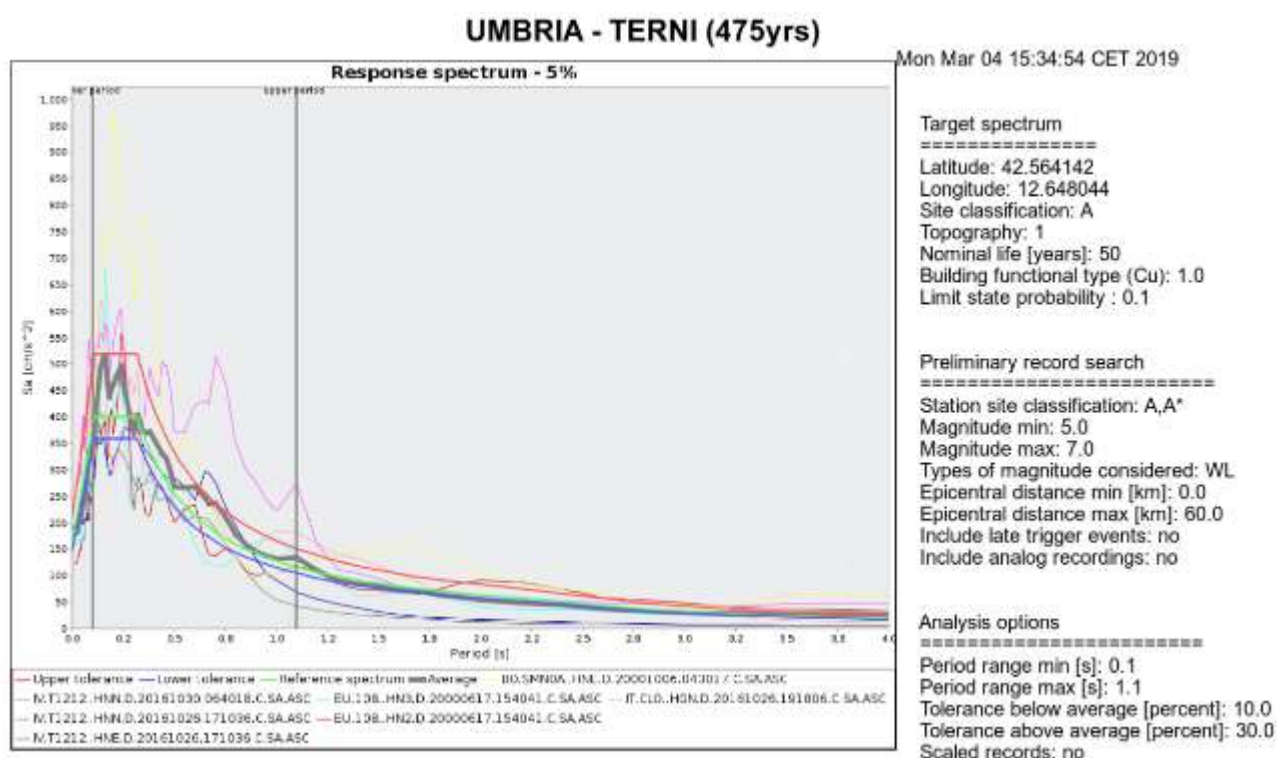


Figura 1 - Scelta accelerogrammi spettro compatibili per il Comune di Terni.

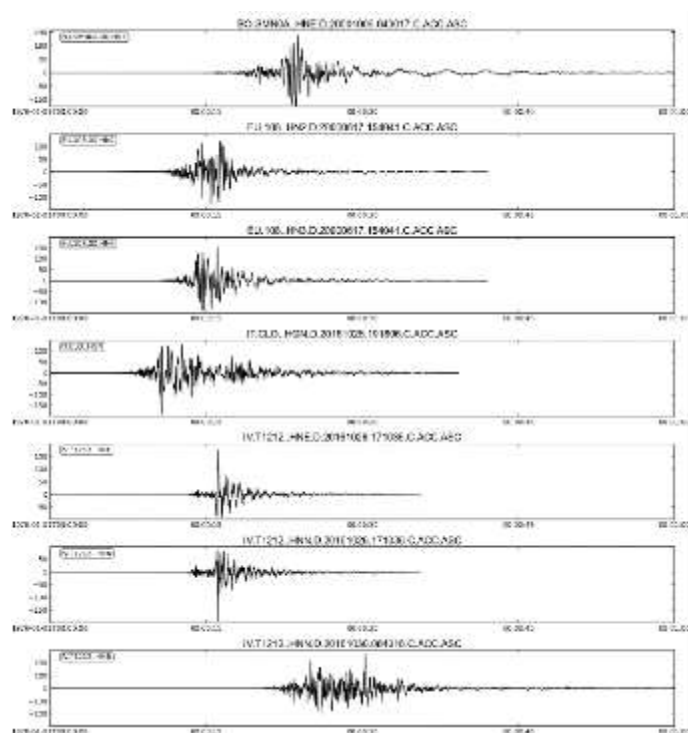


Figura 2- Time series accelerogrammi spettro compatibili per il Comune di Terni.

Il modello geologico e geofisico del sito è basato sullo studio geologico-tecnico comprensivo delle indagini geognostiche eseguite all'interno dell'area in studio e sulla base di indagini pregresse realizzate nelle aree limitrofe desunti da banche dati pubbliche.

ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO

La normativa regionale per gli studi di Microzonazione sismica di 3° livello o di risposta sismica locale, l'utilizzo di almeno 7 accelerogrammi di riferimento.

Per l'analisi RSL dell'area in studio sono stati utilizzati i 7 accelerogrammi del comune di Terni come da direttive regionali: "Supporto scientifico per la selezione di accelerogrammi spettro-compatibili (MARZO 2019)"

1. BO.SMN0A..HNE.D.20001006.043017.C.ACC1258091_170_B
2. EU.108..HN2.D.20000617.154041.C.ACC1258091_170_D
3. EU.108..HN3.D.20000617.154041.C.ACC
4. IT.CLO..HGN.D.20161026.191806.C.ACC
5. IV.T1212..HNE.D.20161026.171036.C.ACC
6. IV.T1212..HNN.D.20161026.171036.C.ACC

7. IV.T1212..HNN.D.20161030.064018.C.ACC

Gli accelerogrammi sono stati inseriti all'interno del programma RSL_III di Geostru ed opportunamente scalati per i valori di ag dei diversi stati limite SLO, SLD, SLV, SLC.

I risultati ottenuti, in termini di FA (SLV) Classe D'uso III e Vn 50 anni, sono i seguenti:

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.160	[s]
Tvi	0.720	[s]
Tao	0.240	[s]
Tvo	1.550	[s]
Sami	4.380	[m/s ²]
Svmi	0.241	[m/s]
Samo	5.698	[m/s ²]
Svmo	0.605	[m/s]
Fa	1.301	[-]
Fv	2.514	[-]
TB	0.223	[s]
TC	0.668	[s]
TD	2.584	[s]
SA(0)	2.413	[m/s ²]
SA(TB)	5.698	[m/s ²]

17. CONCLUSIONI

Dallo studio geologico e dalle osservazioni fatte si può concludere che:

- I terreni esaminati risultano stabili e non si evidenziano problematiche di ordine geologico, geomorfologico e sismico.
- L'area, dal punto di vista geomorfologico, come riportato nella Carta I.F.F.I. (inventario dei Fenomeni Franosì Italiani) dell'ISPRA, nella cartografia del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino Tevere-Nera, dalle Tavole del PRG del Comune di Terni non è soggetta a fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti.
- Per quanto riguarda il rischio idraulico, come si evince dalla consultazione del PAI, l'area in questione non è ricompresa nelle aree perimetrate a rischio di esondazione del reticolo principale (F. Nera), né in quelle del reticolo secondario.
- Durante l'esecuzione delle indagini geognostiche che hanno indagato una profondità di 30,00 m dal piano di campagna non si è intercettata la falda idrica.
- Per quanto attiene la verifica a liquefazione quest'ultima non è stata realizzata poiché la falda è a quote superiori ai 15 metri dal piano attuale di campagna.
- Per quanto attiene la nuova normativa sismica, il sito in esame rientra nella categoria di **suolo C** "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s". visto che utilizzando i valori del modello di velocità delle onde di taglio, la velocità media V_{seq} finale ottenuta è pari a **336 m/s**.
- La categoria topografica è la T1: Pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Terni, 28 novembre 2022

Dott. Geol. Giuseppe Caracciolo
Ordine Geologi Regione Umbria n. 360

COMUNE DI TERNI

Corografia

Scala 1:25.000

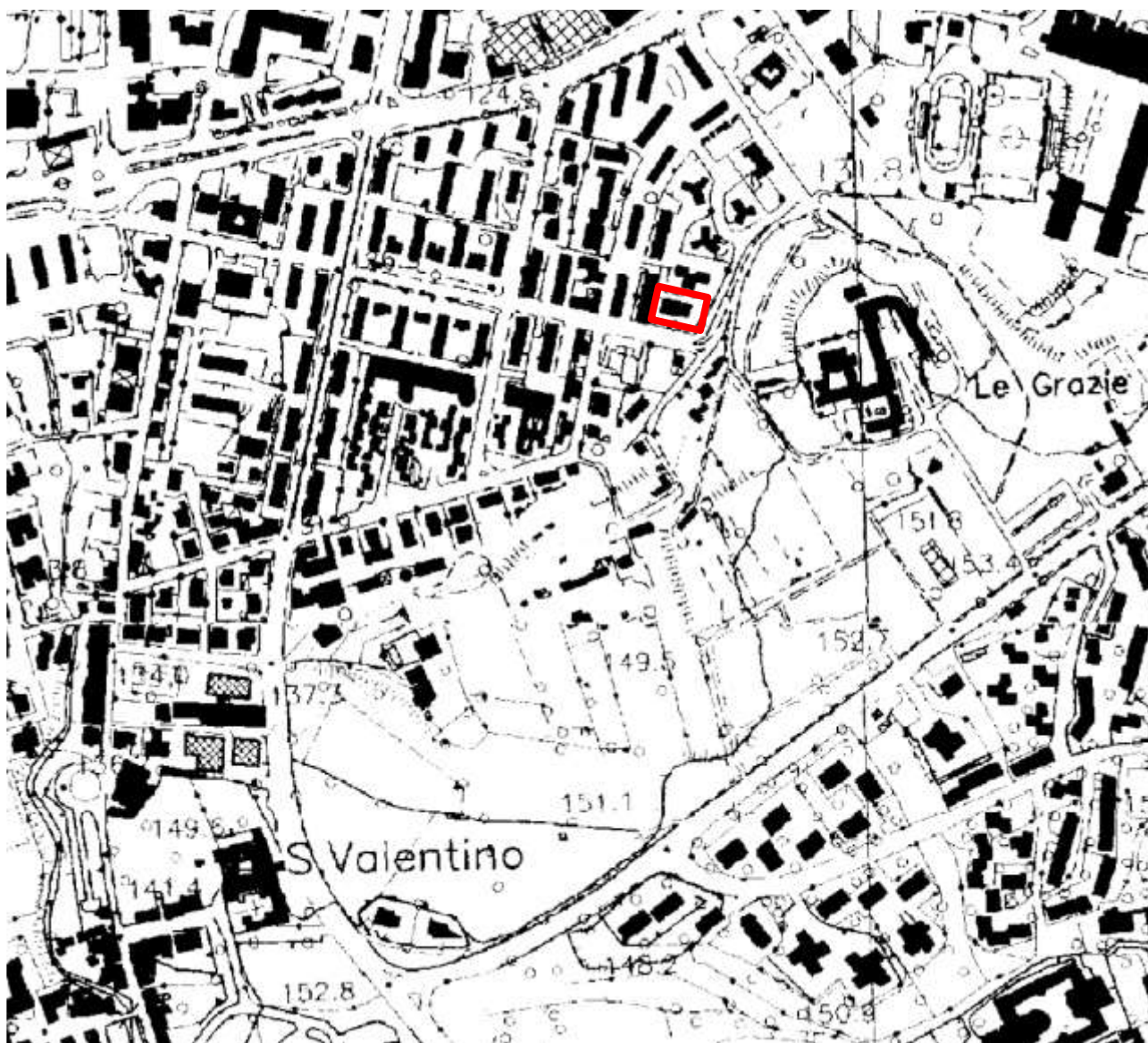


◆ Area oggetto d'intervento

COMUNE DI TERNI

CTR sezione n.346080

Scala di visualizzazione 1:5.000



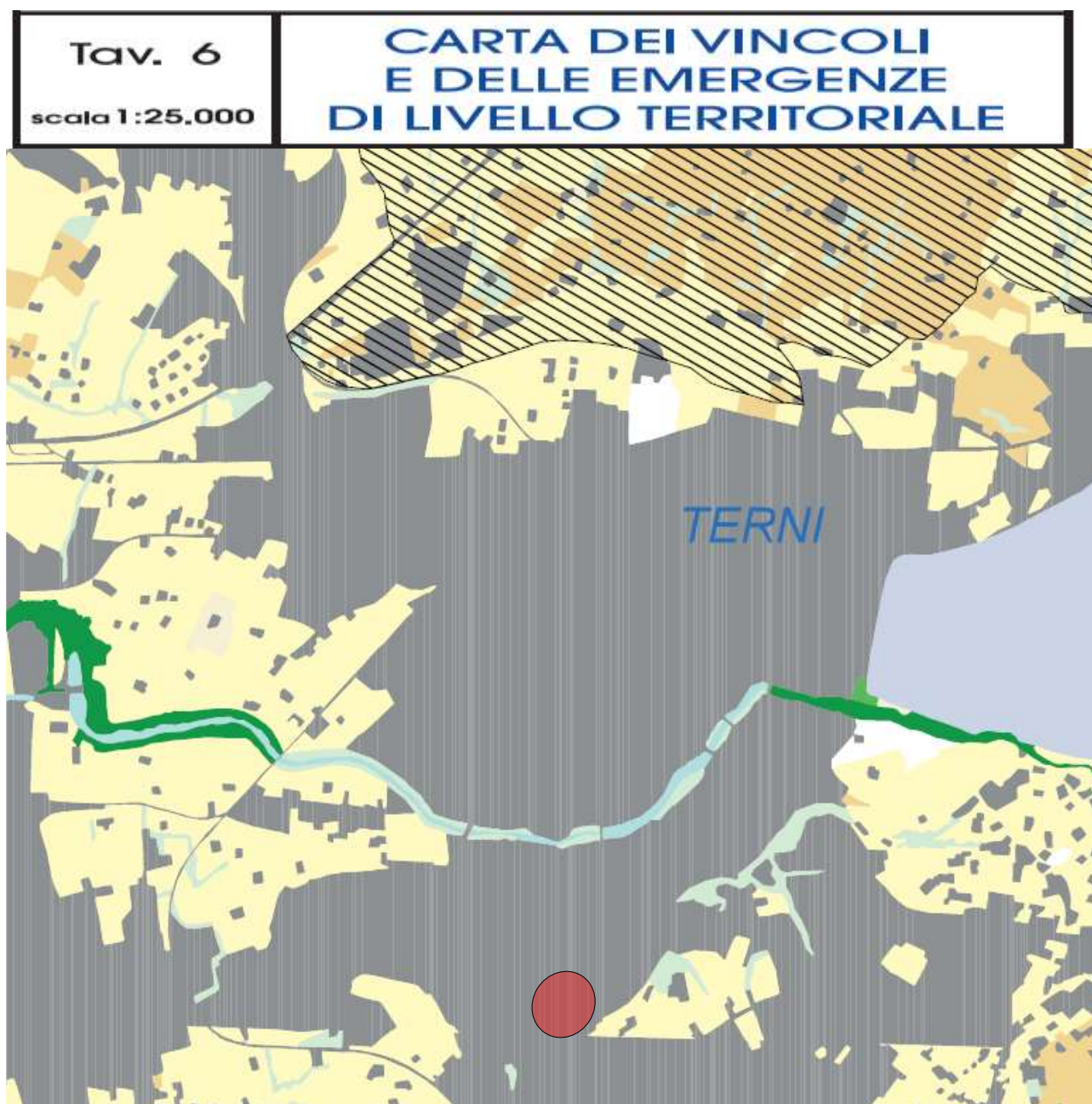
 Area oggetto d'intervento

Allegato 3

Stralcio Planimetria Catastale
Foglio n°124, Particella n°540



Area oggetto d'intervento

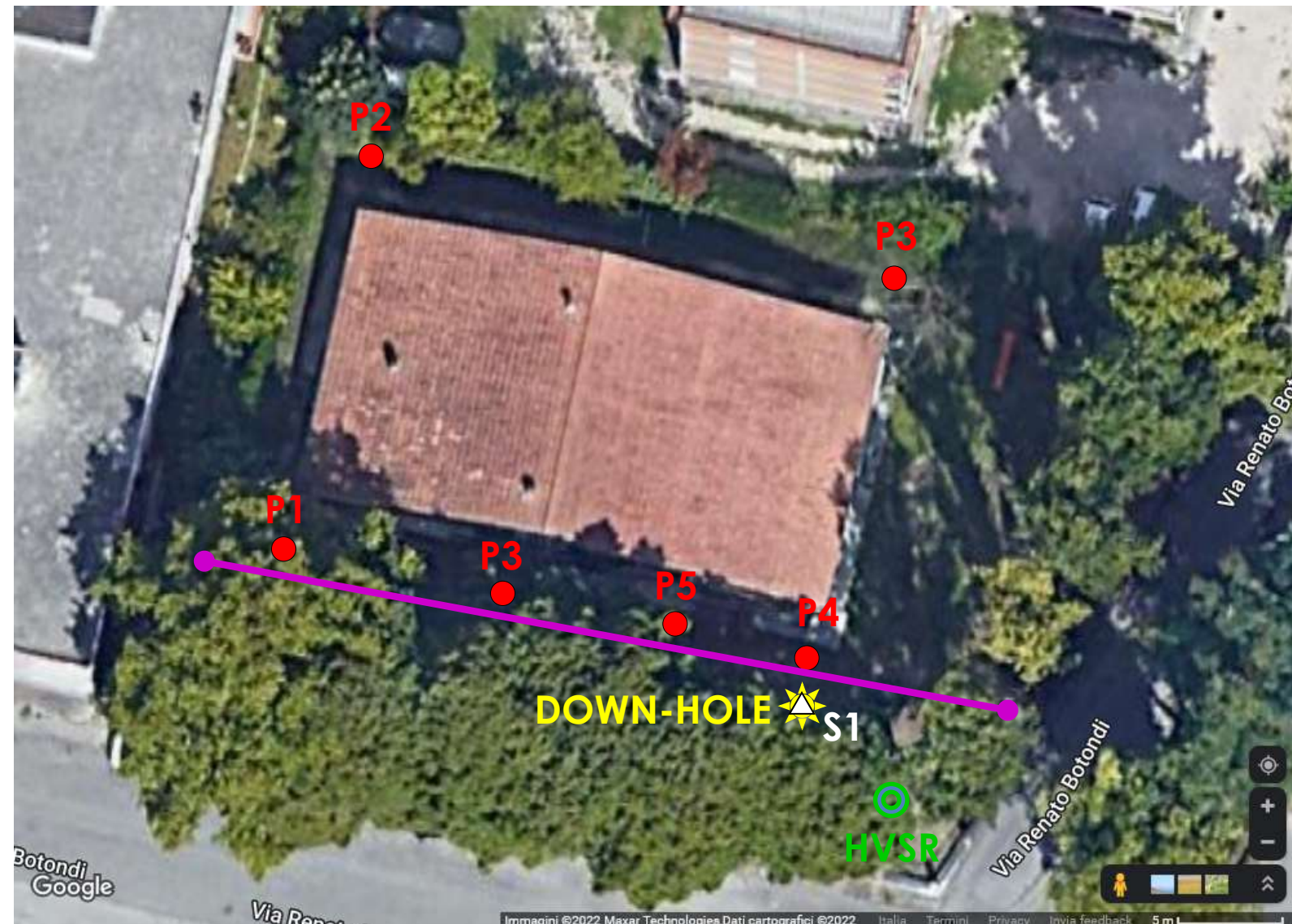








LEGENDA

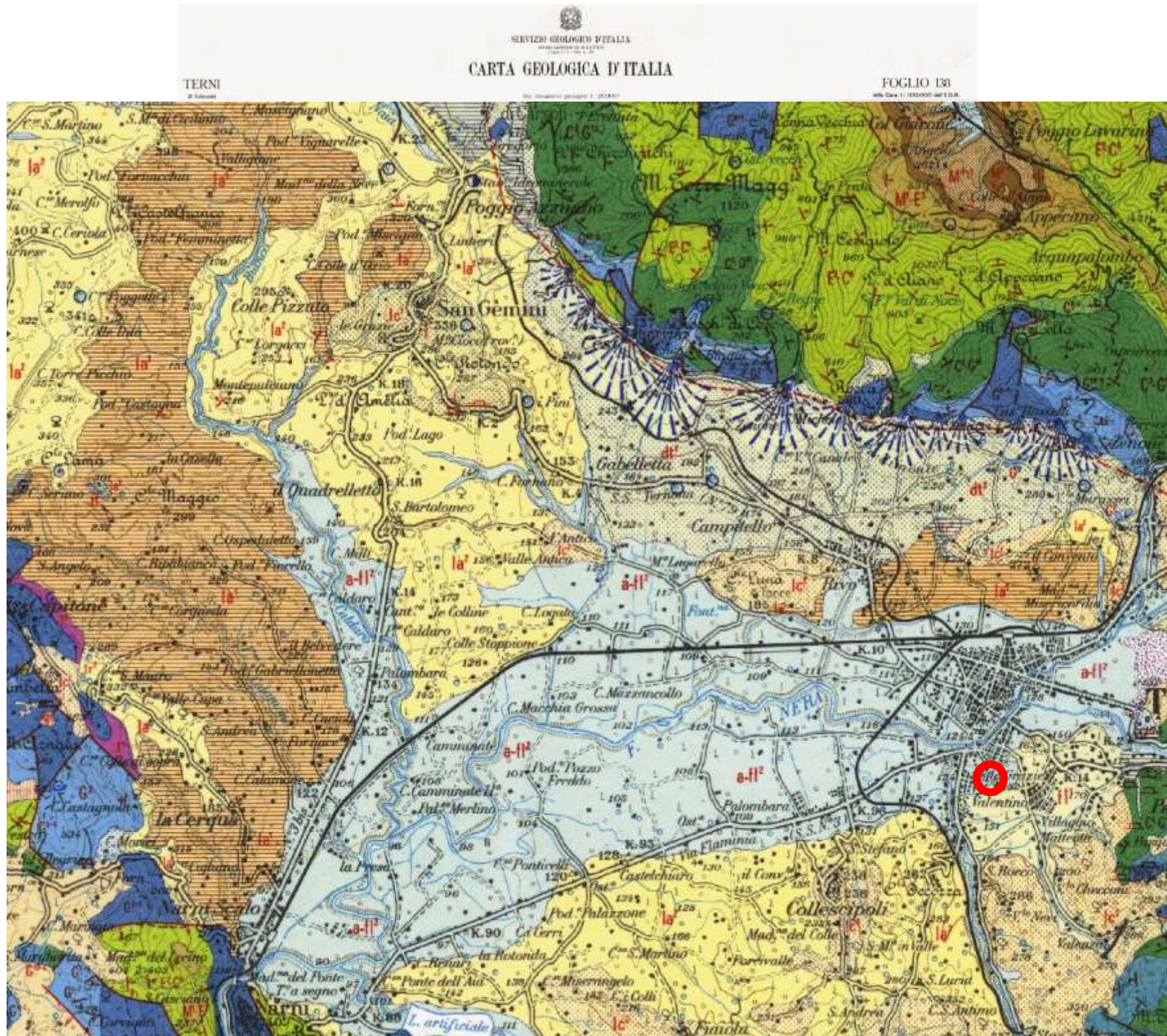
- Vincolo idrogeologico
- Usi civici (ex L. 431/85)
- Vincolo paesistico ambientale e archeologico (L.1497/39)
- Parchi regionali
- Singolarità geologiche
- Singolarità geologiche
- Zone di protezione speciale (Z.P.S.)
- Siti di interesse comunitario (S.I.C.)

IMMAGINE SATELLITARE ESTRATTA DA GOOGLE MAPS

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITU



-  Ubicazione stendimento MASW
-  Ubicazione prove penetrometriche
-  Ubicazione prove penetrometriche
-  Sondaggio a carotaggio continuo
-  Indagine sismica DOWN-HOLE
-  Indagine sismica di tipo HVSr



NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

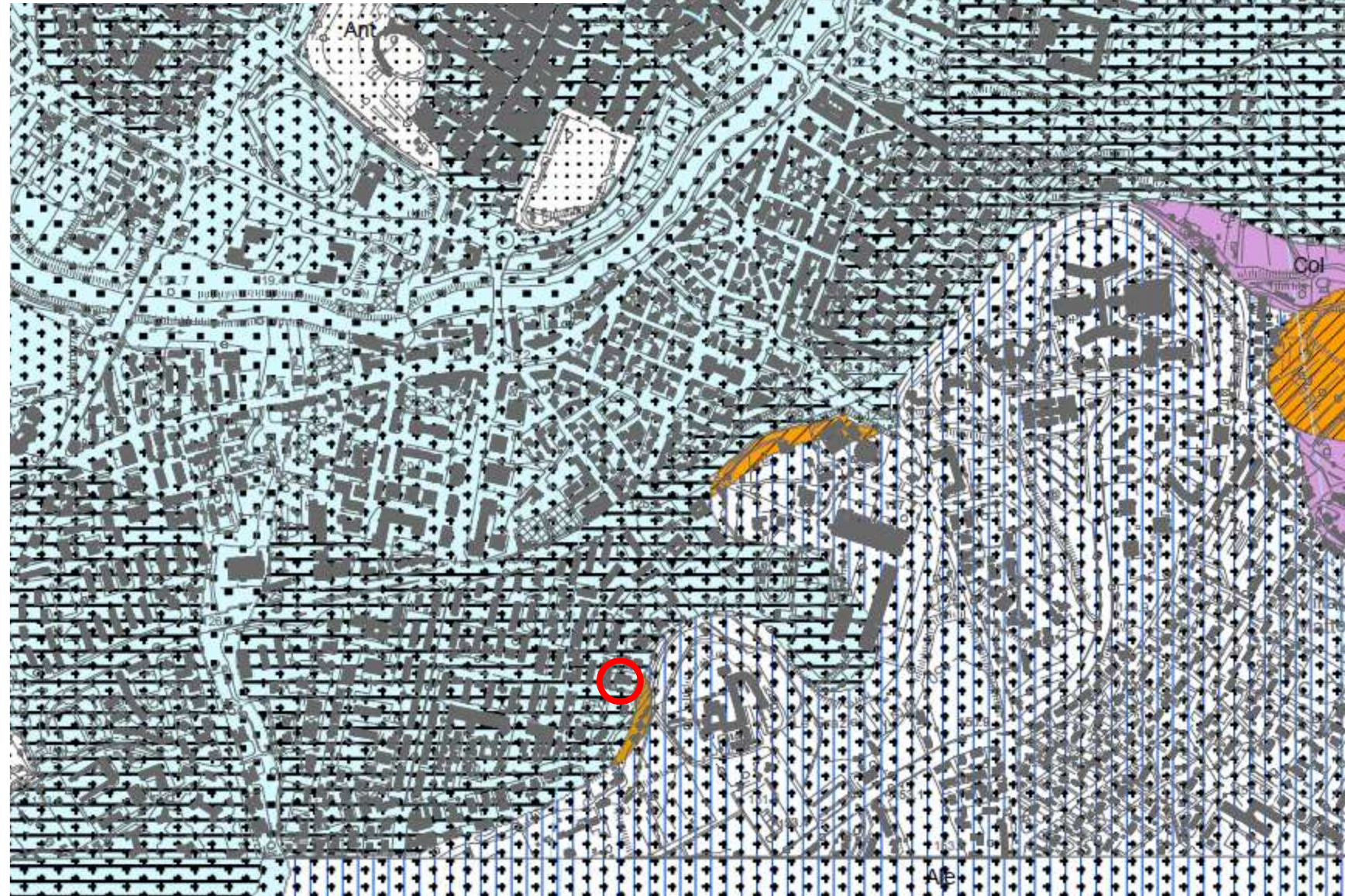
GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.: Analisi, gestione e struttura del database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA GEOLOGICA C.T.R. 346080 "COLLESCIPOLI"

ELABORATO N. 4.1 a

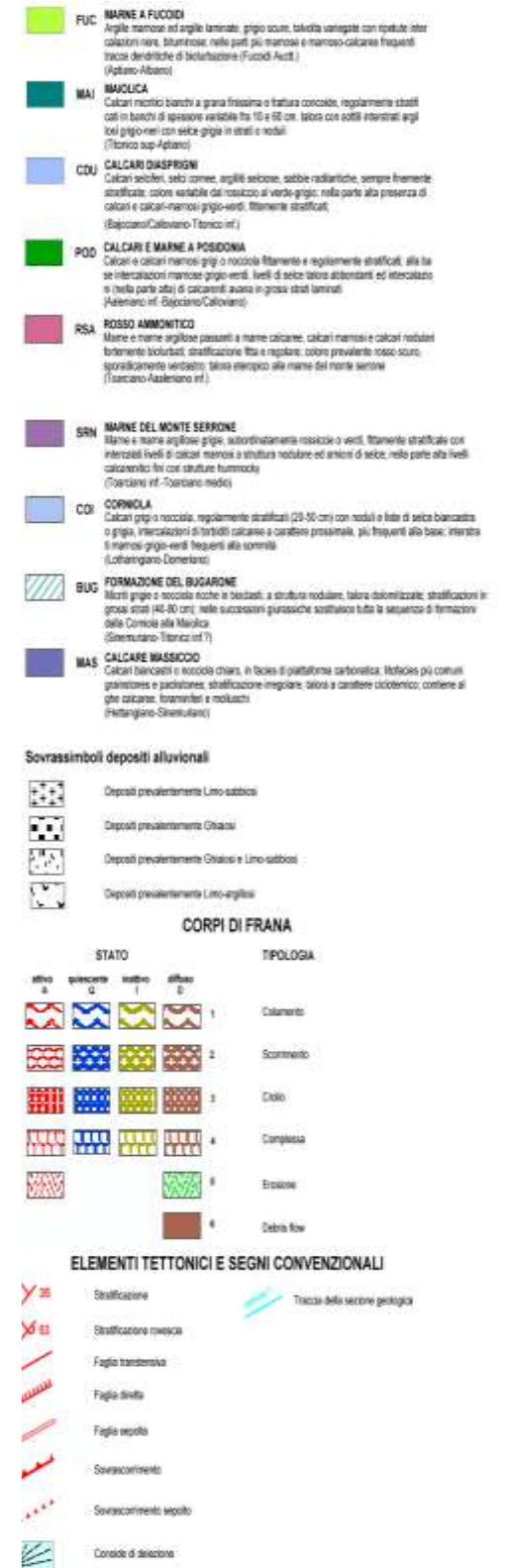


LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICI

- ant** Accumuli antropici: Depositi di materiale non cementato, da poco a mediamente addensato; materiali di riporto di origine antropica (Olocene)
- col** Depositi eluvio-Coluviali: Depositi essenzialmente fini con classi di varie dimensioni, provenienti dal distacco delle rocce del substrato, accumulati sul posto o sedimentati sui versanti per trasporto di massa e/o per ruscellamento diffuso (Pleistocene-Olocene)
- ter** Terre Rosse: Depositi residui argilloso-limosi di colore rosso, talora frammati a materiale calcareo detritico, provenienti dall'alterazione e dalla dissoluzione dei carbonati (Pleistocene-Olocene)
- Alluvioni:**
aA Limi sabbiosi e limi argillosi con inglobati depositi lenticolari e nastri di ghiaie e ghiaie sabbiose sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazioni di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie
aB (aA) Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
ale (aA) Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
ale (ale) Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia né la dinamica attuale (Pleistocene)
- dpi** Depositi pelustri: Depositi argillosi e limosi con presenza di torbe (Pleistocene-Olocene)
- Detriti di versante**
dra Depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classati a fortemente etero metrici, i clasti sono prevalentemente a spigoli vivi, per lo più in accumuli massivi o grossolani mente stratificati
drr (dra) Depositi in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
drr (dra) Depositi in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
drr (dra) Depositi non in rapporto con la morfologia attuale (Pleistocene)
- Traverlini**
tr Traverlini terrosi, sabbie e limi calcarei, traverlini terrosi
tr1 Traverlini litoidi, traverlini litoidi in giacitura massiva o grossolanamente stratificati (Pleistocene-Olocene)
- LAC** **GHAIE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati di origine lacustre, talvolta in matrice sabbiosa, a clasti calcarei mediamente evoluti, localmente con evidenti embricature; (Pleistocene inf-Pleistocene medio)
- Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino Tiberino**
ACP **TRAVERTINI, SABBIE E LIMI TRAVERTINOSI**
Limi calcarei traverlinosi, sabbie limose fini sottilmente laminate, associate a travertino lenticolare e fucoidale, subordinatamente a strati di calcare litoidi; è presente malacofauna d'acqua dolce (Pleistocene inf-Pleistocene medio?)
CGS **GHAIE, GHAIE SABBIOSE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei da poco a ben evoluti, localmente con evidenti embricature; possono essere presenti livelli di sabbie limose o argille (Pleistocene inf-Pleistocene medio)
SMI **ARGILLE ED ARGILLE SABBIOSE**
Argille ed argille sabbiose grigie e marroni chiare, sabbie argillose giallastre o avana, a loro gli compattate di alterazione e di ossidi ferrosi, laminate o sottilmente stratificate, alterate a livelli sabbiosi con strutture trattive (SMI); Localmente sono presenti potenti corpi ghiaioso-conglomeratici a matrice sabbiosa (SMig) (Pleistocene sup?-Pleistocene inf.)
SMig
- Complesso Terrigeno Umbro**
SCH **SCHLIER**
Nella parte bassa mame siltose ed argillose in strati da spessi a molto spessi in genere mai distinti; verso l'alto progressivo incremento dei letti siltosi e stratificazione più marcata
- Complesso Carbonatico Umbro**
BIS **BISCIARO**
Calcarei marmosi grigi scuri e mame grigie; nella parte bassa strati di selce nera; sottili intercalazioni di vulcanoclasti e tuffi sono più frequenti nella porzione inferiore; contiene foraminiferi planctonici (Aquitano-Burdigaliano)
SCC **SCAGLIA CINEREA**
Mame e mame argillose grigio-verdi o grigio-ceneri alternate, alla base, con calcari mamo ei grigi in strati con spessore da centimetrico a decimetrico; localmente intercalazioni di calcareniti grigie in strati di 10-60 cm (Eocene sup.-Aquitano)
VAS **SCAGLIA VARIEGATA**
Mame e mame argillose rosse e grigio-verdi con intercalazioni di calcari mamosi rossi e di calcareniti; stratificazione sottile (2-20 cm) e ritmica (Eocene medio-Eocene sup.)
SGO **SCAGLIA ROSSA**
Calcarei e calcari mamosi da rosati a rosso scuri con noduli e lisse di selce generalmente rosea o rossa; sono presenti calcareniti, frequentemente laminate di colore grigio o bianco, talora di notevole spessore (Turoniano-Eocene medio)
SBI **SCAGLIA BIANCA**
Calcarei mamosi bianchi o grigi fitamente stratificati, con lisse e strati di selce nera o grigia nella parte alta, frequentemente bianca o rosata nella parte bassa, sono presenti intercalazioni calcarenitiche, talora claustriditiche; Nella parte sommitale, alcuni metri prima del passaggio con la scaglia rossa, è in genere presente il Livello Bonarelli (scisti bituminosi neri con resti di pesci e radiolari) (Albano-Turoniano)

Allegato 7



NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELLA PETRALIA
GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE: Analisi, gestione e struttura dei dati con software di G.T.T. GEOL. PIERPAOLO CHIAZZI

CARTA GEOMORFOLOGICA

LEGENDA

- (a) Zona di crinale affilato (a) e cocuzzolo (b)
- (b)
- Orlo di scarpata H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)
- Orlo di scarpata H<10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)
- attiva quiescente inattiva
- Scarpata principale di frana
- CORPI DI FRANA**
- | STATO | | | TIPOLOGIA |
|--------|------------|----------|-------------|
| attivo | quiescente | inattivo | |
| | | | Colamento |
| | | | Scorrimento |
| | | | Crollo |
| | | | Complessa |
| | | | Erosione |
| | | | Debris flow |
- attiva quiescente inattiva
- Frana non cartografabile
- Area di influenza al pericolo di frana
- Deformazioni plastiche
- Area Classificata R4
"Rischio molto elevato" - P.A.I. (Autorità Bacino del Fiume Tevere)
- Area Classificata R3
"Rischio elevato" - P.A.I. (Autorità Bacino del Fiume Tevere)
- Conoide di deiezione
- Area di scarica, terreni di colmata o di riporto
- Area morfologicamente in depressione
- Limite comunale



NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

**STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA**

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.: Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

**INVENTARIO DISSESTI IROGEOLOGICI
CON ADEGUAMENTO AL PAI**

C.T.R. 346080 "COLLESCIPOLI"

ELABORATO N. 4.2 c

LEGENDA




SITUAZIONI DI RISCHIO DA FRANA

R4
R3

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento
				frana per sdraiamento
				frana per colamento
				frana complessa
				falda e/o cono di detrito
				debris flow (colata di detrito)
				area a calanchi o in erosione
				frana presunta

STATO DEL DISSESTO

	DISSESTO ATTIVO
	DISSESTO QUIESCENTE
	DISSESTO DIFFUSO
	DISSESTO INATTIVO



NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTTELO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALIA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.E. Anelli, gestore e titolare del database nazionale dei DOTT. GEOL. MICHAEL CHIRAZ

CARTA IDROGEOLOGICA ED IDROLOGICA

C.T.R. 346080 "COLLESCIPOLI"

ELABORATO N. 4.3 b

LEGENDA

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

	Alluvionale
	Bacino Tiberino
	Carbonatico
	Complesso
	Detritico
	Travertini
	Continentali (di origine palustre - Lago di Piediluco)

PERMEABILITA' DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI

	Litologie aventi permeabilità alta
	Litologie aventi permeabilità media
	Litologie aventi permeabilità bassa

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

	Captazioni ad uso idropotabile
	Captazioni ad uso non idropotabile
	Isopieze in quote assolute
	Isopieze in quote assolute nelle formazioni carbonatiche
	Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali
	Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali
	Certa
	Probabile



NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI PARTE OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.: Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA DELL' IDONEITA' GEOLOGICO-AMBIENTALE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA CON ADEGUAMENTO AL PAI

C.T.R. 346080 "COLLESCIPOLI"

ELABORATO N. 4.10 a

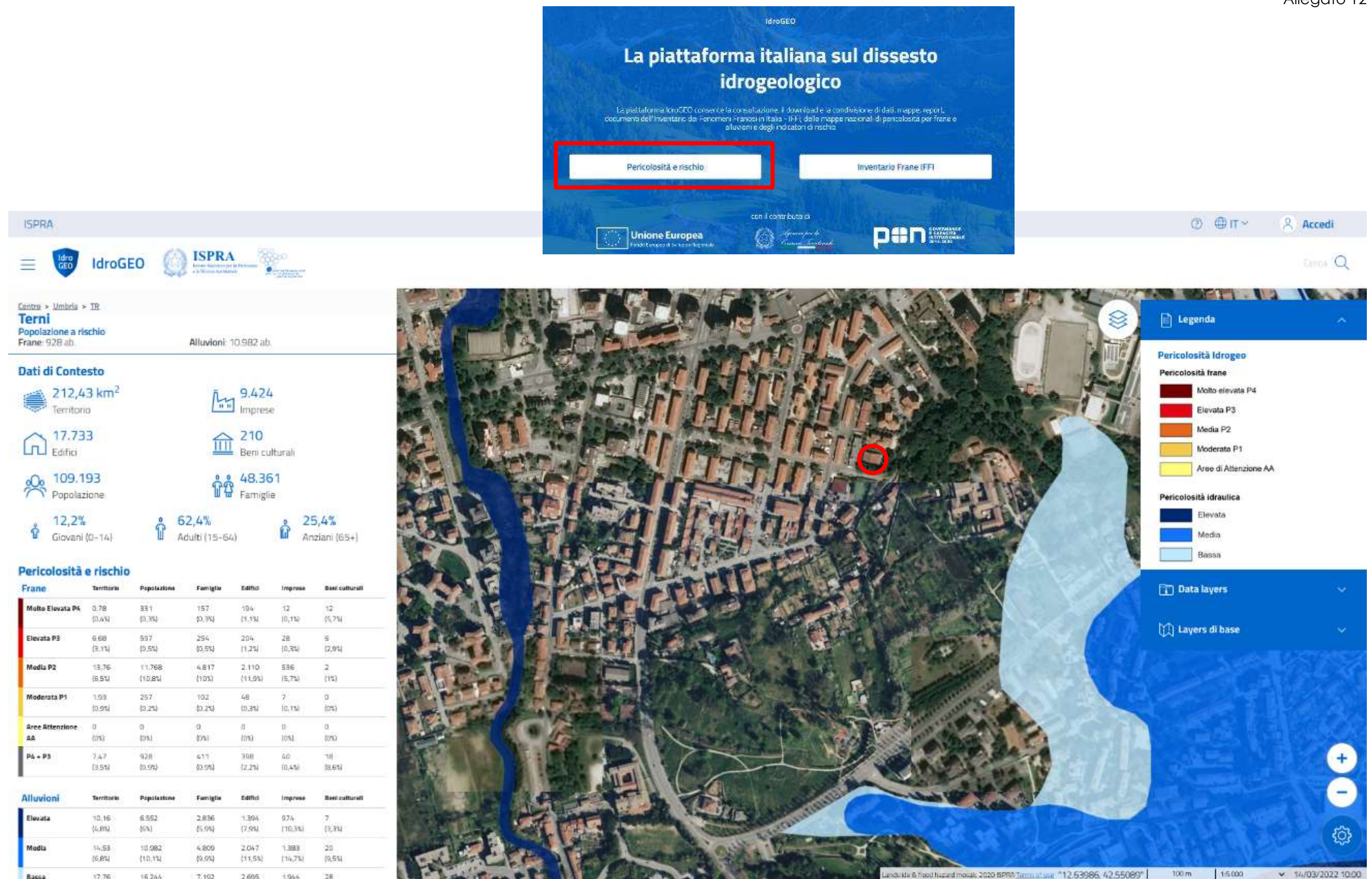


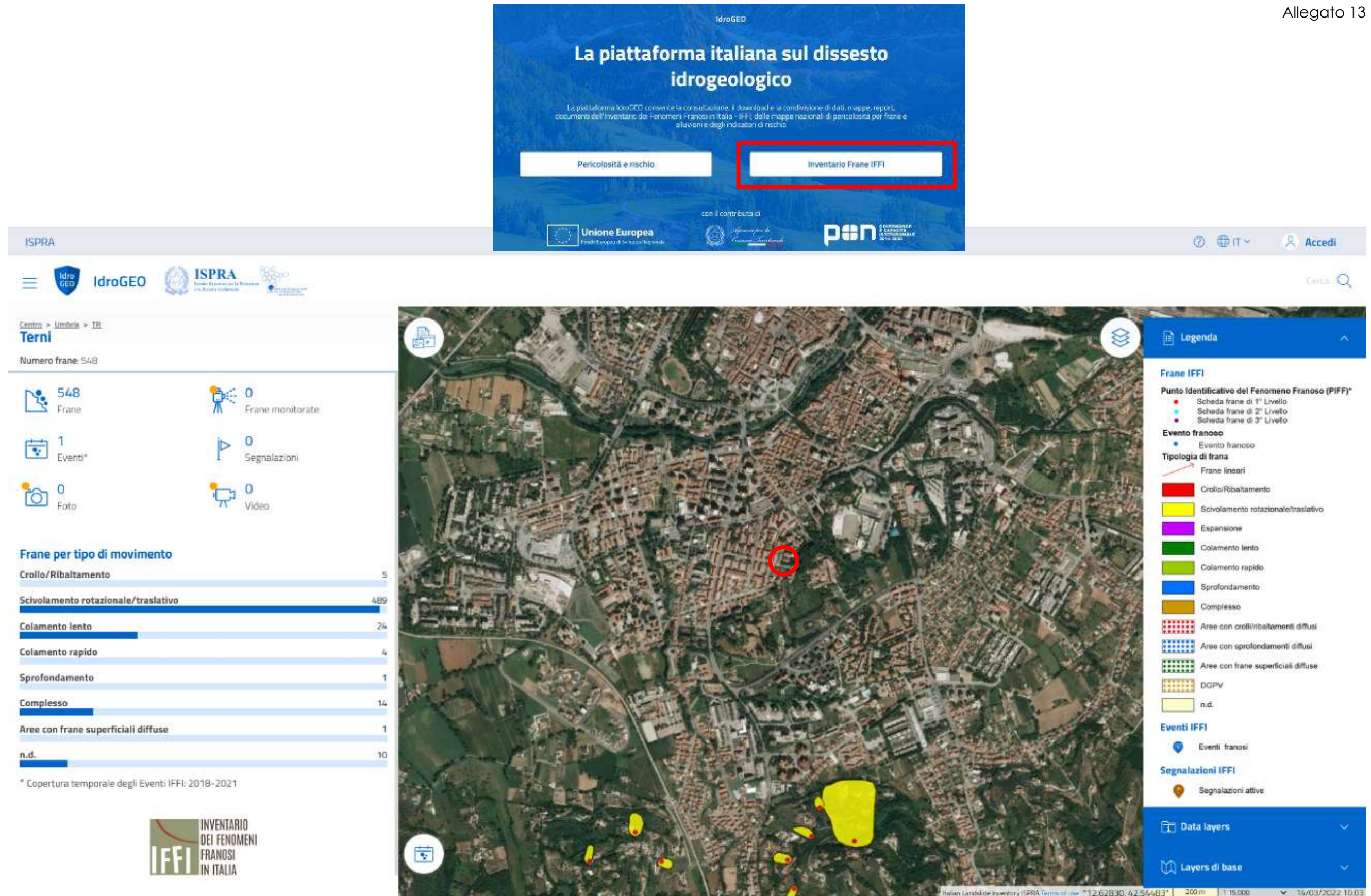
DESTINAZIONI URBANISTICHE

- Restauero e Risanamento cons.
- Conservazione/Completamento
- Ristrutturaz. Urbanistica
- Espansione
- Verde privato
- Attrezz. di interesse comune
- Istruzione
- Verde/Sport
- Parcheggi
- Attrezz. turistiche/Servizi privati
- Attrezz. sportive private
- Boschi
- Pascoli
- Particolare interesse agricolo
- Agricolo
- Zona di salvag. amb. (Prog. amb.)
- Verde urbano A
- Verde urbano B
- Edifici rurali di pregio
- Zone di rispetto
- Ferrovie/Rispetto ferroviario
- Carburanti
- Sistema idrometrico
- Aviosuperficie
- Indust. - Artigianato
- Grande industria
- Indust. - Artig. - Commerc.
- Artig. - Residenza
- Infrastrutture tecniche
- Produttive miste
- Attrezzature tecnologiche
- Cave
- Discariche
- Zone denudate
- Fiumi-Corsi d'acqua
- Piazze

LEGENDA

- CLASSE A: ZONA EDIFICABILE**
Aree nelle quali sono assenti elementi morfogenetici di dissesto e/o di erosione; le caratteristiche morfologiche dei versanti e le proprietà litotecniche dei terreni sono tali da non ingenerare situazioni di instabilità diffusa.
Aree individuate nella carta inventario dei fenomeni franosi del PAI quali dissesti di tipo inattivo o presunto.
Aree individuate a rischio di inondazione nel PAI, Fascia C del fiume Nera.
- CLASSE B: ZONA AD EDIFICABILITA' CONDIZIONATA**
Aree nelle quali sono presenti elementi morfogenetici di dissesto (movimenti franosi quiescenti) o fenomeni di erosione accentuata e di ruscellamento diffuso.
Aree con caratteristiche morfologiche dei versanti e proprietà litotecniche dei terreni tali da favorire situazioni locali di instabilità.
Aree individuate a rischio elevato di inondazione nel PAI, Fascia B del fiume Nera.
Fascia circumlacuale del lago di Piediluco, zone A1 e A2 del PS3
- CLASSE C: ZONA AD INEDIFICABILITA' CONDIZIONATA**
Aree nelle quali sono presenti elementi morfogenetici di dissesto (movimenti franosi attivi e quiescenti ad elevata probabilità di riattivazione) quali fenomeni di frana da crollo, scivolamenti, scossoni e colamenti.
Aree individuate a rischio molto elevato di inondazione nel PAI.
Fascia A del fiume Nera e aree R4 di inondazione del reticolo idrografico secondario.





Allegato 14

RISPOSTA SISMICA LOCALE

INTRODUZIONE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

1. peso per unità di volume;
2. velocità di propagazione delle onde di taglio;
3. coefficiente di spinta laterale;
4. modulo di taglio iniziale (opzionale);
5. spessore;
6. indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 1. Stima della funzione di trasferimento;
 2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato

si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z, t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che

attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z, t) = U(z) e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = -\rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

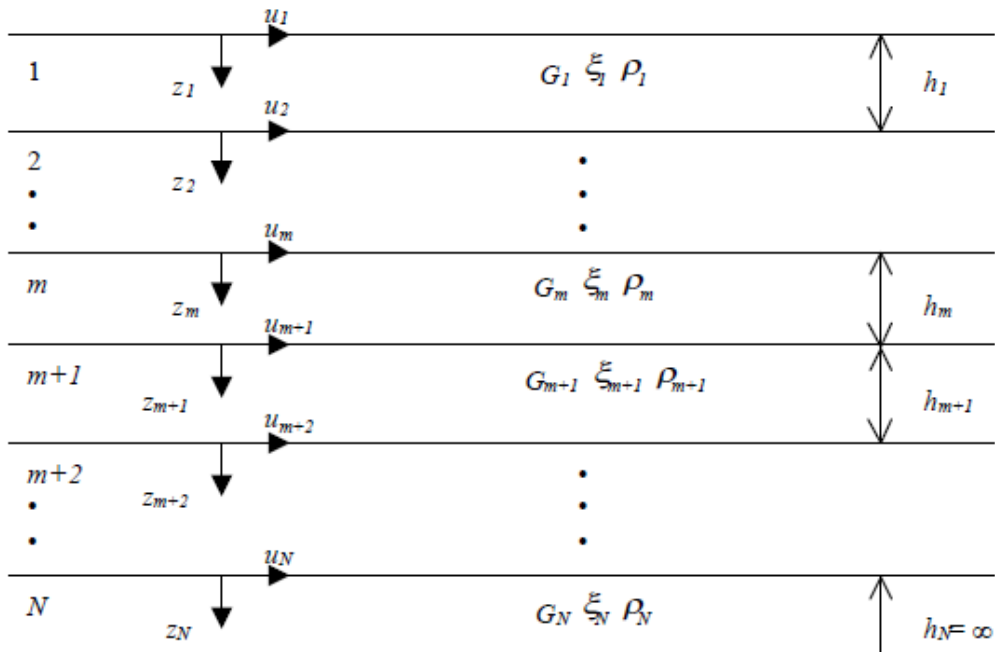


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* [Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)}] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* \left(Ee^{ik^+z} - Fe^{-ik^+z} \right) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

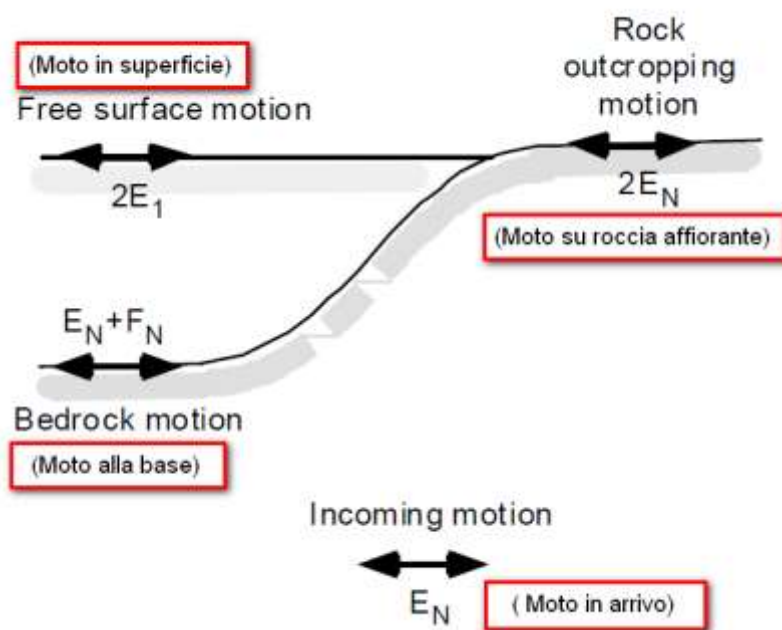


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, Pl) (\sigma'_m)^{m(\gamma, Pl) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

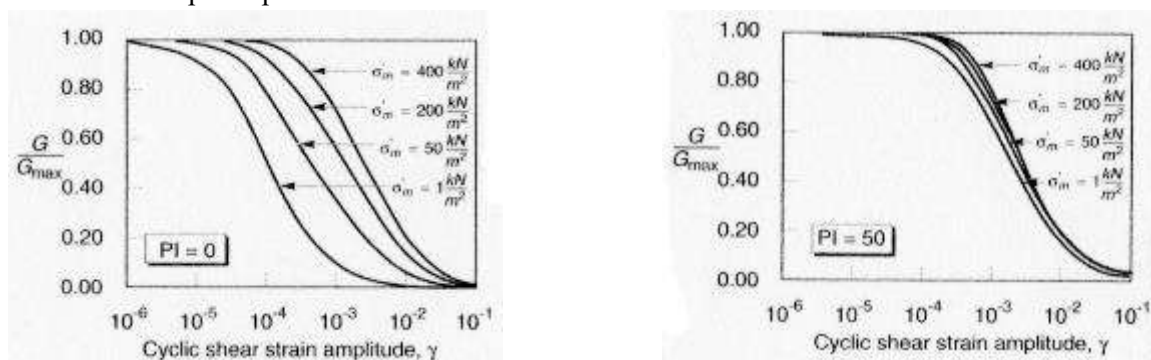


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.3})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

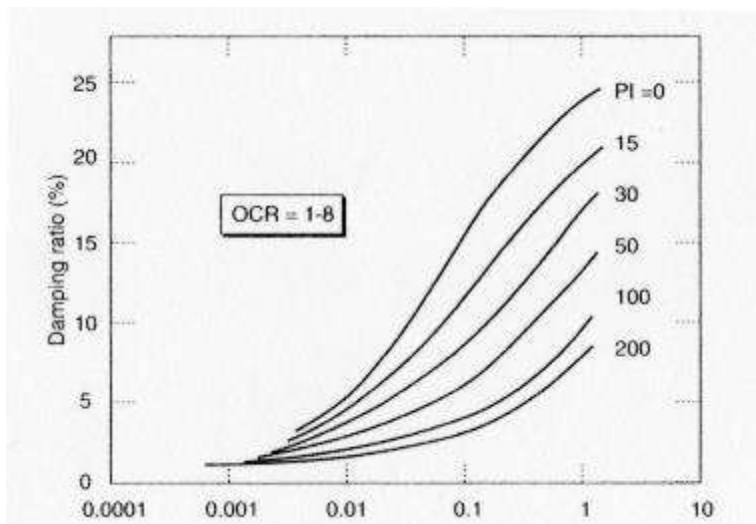


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

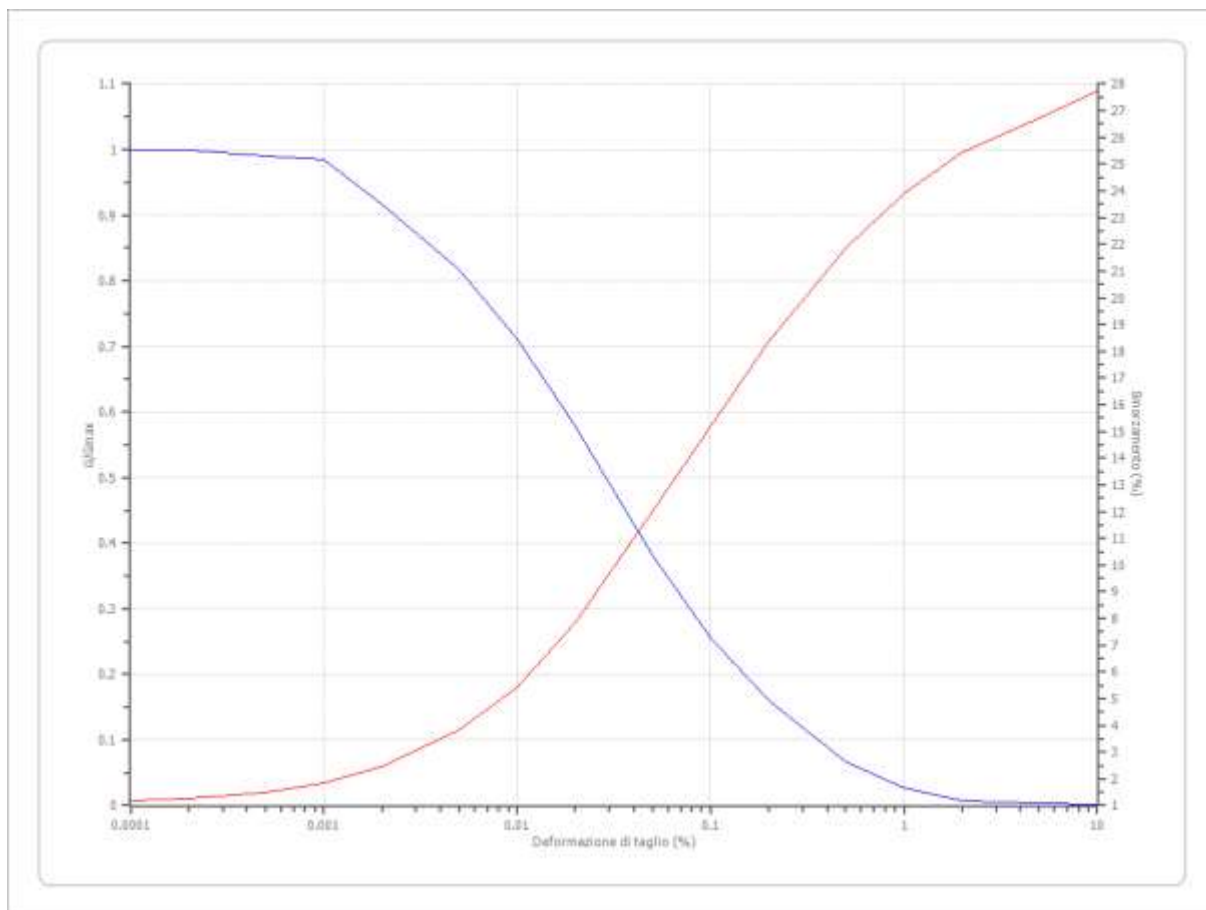
Dati generali

Data della prova AD/06/2021
Via Via Renato Botondi
Latitudine 42,5513763[°]
Longitudine 12,6477489[°]

Terreni

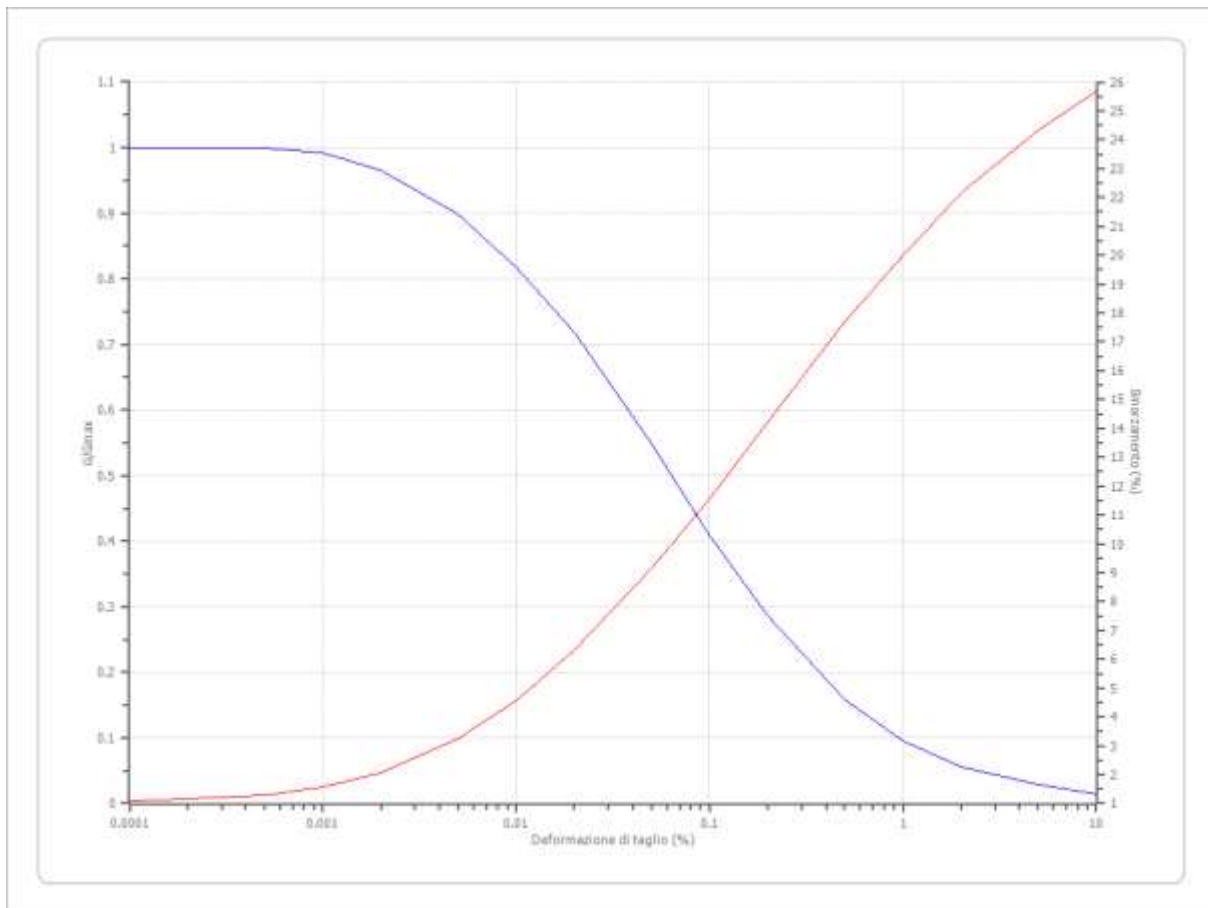
Vucetic & Dorby (1991) PI=0

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



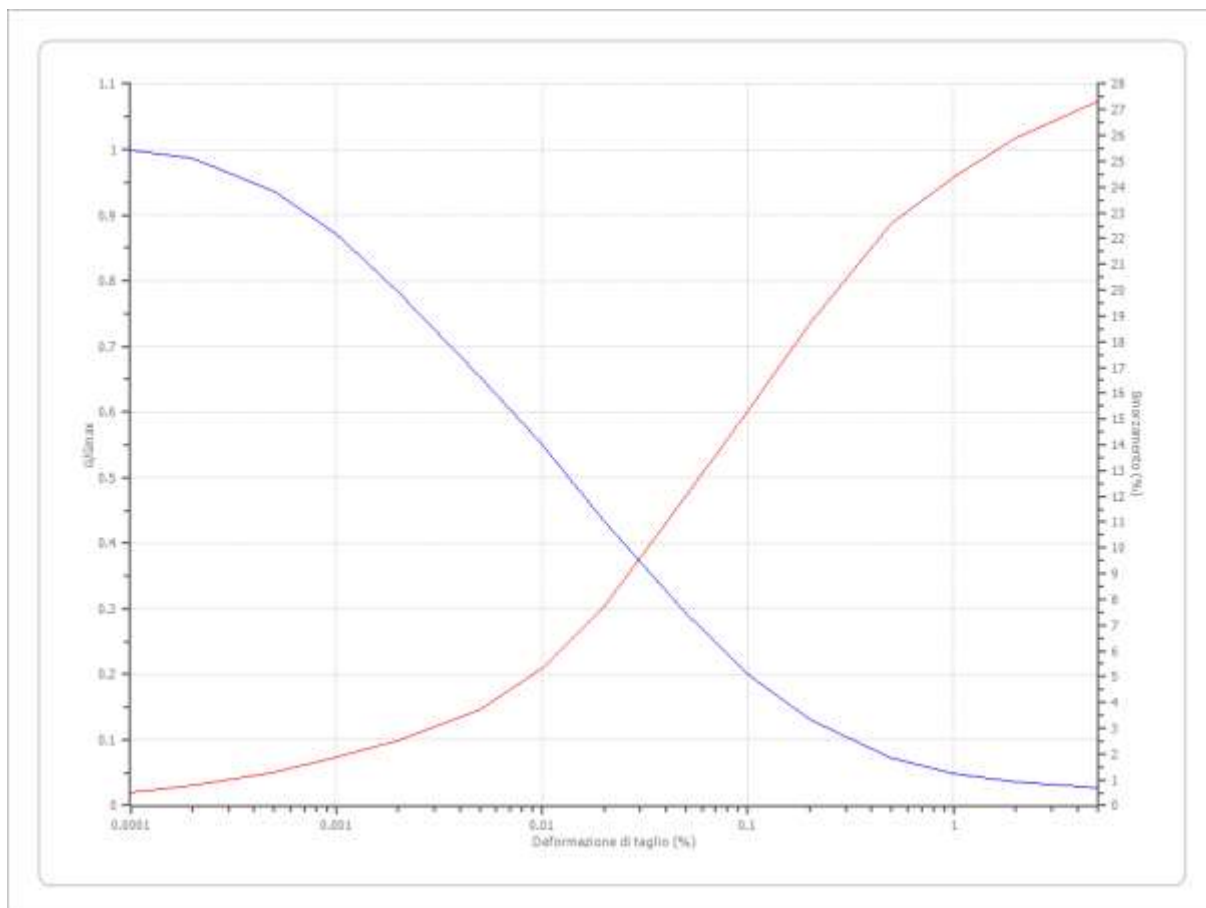
Vucetic & Dorby (1991) PI=15

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



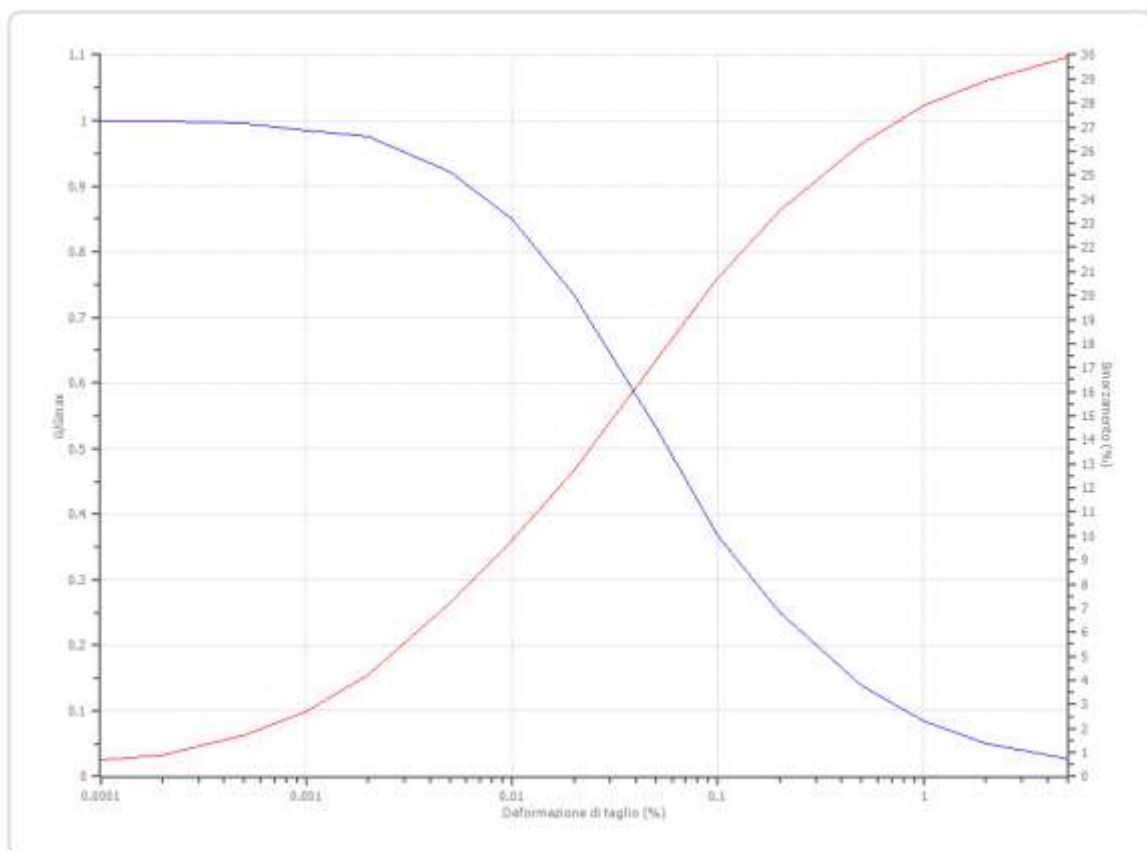
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.700
0.0002	1.000	0.0002	0.900
0.0005	0.996	0.0005	1.700
0.001	0.984	0.001	2.700
0.002	0.975	0.002	4.200
0.005	0.922	0.005	7.200
0.010	0.850	0.010	9.800
0.020	0.734	0.020	12.700
0.050	0.532	0.050	17.300
0.100	0.367	0.100	20.700
0.200	0.250	0.200	23.500
0.500	0.139	0.500	26.300
1.000	0.085	1.000	27.900
2.000	0.051	2.000	28.900
5.000	0.027	5.000	29.900



Stratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	Terreni di riporto	--	4.0	Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound	0	75.61	--	18.0	203.0	36.0
2	Argille sabbiose e ghiaiose	4.0	7.0	Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound	0	178.99	--	19.0	304.0	138.5
3	Argille limose	11.0	12.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=15	0	380.67	--	22.0	412.0	337.0
4	Ghiaie e sabbie cementate	23.0	10.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	1084.12	--	23.0	680.0	584.0
5	Argille limose	33.0	20.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=0	0	540.18	--	23.0	480.0	929.0
6	Ghiaie e sabbie	53.0	38.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	1131.25	--	24.0	680.0	1615.0
7	Argille limose	91.0	48.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=0	0	633.97	--	23.0	520.0	2623.0
8	Roccia calcarea	oo	--	Smorzamento costante	0	5394.50	--	27.0	1400.0	3175.0

Strato rilevamento accelerogramma: 8 Interno

Profilo			Velocità onde di taglio	Tensione verticale
4.00 [m]	4.00 [m]	Terroni di riporto	203.0 [m/s]	08.0 [kPa]
7.00 [m]	11.00 [m]	Argille sabbiose ghiaiose	304.0 [m/s]	138.5 [kPa]
12.00 [m]	23.00 [m]	Argille limose	412.0 [m/s]	337.0 [kPa]
10.00 [m]	33.00 [m]	Ghiale e sabbie cementate	680.0 [m/s]	584.0 [kPa]
20.00 [m]	53.00 [m]	Argille limose	480.0 [m/s]	929.0 [kPa]
38.00 [m]	91.00 [m]	Ghiale e sabbie	680.0 [m/s]	1615.0 [kPa]
48.00 [m]	139.00 [m]	Argille limose	520.0 [m/s]	2823.0 [kPa]
	00	Rocce calcarea	1400.0 [m/s]	3175.0 [kPa]

Elaborazione

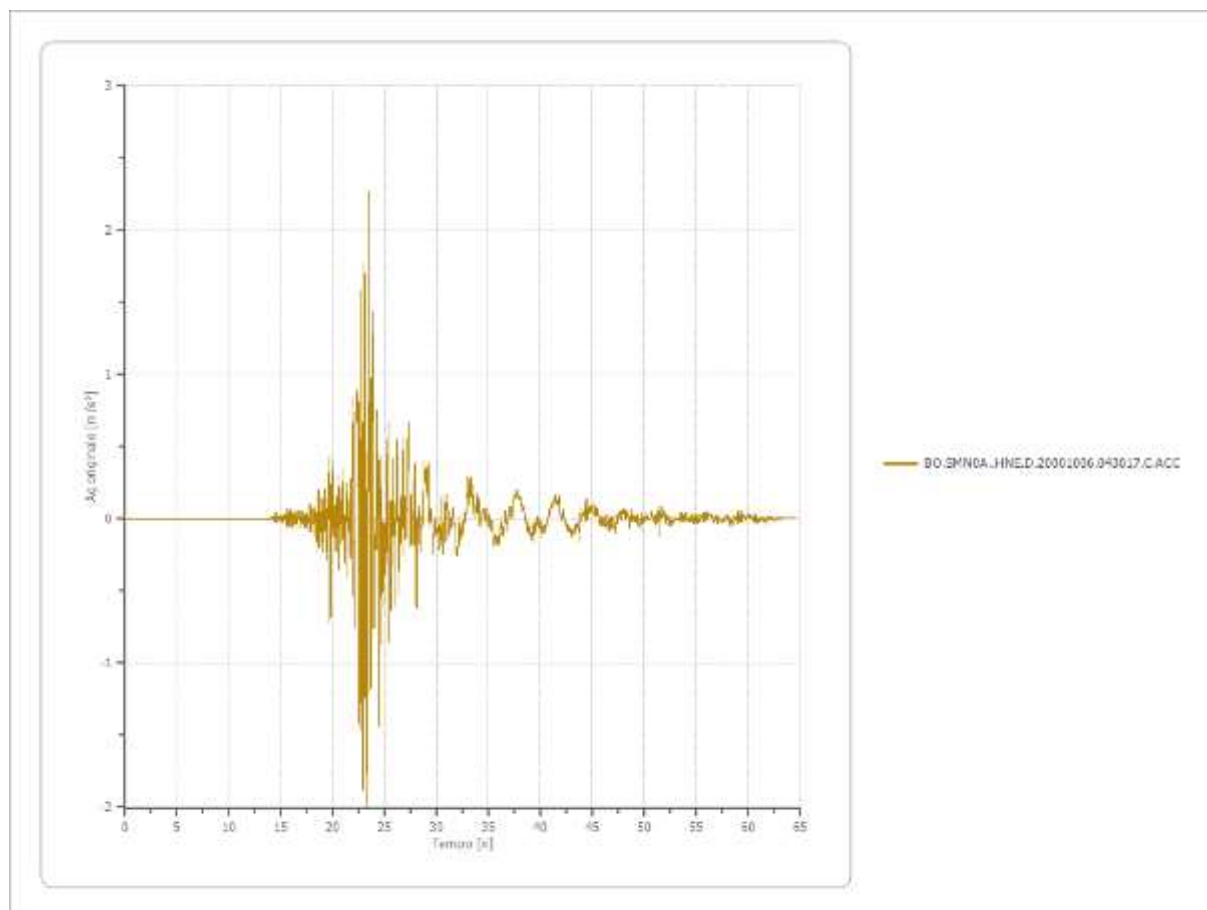
Numero di iterazioni 20
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 5.32 E-04

File BO.SMN0A..HNE.D.20001006.043017.C.ACC:

Accelerogramma importato

Nome del file BO.SMN0A..HNE.D.20001006.043017.C.ACC

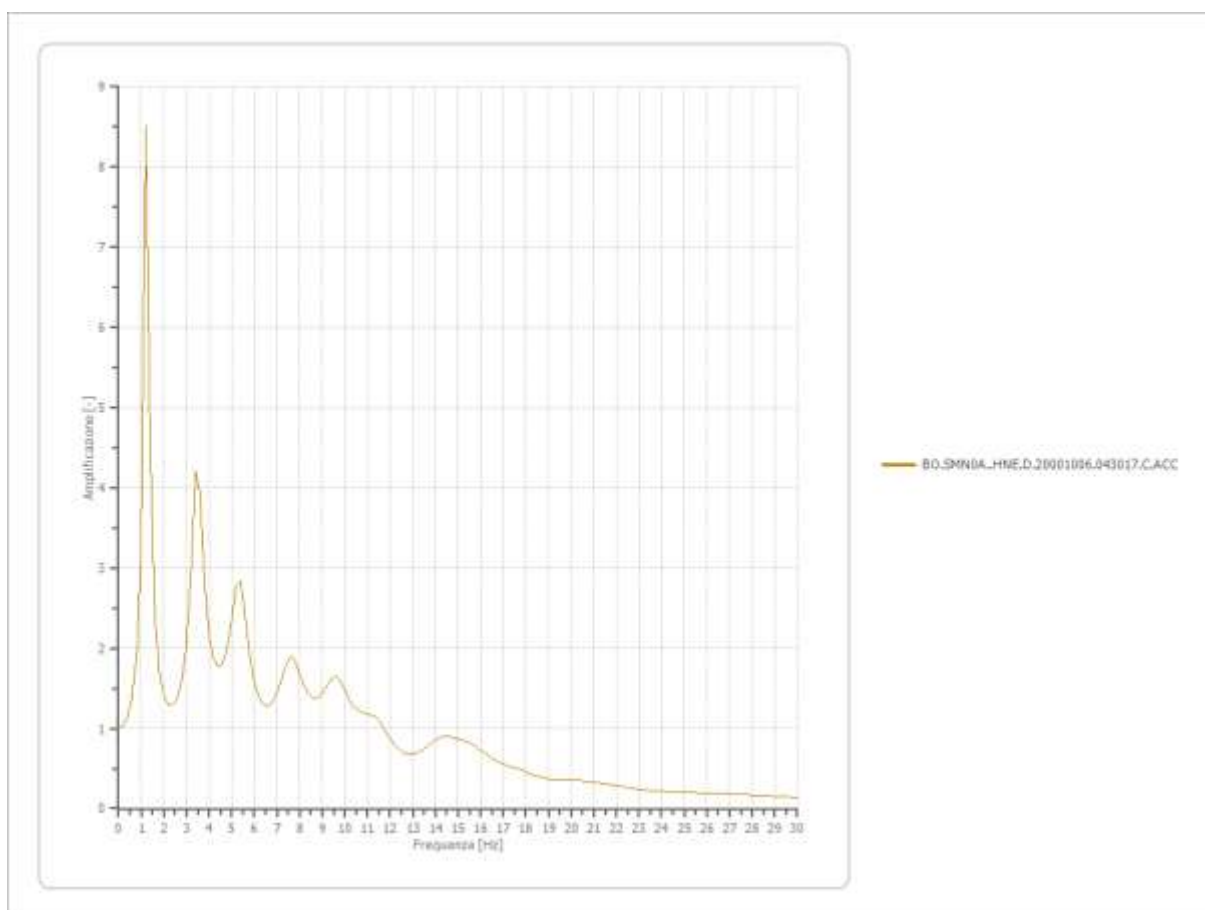
Durata della traccia 64.645 [s]
Accelerazione massima 2.262 [m/s²]
Periodo con accelerazione massima 23.460 [s]



Amplificazione

Strato iniziale
Strato finale

7 Interno
1 Affiorante



File EU.108..HN2.D.20000617.154041.C.ACC:

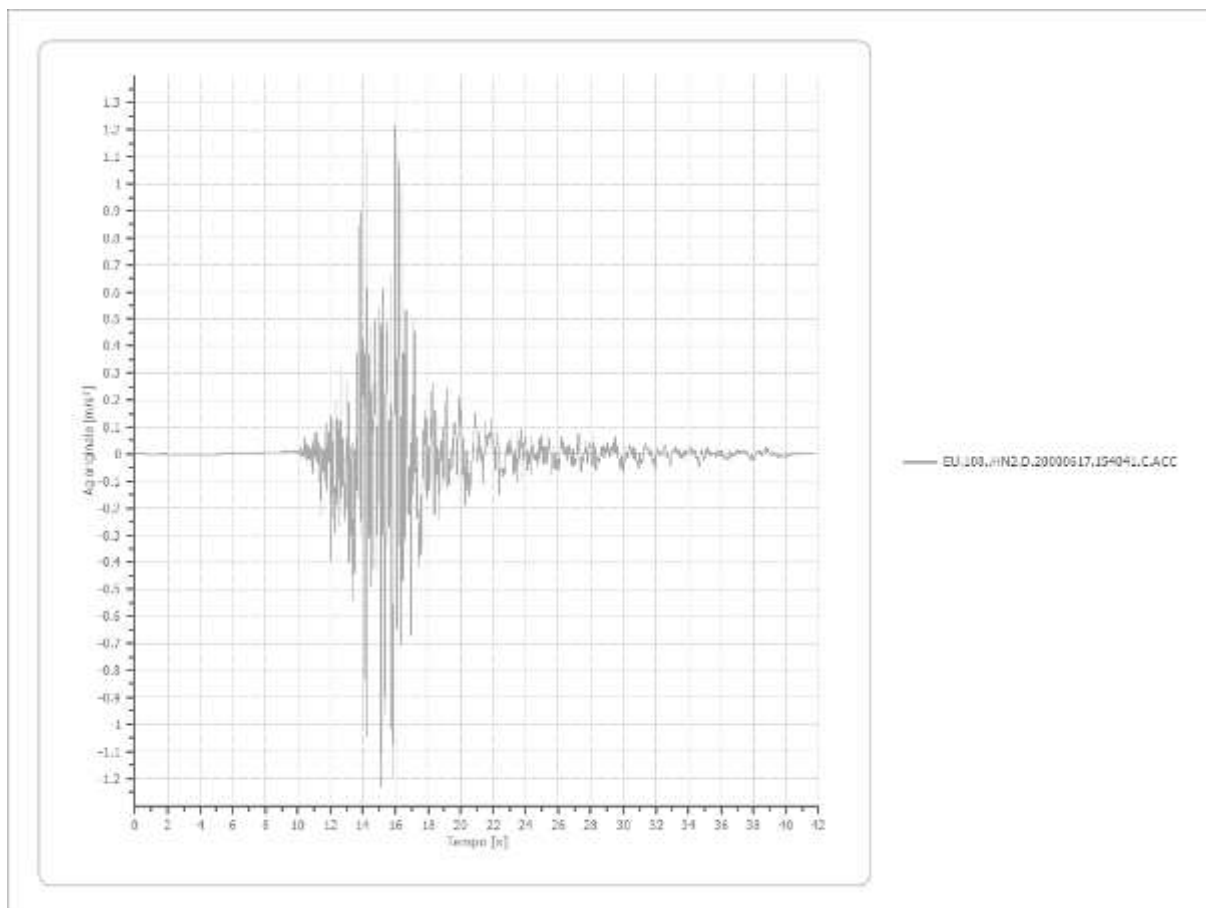
Accelerogramma importato

Nome del file EU.108..HN2.D.20000617.154041.C.ACC

Durata della traccia 41.645 [s]

Accelerazione massima 1.232 [m/s²]

Periodo con accelerazione massima 15.110 [s]



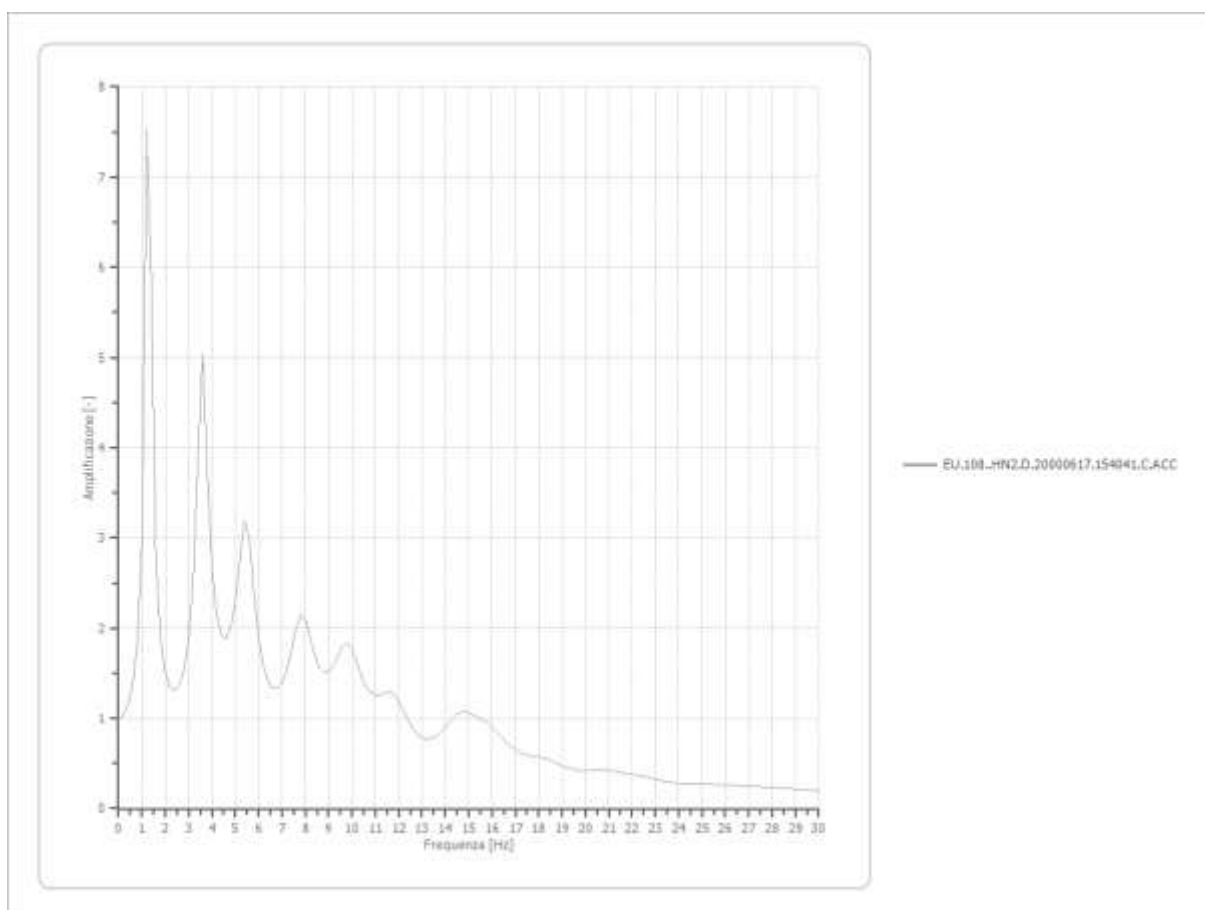
Amplificazione

Strato iniziale

7 Interno

Strato finale

1 Affiorante



File EU.108..HN3.D.20000617.154041.C.ACC:

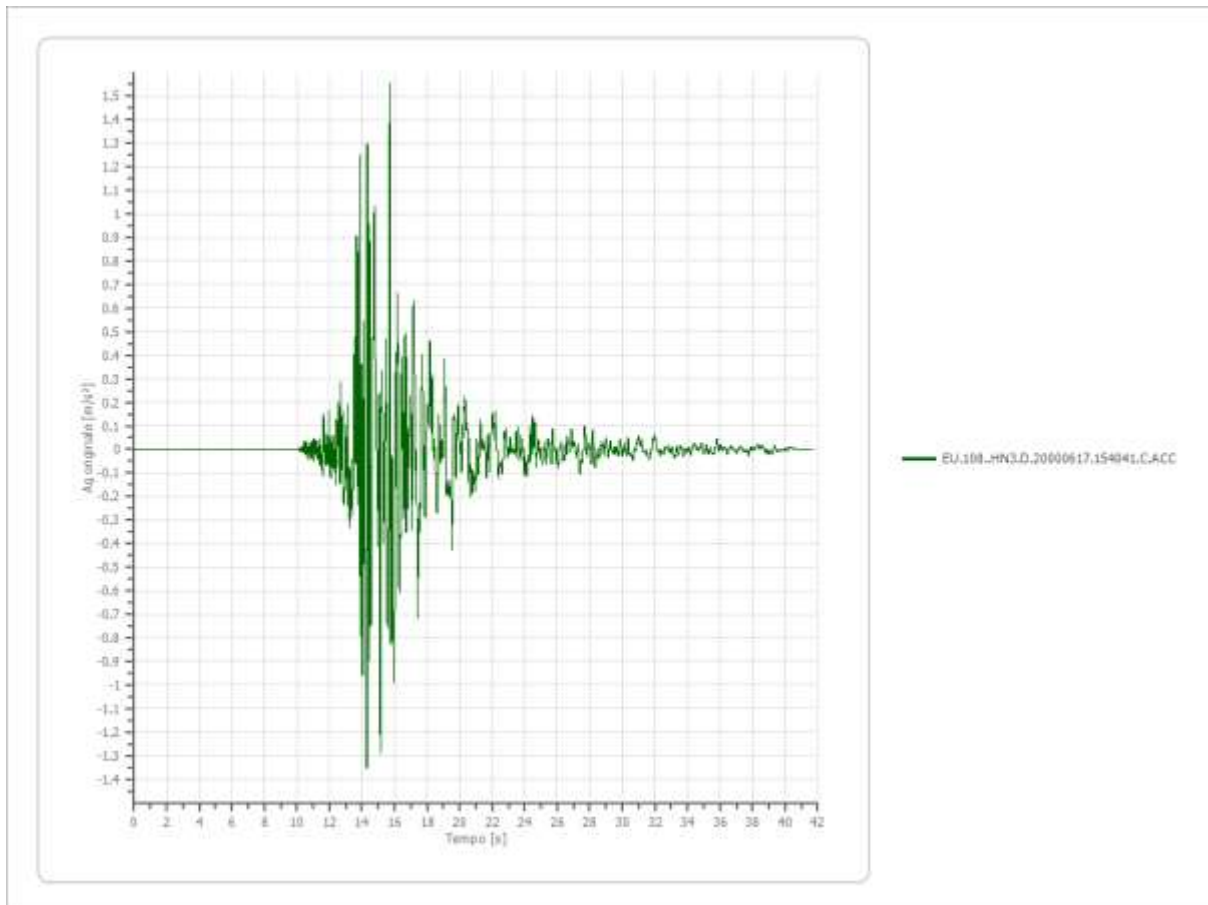
Accelerogramma importato

Nome del file EU.108..HN3.D.20000617.154041.C.ACC

Durata della traccia 41.645 [s]

Accelerazione massima 1.554 [m/s²]

Periodo con accelerazione massima 15.715 [s]



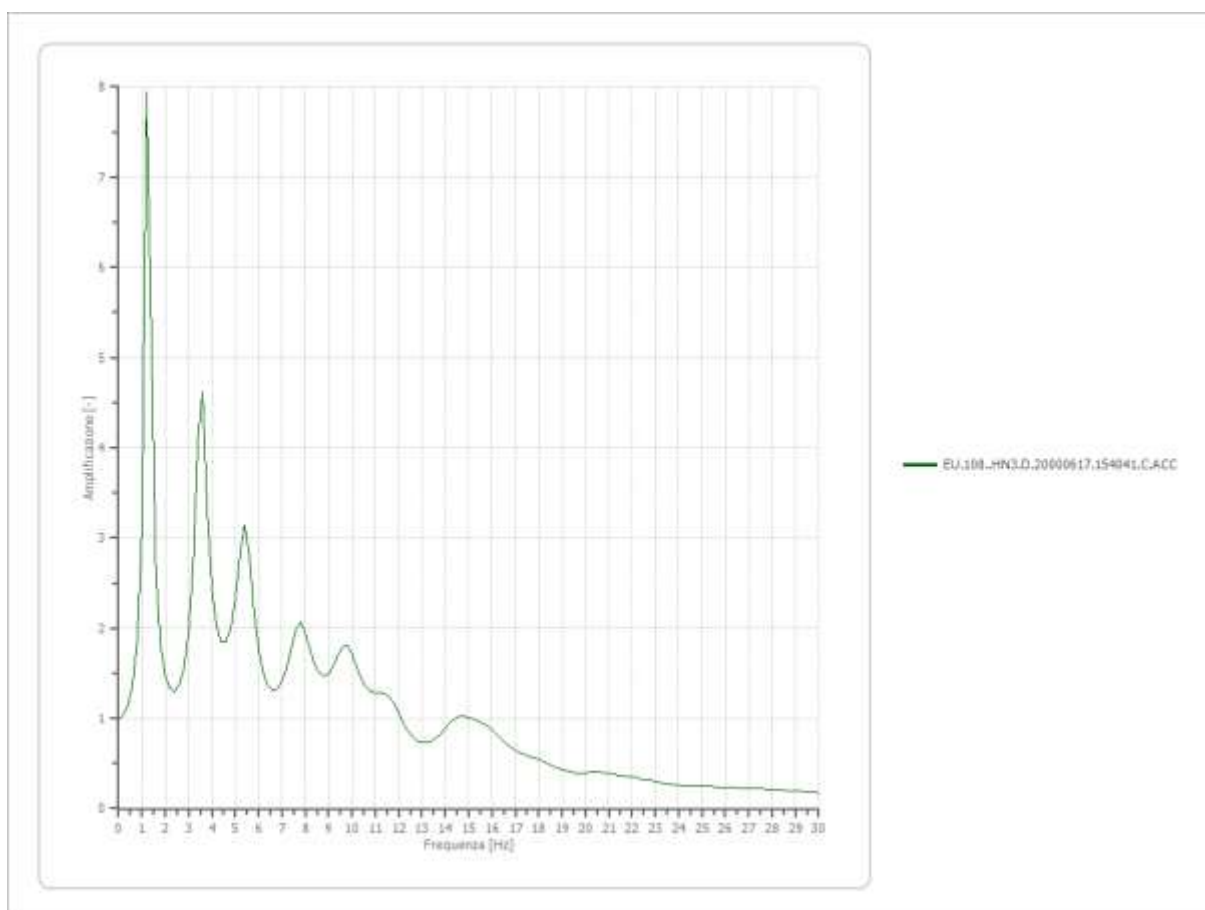
Amplificazione

Strato iniziale

7 Interno

Strato finale

1 Affiorante

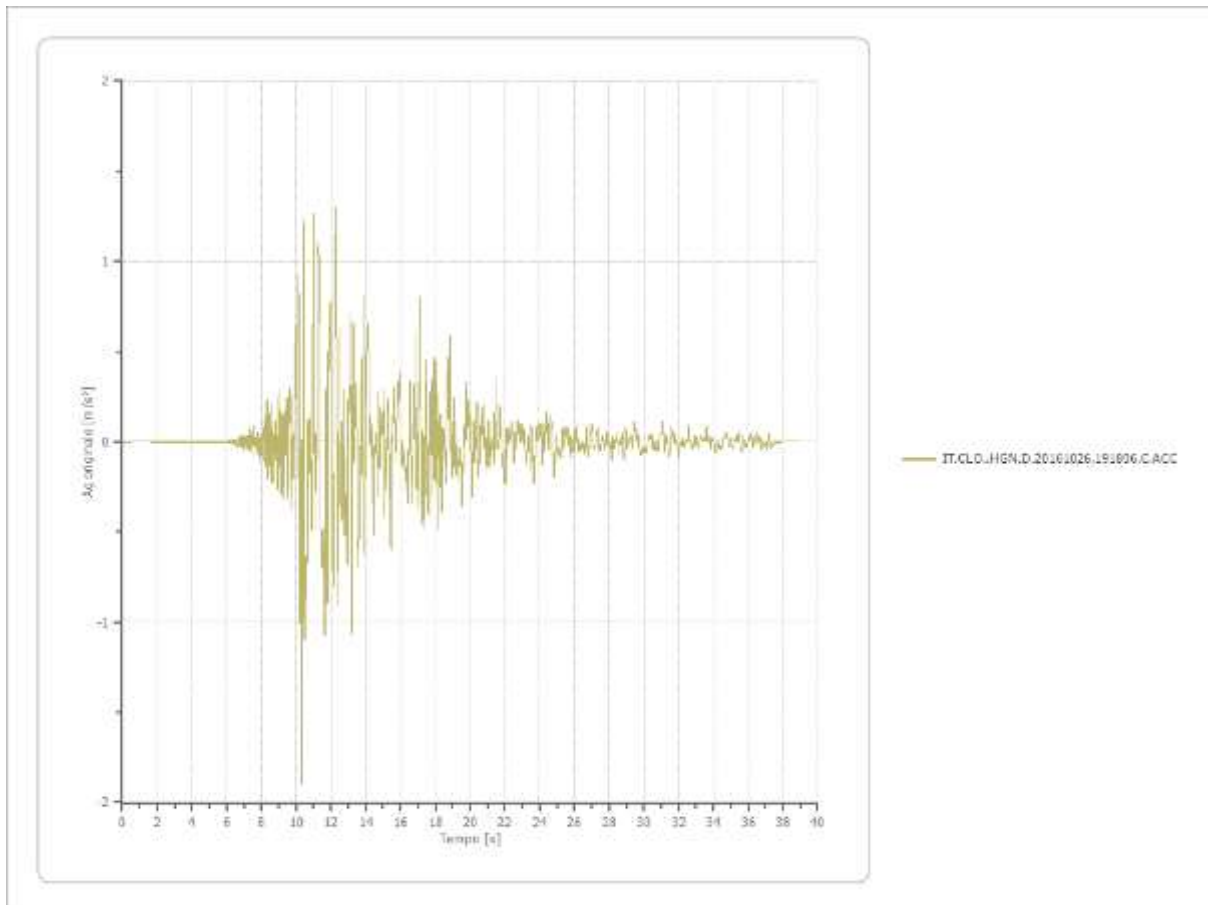


File IT.CLO..HGN.D.20161026.191806.C.ACC:

Accelerogramma importato

Nome del file IT.CLO..HGN.D.20161026.191806.C.ACC

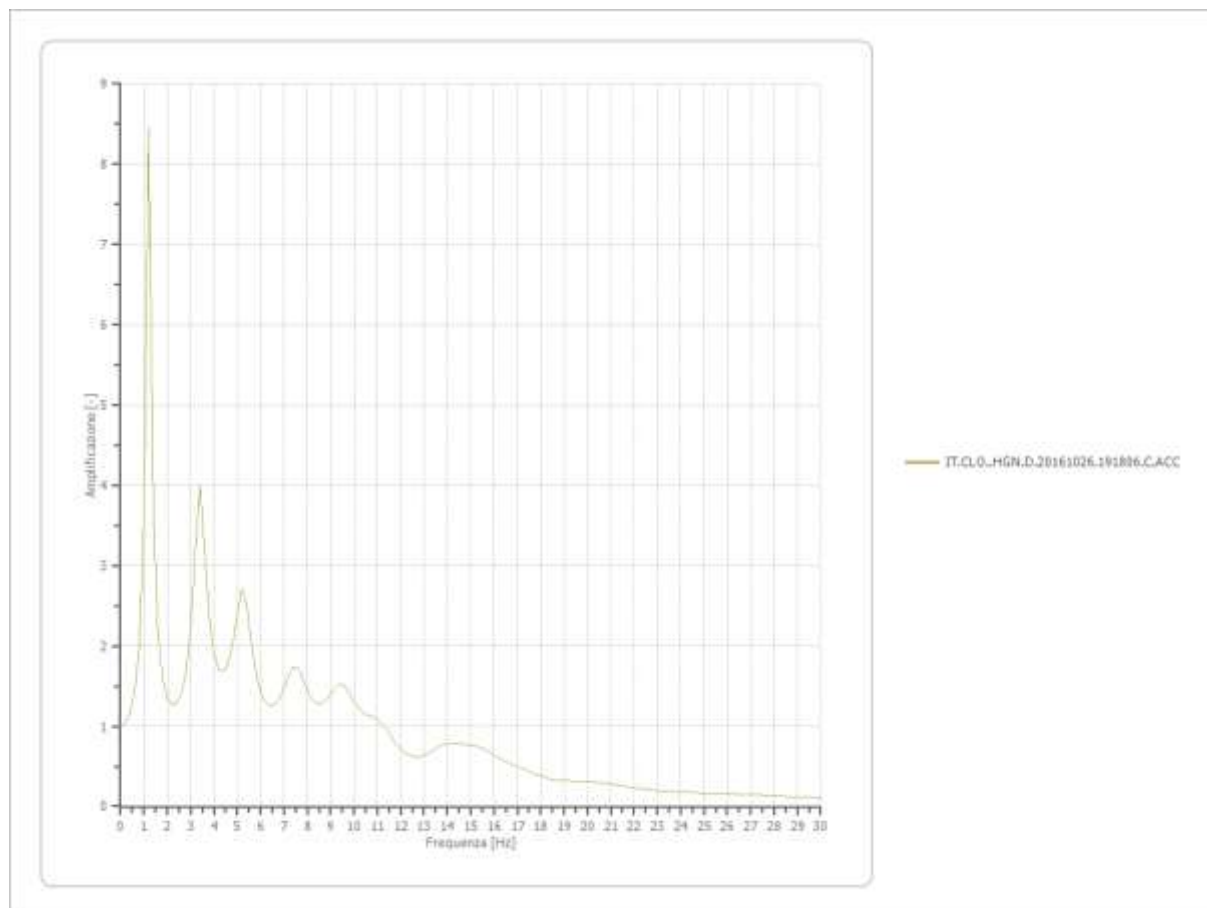
Durata della traccia	38.905 [s]
Accelerazione massima	1.894 [m/s ²]
Periodo con accelerazione massima	10.340 [s]



Amplificazione

Strato iniziale
Strato finale

7 Interno
1 Affiorante

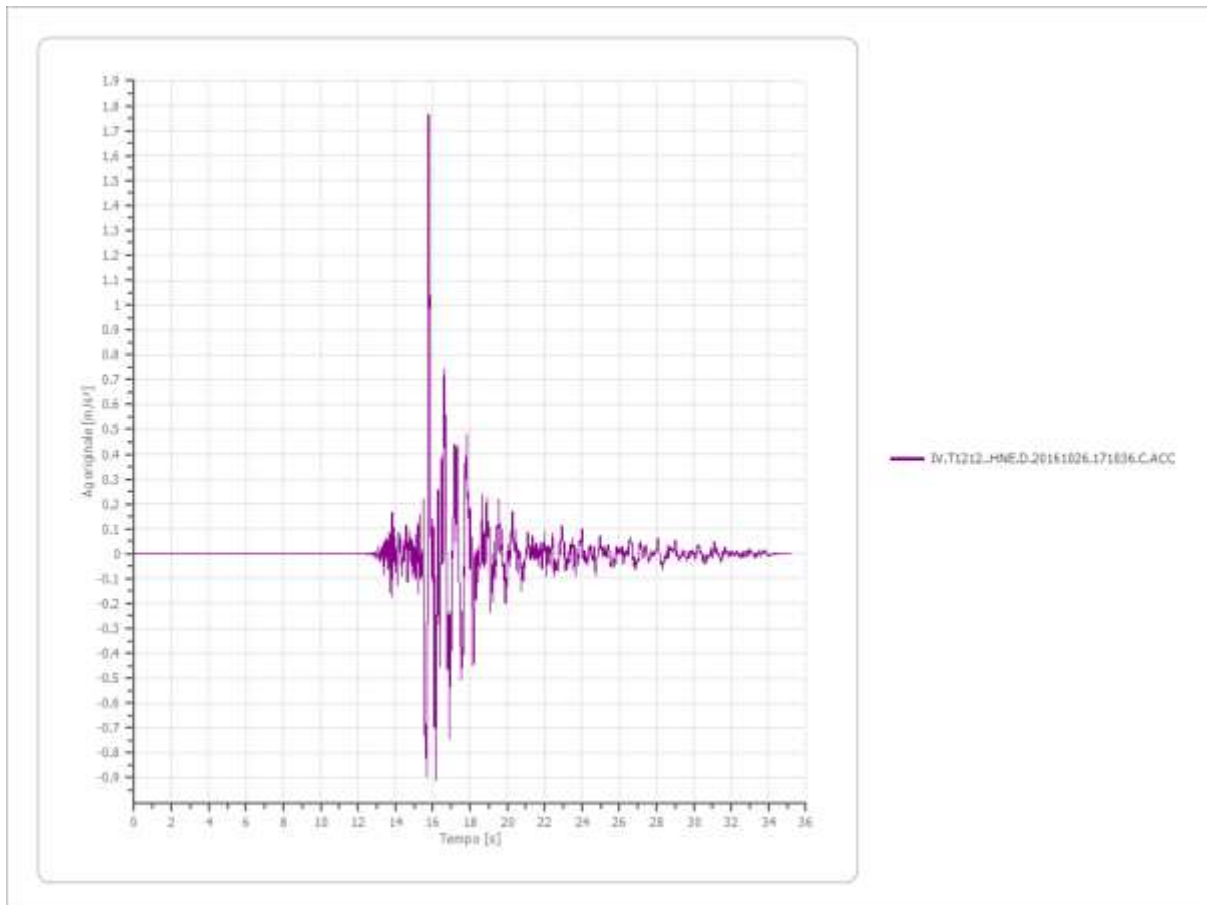


File IV.T1212..HNE.D.20161026.171036.C.ACC:

Accelerogramma importato

Nome del file IV.T1212..HNE.D.20161026.171036.C.ACC

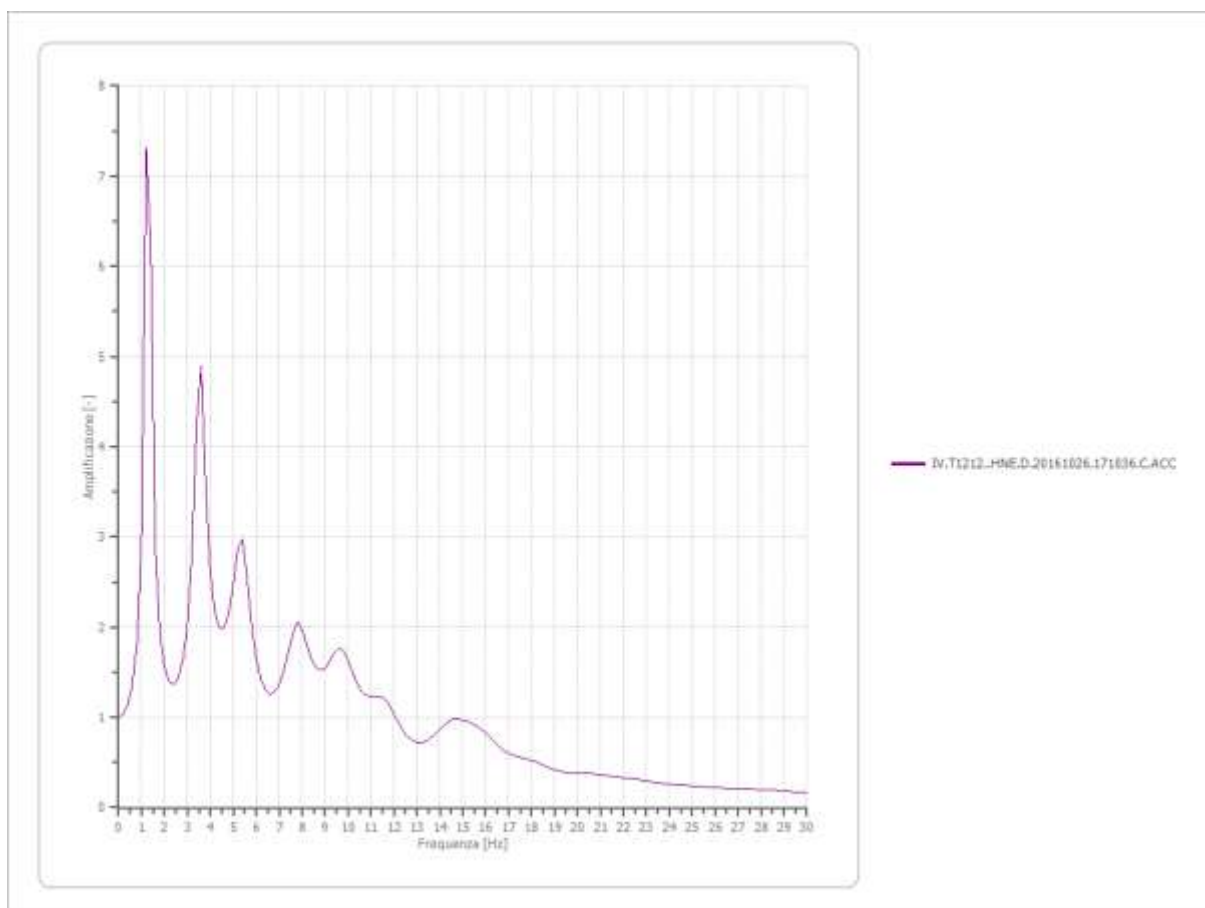
Durata della traccia	35.200 [s]
Accelerazione massima	1.767 [m/s ²]
Periodo con accelerazione massima	15.785 [s]



Amplificazione

Strato iniziale
Strato finale

7 Interno
1 Affiorante

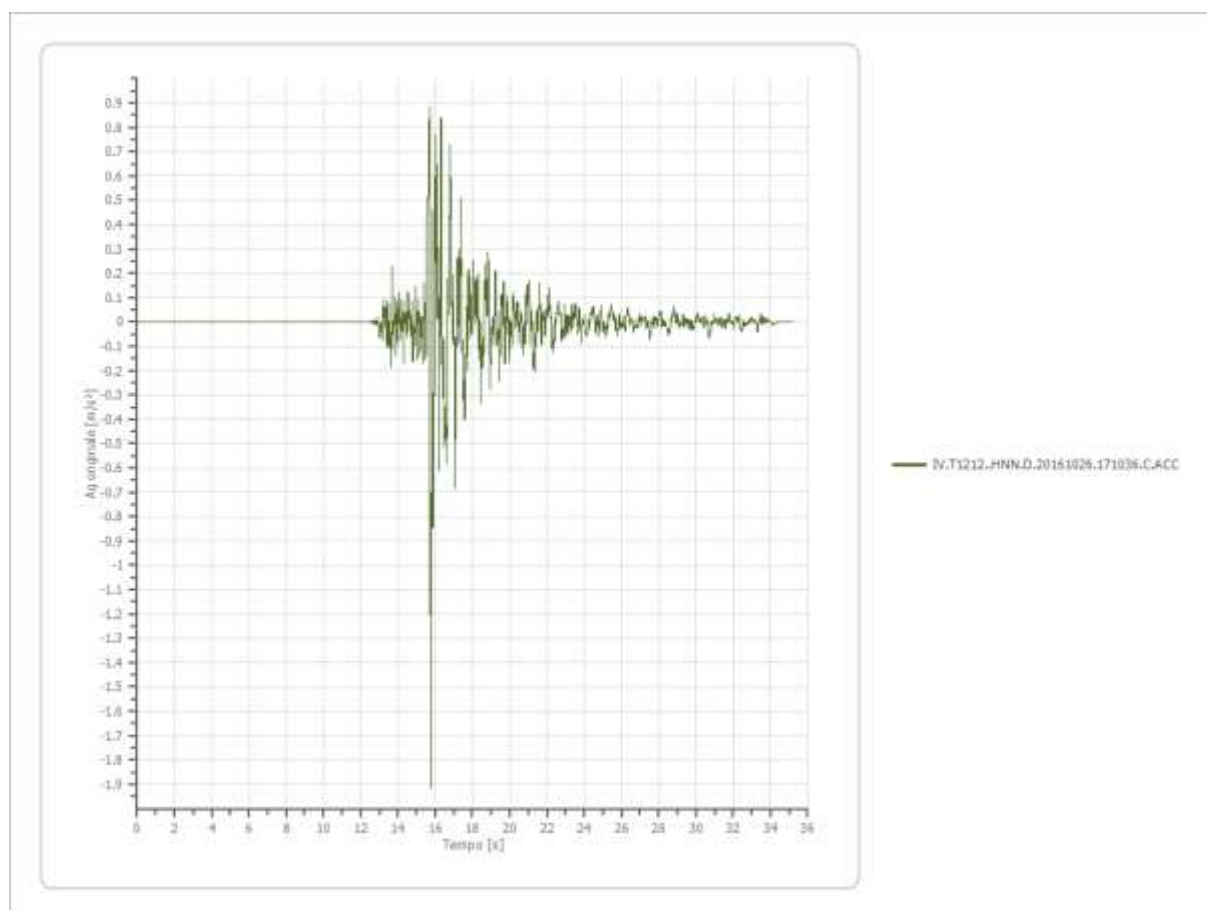


File IV.T1212..HNN.D.20161026.171036.C.ACC:

Accelerogramma importato

Nome del file IV.T1212..HNN.D.20161026.171036.C.ACC

Durata della traccia	35.200 [s]
Accelerazione massima	1.917 [m/s ²]
Periodo con accelerazione massima	15.780 [s]



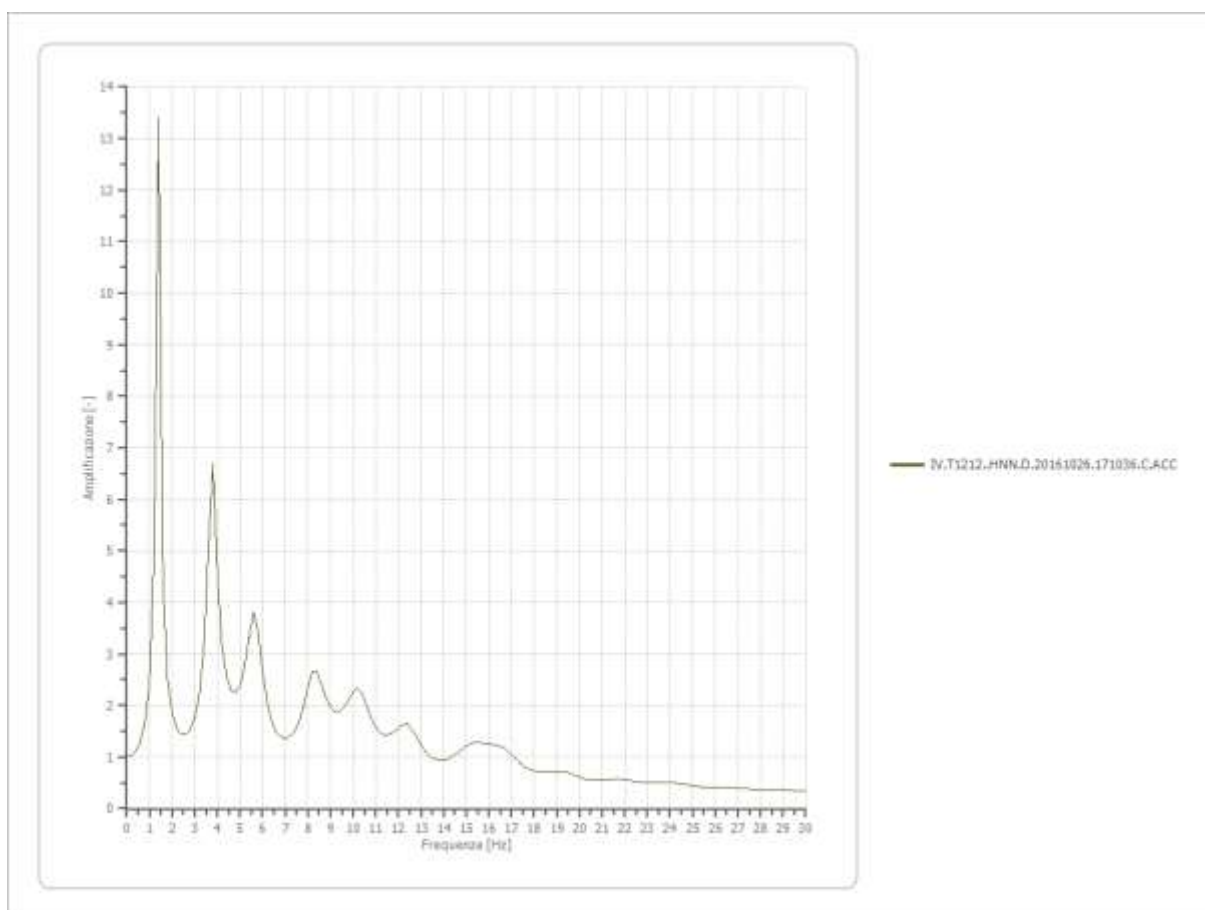
Amplificazione

Strato iniziale

7 Interno

Strato finale

1 Affiorante

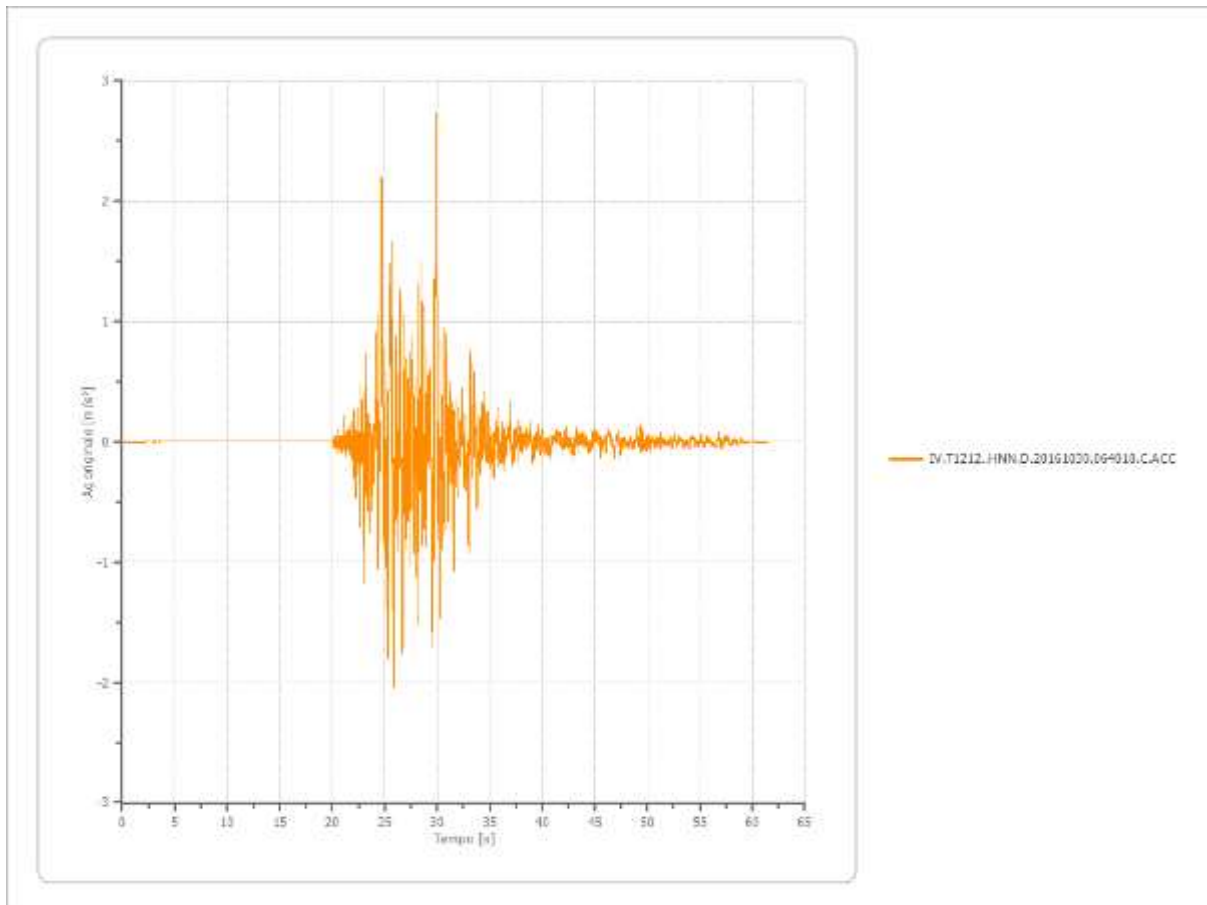


File IV.T1212..HNN.D.20161030.064018.C.ACC:

Accelerogramma importato

Nome del file IV.T1212..HNN.D.20161030.064018.C.ACC

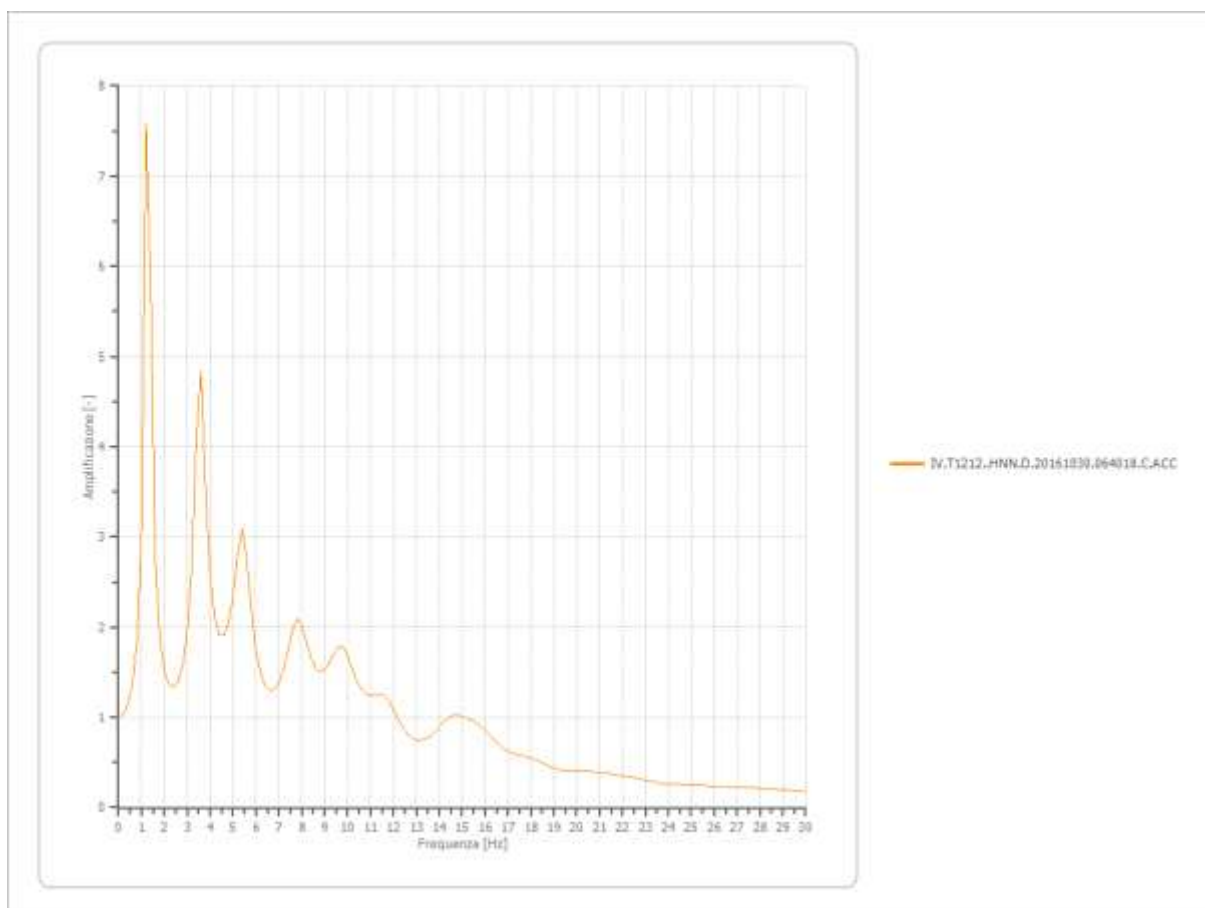
Durata della traccia	61.565 [s]
Accelerazione massima	2.732 [m/s ²]
Periodo con accelerazione massima	29.930 [s]



Amplificazione

Strato iniziale
Strato finale

7 Interno
1 Affiorante



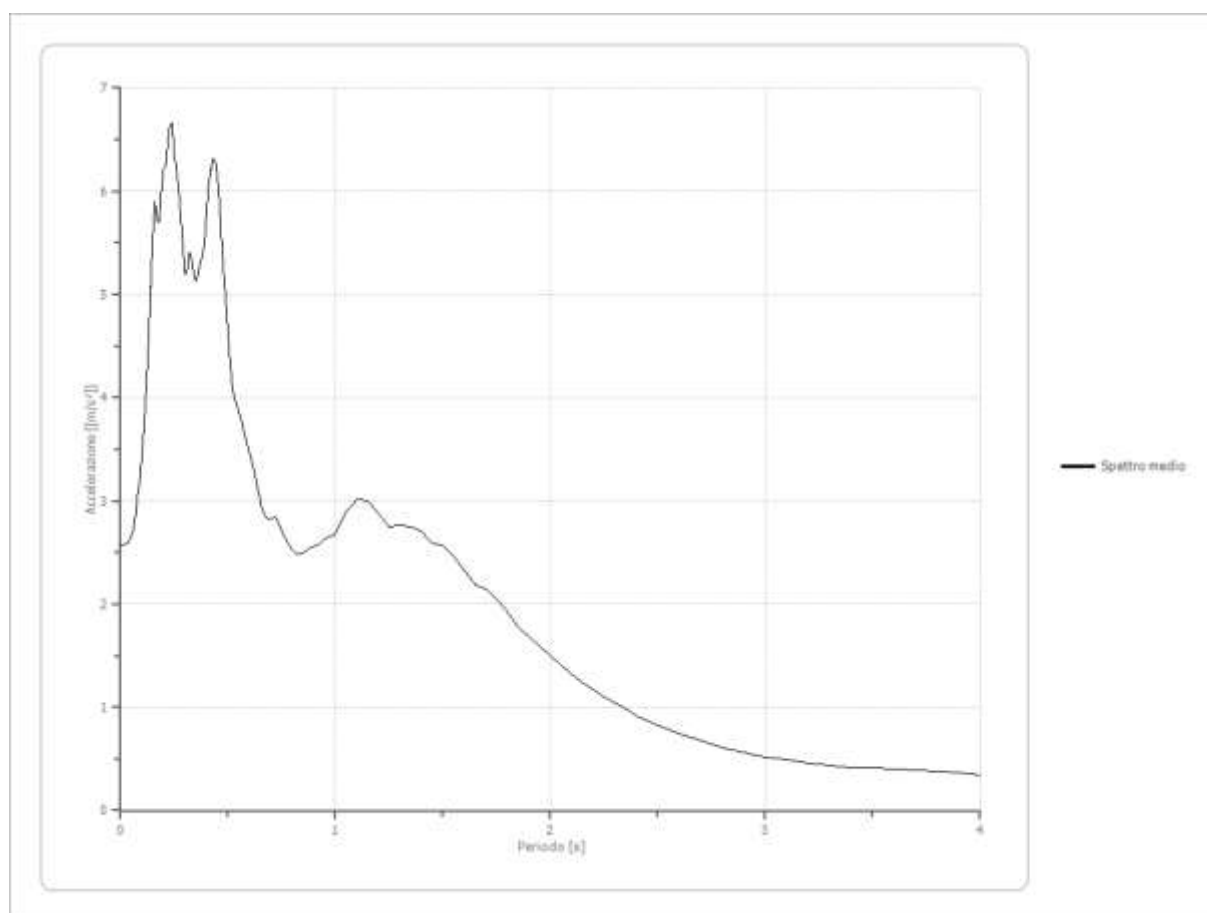
Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.160 [s]
Tvi	0.720 [s]
Tao	0.240 [s]
Tvo	1.550 [s]
Sami	4.380 [m/s ²]
Svmi	0.241 [m/s]
Samo	5.698 [m/s ²]
Svmo	0.605 [m/s]
Fa	1.301 [-]
Fv	2.514 [-]
TB	0.223 [s]
TC	0.668 [s]
TD	2.584 [s]
SA(0)	2.413 [m/s ²]
SA(TB)	5.698 [m/s ²]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelera- zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera- zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera- zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera- zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera- zione [m/s ²]
0.00	2.5609	0.26	6.2062	0.52	4.0990	0.98	2.6631	2.25	1.1011
0.01	2.5609	0.27	6.0107	0.53	3.9985	1.00	2.6823	2.30	1.0421
0.02	2.5723	0.28	5.7549	0.54	3.9283	1.05	2.9021	2.35	0.9822
0.03	2.5910	0.29	5.4761	0.55	3.8656	1.10	3.0175	2.40	0.9203
0.04	2.6145	0.30	5.1885	0.56	3.7998	1.15	3.0052	2.50	0.8198
0.05	2.6526	0.31	5.2413	0.57	3.7015	1.20	2.8716	2.60	0.7465
0.06	2.7318	0.32	5.4088	0.58	3.6196	1.25	2.7540	2.70	0.6791
0.07	2.8594	0.33	5.3475	0.60	3.4600	1.30	2.7663	2.80	0.6093
0.08	3.0755	0.34	5.2110	0.62	3.2998	1.35	2.7473	2.90	0.5578
0.09	3.2094	0.35	5.1373	0.64	3.0993	1.40	2.7003	3.00	0.5206
0.10	3.4665	0.36	5.1876	0.66	2.9150	1.45	2.5915	3.10	0.4904
0.11	3.7375	0.37	5.2989	0.68	2.8300	1.50	2.5664	3.20	0.4607
0.12	4.1298	0.38	5.3731	0.70	2.8262	1.55	2.4688	3.30	0.4322
0.13	4.5422	0.39	5.4747	0.72	2.8359	1.60	2.3260	3.40	0.4181
0.14	5.0711	0.40	5.7879	0.74	2.7600	1.65	2.1854	3.50	0.4089
0.15	5.5708	0.41	6.0680	0.76	2.6560	1.70	2.1401	3.60	0.3962
0.16	5.9056	0.42	6.2151	0.78	2.5922	1.75	2.0527	3.70	0.3842
0.17	5.7001	0.43	6.3100	0.80	2.5165	1.80	1.9272	3.80	0.3743
0.18	5.7098	0.44	6.3003	0.82	2.4914	1.85	1.7744	3.90	0.3628
0.19	6.0176	0.45	6.1526	0.84	2.4851	1.90	1.6816	4.00	0.3494
0.20	6.2050	0.46	5.9058	0.86	2.5139	1.95	1.5875		
0.21	6.2433	0.47	5.5172	0.88	2.5430	2.00	1.4958		

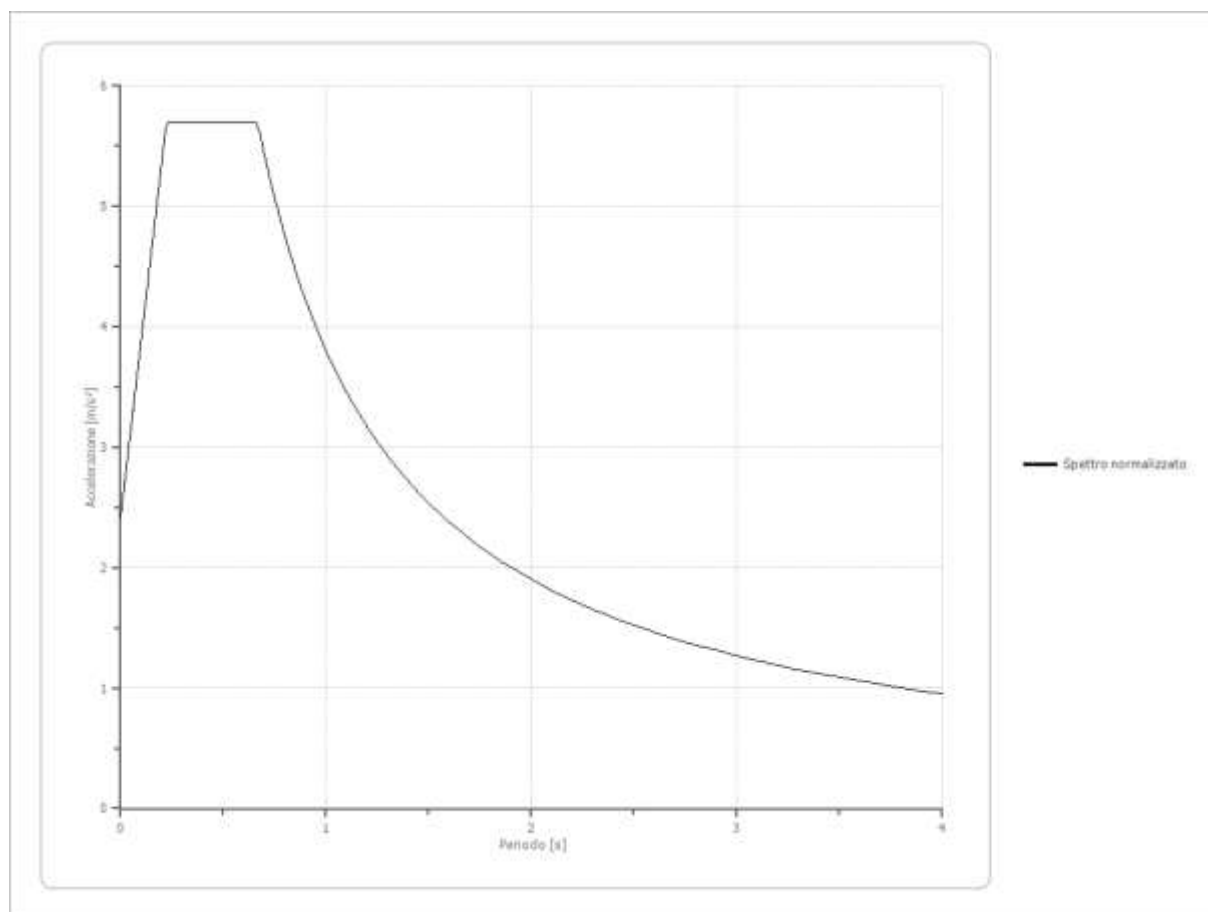
0.22	6.4850	0.48	5.2118	0.90	2.5603	2.05	1.4065		
0.23	6.6463	0.49	4.9500	0.92	2.5777	2.10	1.3173		
0.24	6.6558	0.50	4.6296	0.94	2.6116	2.15	1.2357		
0.25	6.3713	0.51	4.3257	0.96	2.6408	2.20	1.1697		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	2.4132	0.26	5.6982	0.52	5.6982	0.98	3.8815	2.25	1.6906
0.01	2.5609	0.27	5.6982	0.53	5.6982	1.00	3.8039	2.30	1.6539
0.02	2.7085	0.28	5.6982	0.54	5.6982	1.05	3.6228	2.35	1.6187
0.03	2.8561	0.29	5.6982	0.55	5.6982	1.10	3.4581	2.40	1.5850
0.04	3.0037	0.30	5.6982	0.56	5.6982	1.15	3.3078	2.50	1.5216
0.05	3.1514	0.31	5.6982	0.57	5.6982	1.20	3.1699	2.60	1.4630
0.06	3.2990	0.32	5.6982	0.58	5.6982	1.25	3.0431	2.70	1.4089

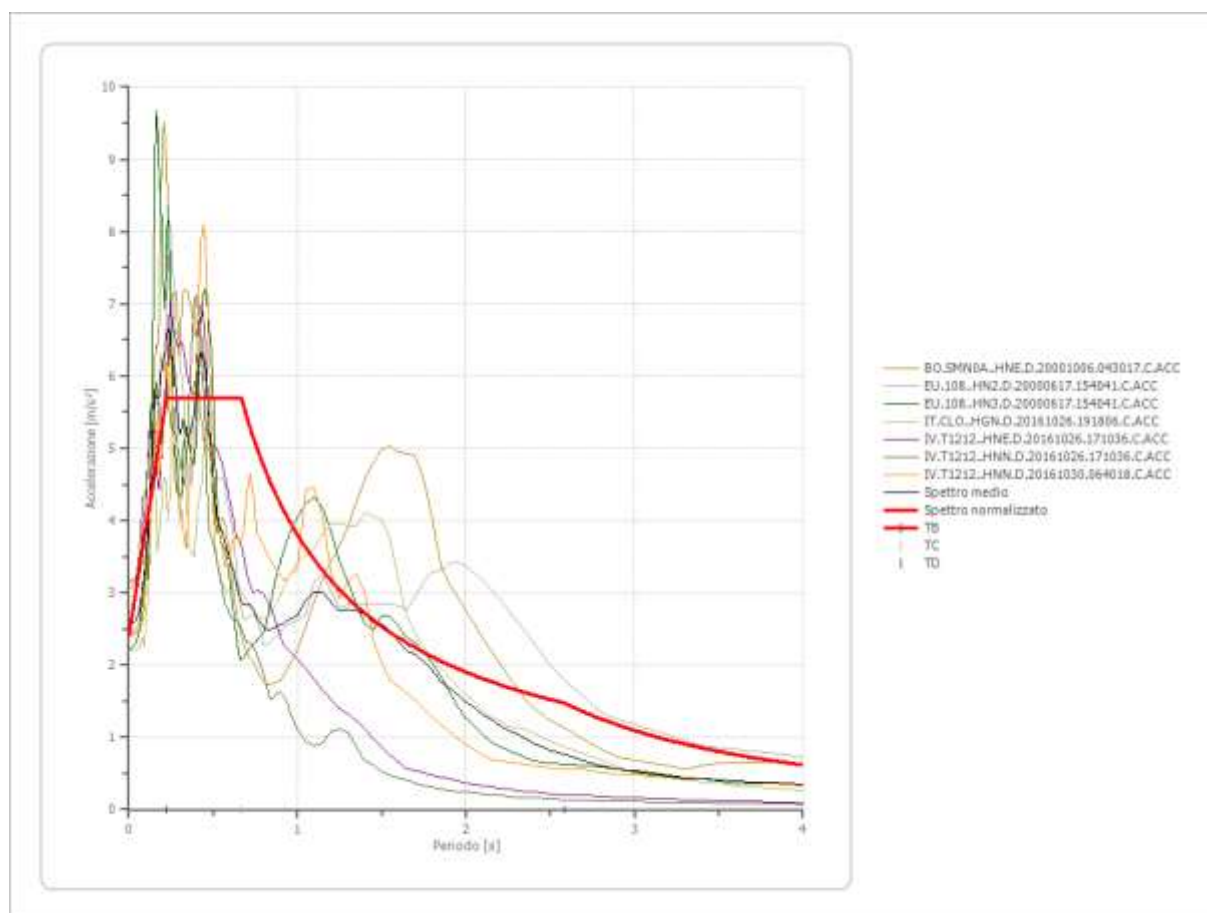
0.07	3.4466	0.33	5.6982	0.60	5.6982	1.30	2.9261	2.80	1.3585
0.08	3.5943	0.34	5.6982	0.62	5.6982	1.35	2.8177	2.90	1.3117
0.09	3.7419	0.35	5.6982	0.64	5.6982	1.40	2.7171	3.00	1.2680
0.10	3.8895	0.36	5.6982	0.66	5.6982	1.45	2.6234	3.10	1.2271
0.11	4.0371	0.37	5.6982	0.68	5.5940	1.50	2.5359	3.20	1.1887
0.12	4.1848	0.38	5.6982	0.70	5.4342	1.55	2.4541	3.30	1.1527
0.13	4.3324	0.39	5.6982	0.72	5.2832	1.60	2.3774	3.40	1.1188
0.14	4.4800	0.40	5.6982	0.74	5.1404	1.65	2.3054	3.50	1.0868
0.15	4.6277	0.41	5.6982	0.76	5.0051	1.70	2.2376	3.60	1.0566
0.16	4.7753	0.42	5.6982	0.78	4.8768	1.75	2.1737	3.70	1.0281
0.17	4.9229	0.43	5.6982	0.80	4.7549	1.80	2.1133	3.80	1.0010
0.18	5.0705	0.44	5.6982	0.82	4.6389	1.85	2.0562	3.90	0.9754
0.19	5.2182	0.45	5.6982	0.84	4.5285	1.90	2.0021	4.00	0.9510
0.20	5.3658	0.46	5.6982	0.86	4.4232	1.95	1.9507		
0.21	5.5134	0.47	5.6982	0.88	4.3226	2.00	1.9020		
0.22	5.6611	0.48	5.6982	0.90	4.2266	2.05	1.8556		
0.23	5.6982	0.49	5.6982	0.92	4.1347	2.10	1.8114		
0.24	5.6982	0.50	5.6982	0.94	4.0467	2.15	1.7693		
0.25	5.6982	0.51	5.6982	0.96	3.9624	2.20	1.7291		



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]	S
2.413	2.36125	--	0.223	0.668	2.584	2.413	5.698	1.309

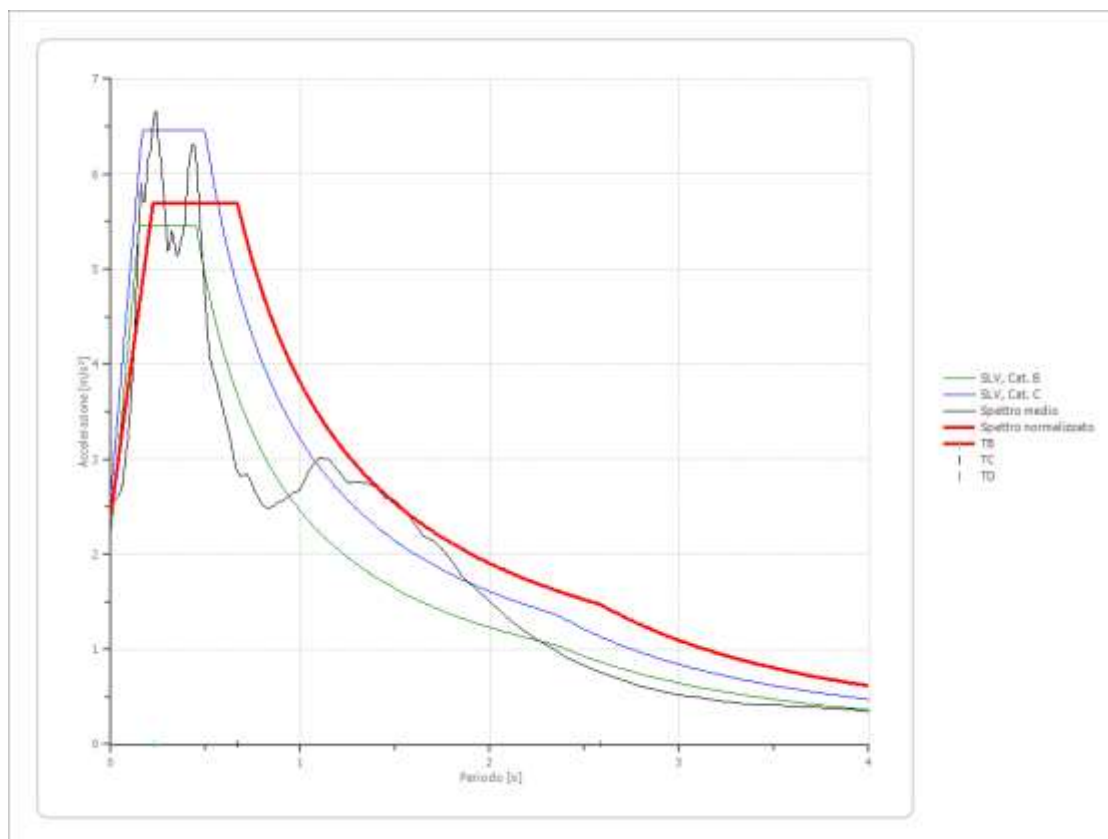
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

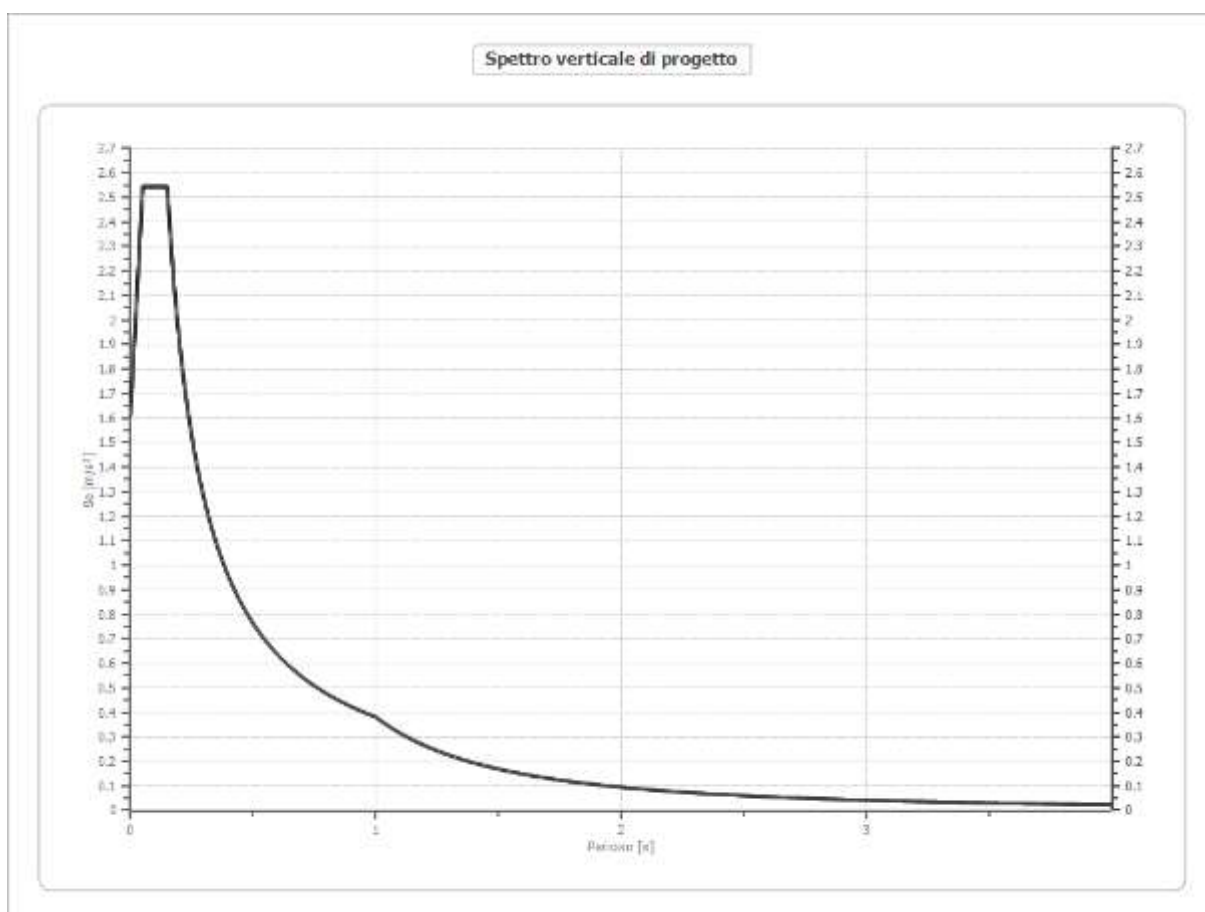
	Operativit à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvagnar dia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B	Operativit à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvagnar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [m/s ²]	0.657	0.804	1.844	2.286	0.657	0.804	1.844	2.286
Fo	2.496	2.497	2.466	2.49	2.496	2.497	2.466	2.49
Tc* [s]	0.278	0.288	0.327	0.339	0.278	0.288	0.327	0.339
Ss	1.20	1.20	1.20	1.17	1.50	1.50	1.42	1.35
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.42	1.41	1.38	1.37	1.60	1.58	1.52	1.50
TB [s]	0.132	0.135	0.150	0.154	0.148	0.152	0.166	0.170
TC [s]	0.395	0.406	0.450	0.463	0.445	0.456	0.497	0.509
TD [s]	1.868	1.928	2.352	2.532	1.868	1.928	2.352	2.532
Se(0) [m/s ²]	0.788	0.965	2.213	2.670	0.986	1.206	2.622	3.090
Se(TB) [m/s ²]	1.968	2.409	5.457	6.648	2.460	3.011	6.466	7.695



Profilo a max

Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
2.413	2.361	0.150	1.581	1.5	0.050	0.150	1.000	1.616	2.544



Allegato 14

ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO CAMPIONE S1C1

COMMITTENTE: GEOL. CARACCIOLO

CANTIERE: COMUNE DI TERNI - S1C1 - 3.00 3.50 M - 18/11/22

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	18,9 kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
CNR-UNI 10006/00	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	16,1	kPa	ϕ' 31,9 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Limo argilloso di colore grigio verdastro con limo debolmente sabbioso di colore ocra verdastro, a struttura caotica (Rp > 500 kPa).

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Limo argilloso di colore grigio verdastro con limo debolmente sabbioso di colore ocra verdastro, a struttura caotica ($R_p > 500$ kPa).

1
37203

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	19,0	19,0	18,7
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,048 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

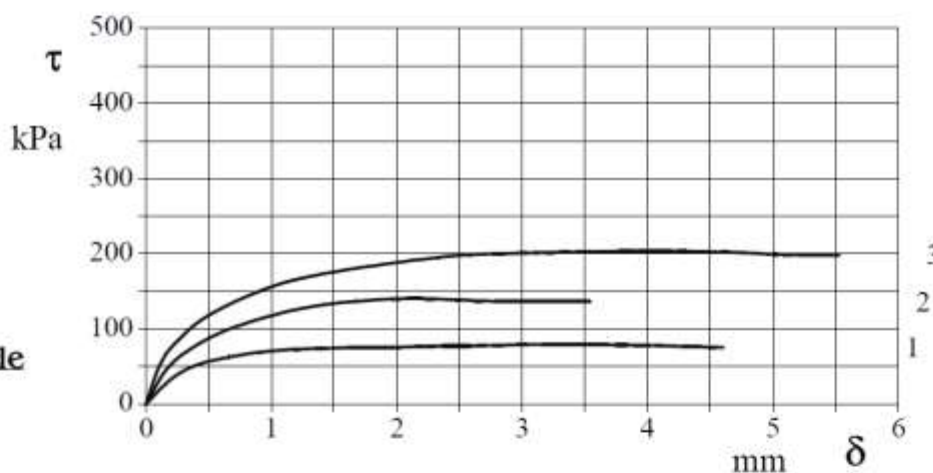
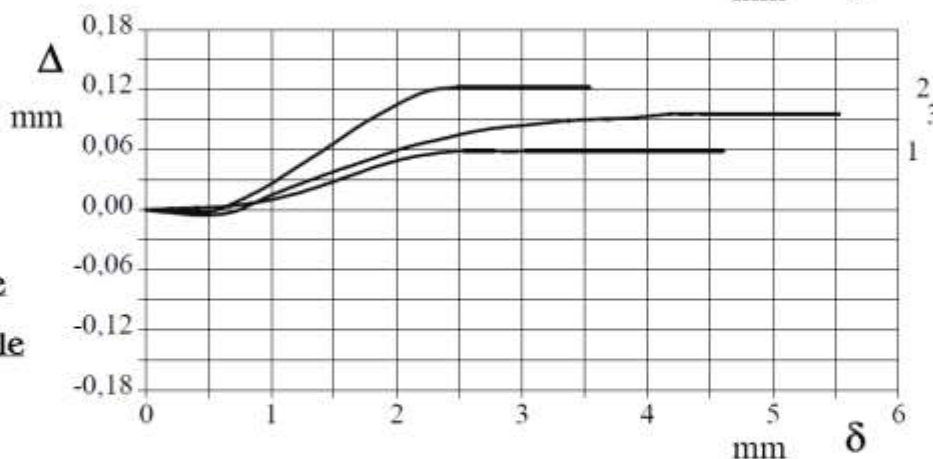


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo argilloso di colore grigio verdastro con limo debolmente sabbioso di colore ocra verdastro, a struttura caotica ($R_p > 500$ kPa).

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,991
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,043

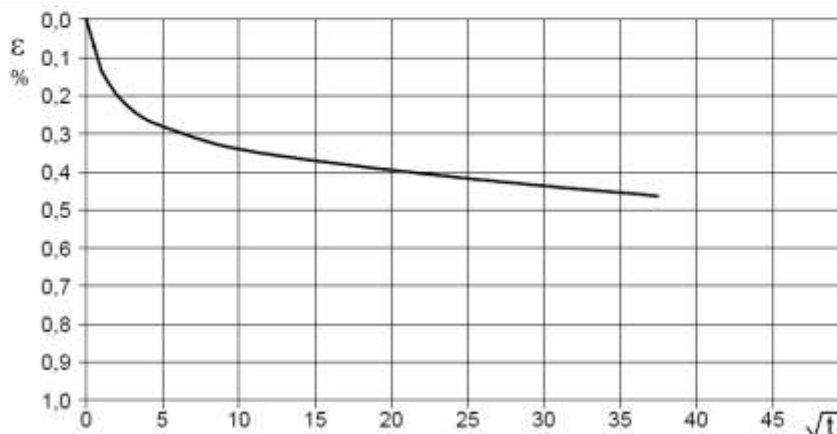


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,987
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	9,5
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,053

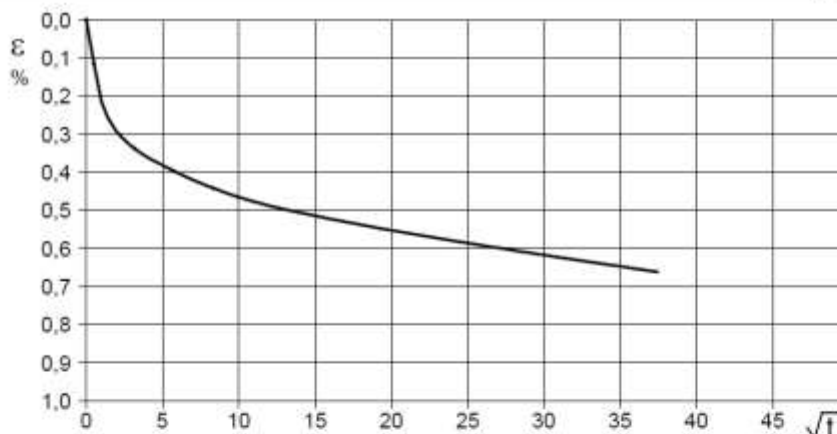
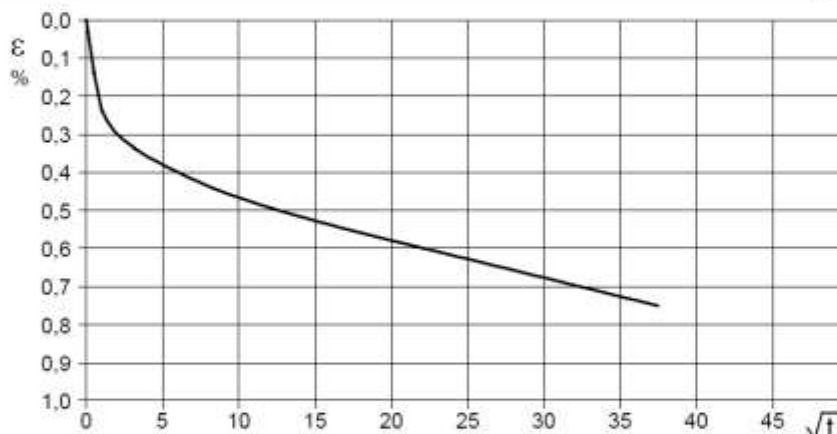


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,985
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,048



1
37203

Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE PROVE PENETROMETRICHE



Foto 1. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P1.



Foto 2. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P2.



Foto 3. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P3.



Foto 4. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P4.



Foto 5. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P5.



Foto 6. Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua P6.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: COMUNE DI TERNI Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE Localita': QUARTIERE ITALIA - TERNI	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DMP 3020 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	15.25 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 6.30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	10	0.857	32.36	37.78	1.62	1.89
0.20	10	0.855	32.28	37.78	1.61	1.89
0.30	6	0.853	19.33	22.67	0.97	1.13
0.40	10	0.851	32.14	37.78	1.61	1.89
0.50	10	0.849	32.07	37.78	1.60	1.89
0.60	11	0.847	35.20	41.55	1.76	2.08
0.70	10	0.845	31.93	37.78	1.60	1.89
0.80	11	0.843	35.04	41.55	1.75	2.08
0.90	20	0.792	56.93	71.93	2.85	3.60
1.00	21	0.740	55.87	75.52	2.79	3.78
1.10	16	0.788	45.34	57.54	2.27	2.88
1.20	18	0.786	50.90	64.74	2.54	3.24
1.30	19	0.785	53.61	68.33	2.68	3.42
1.40	21	0.733	55.35	75.52	2.77	3.78
1.50	21	0.731	55.22	75.52	2.76	3.78
1.60	23	0.730	60.35	82.72	3.02	4.14
1.70	17	0.778	47.56	61.14	2.38	3.06
1.80	12	0.826	35.66	43.16	1.78	2.16
1.90	11	0.825	31.13	37.75	1.56	1.89
2.00	12	0.823	33.90	41.18	1.70	2.06
2.10	16	0.772	42.37	54.91	2.12	2.75
2.20	15	0.770	39.64	51.48	1.98	2.57
2.30	18	0.769	47.48	61.77	2.37	3.09
2.40	17	0.767	44.76	58.34	2.24	2.92
2.50	17	0.766	44.67	58.34	2.23	2.92
2.60	18	0.764	47.21	61.77	2.36	3.09
2.70	15	0.763	39.27	51.48	1.96	2.57
2.80	17	0.761	44.42	58.34	2.22	2.92
2.90	15	0.760	37.41	49.23	1.87	2.46
3.00	14	0.759	34.86	45.94	1.74	2.30

3.10	11	0.807	29.14	36.10	1.46	1.80
3.20	11	0.806	29.10	36.10	1.45	1.80
3.30	11	0.805	29.05	36.10	1.45	1.80
3.40	12	0.803	31.64	39.38	1.58	1.97
3.50	12	0.802	31.59	39.38	1.58	1.97
3.60	11	0.801	28.91	36.10	1.45	1.80
3.70	9	0.800	23.62	29.54	1.18	1.48
3.80	10	0.798	26.20	32.82	1.31	1.64
3.90	12	0.797	30.08	37.73	1.50	1.89
4.00	11	0.796	27.53	34.59	1.38	1.73
4.10	14	0.745	32.79	44.02	1.64	2.20
4.20	14	0.744	32.74	44.02	1.64	2.20
4.30	14	0.743	32.69	44.02	1.63	2.20
4.40	13	0.741	30.30	40.87	1.52	2.04
4.50	13	0.740	30.26	40.87	1.51	2.04
4.60	15	0.739	34.86	47.16	1.74	2.36
4.70	23	0.688	49.76	72.31	2.49	3.62
4.80	31	0.637	62.10	97.47	3.10	4.87
4.90	19	0.736	42.20	57.33	2.11	2.87
5.00	7	0.785	16.58	21.12	0.83	1.06
5.10	7	0.784	16.56	21.12	0.83	1.06
5.20	8	0.783	18.90	24.14	0.95	1.21
5.30	10	0.782	23.60	30.18	1.18	1.51
5.40	10	0.781	23.57	30.18	1.18	1.51
5.50	11	0.780	25.89	33.19	1.29	1.66
5.60	9	0.779	21.16	27.16	1.06	1.36
5.70	9	0.778	21.13	27.16	1.06	1.36
5.80	10	0.777	23.46	30.18	1.17	1.51
5.90	8	0.776	18.02	23.21	0.90	1.16
6.00	5	0.775	11.25	14.50	0.56	0.73
6.10	5	0.775	11.24	14.50	0.56	0.73
6.20	58	0.574	96.53	168.25	4.83	8.41
6.30	70	0.573	116.33	203.06	5.82	10.15

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	9.75	36.83	Coesivo	0	1.89	1.9	0.08	0.78	7.63	terreno vegetale
6.3	15.75	51.28	Incoerente - coesivo	0	2.02	2.22	0.71	0.78	12.33	argilla limosa con lenti ghiaiose

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	0.48	0.95	0.25 - 0.50	0.31	0.75	1.11	0.68	1.01	0.38	1.26	0.95
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	0.83	1.54	0.50 - 1.00	0.49	1.21	1.54	1.08	1.39	0.62	1.29	1.54

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	Robertson (1983)	15.26
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	Robertson (1983)	24.66

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	35.01	--	79.61	95.38
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	56.57	--	127.55	123.30

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	67.35	76.30
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	121.40	123.30

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	Meyerhof	1.89
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	Meyerhof	2.02

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	7.63	0.80	Meyerhof	1.90
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	Meyerhof	2.22

TERRENI INCOERENTI
Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	32.56	62.17	62.28	37.91

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thorn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioini 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	30.52	23.52	31.45	29.82	34.53	36.7	30-32	28.6	30.7	25.84	30.7

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	250.64	98.64	146.19	272.48	136.65

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	73.98	52.79	87.54	92.99

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' di Volume (t/m³)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	Terzaghi-Peck 1948	1.51

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (t/m³)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	Terzaghi-Peck 1948	1.94

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	(A.G.I.)	0.33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

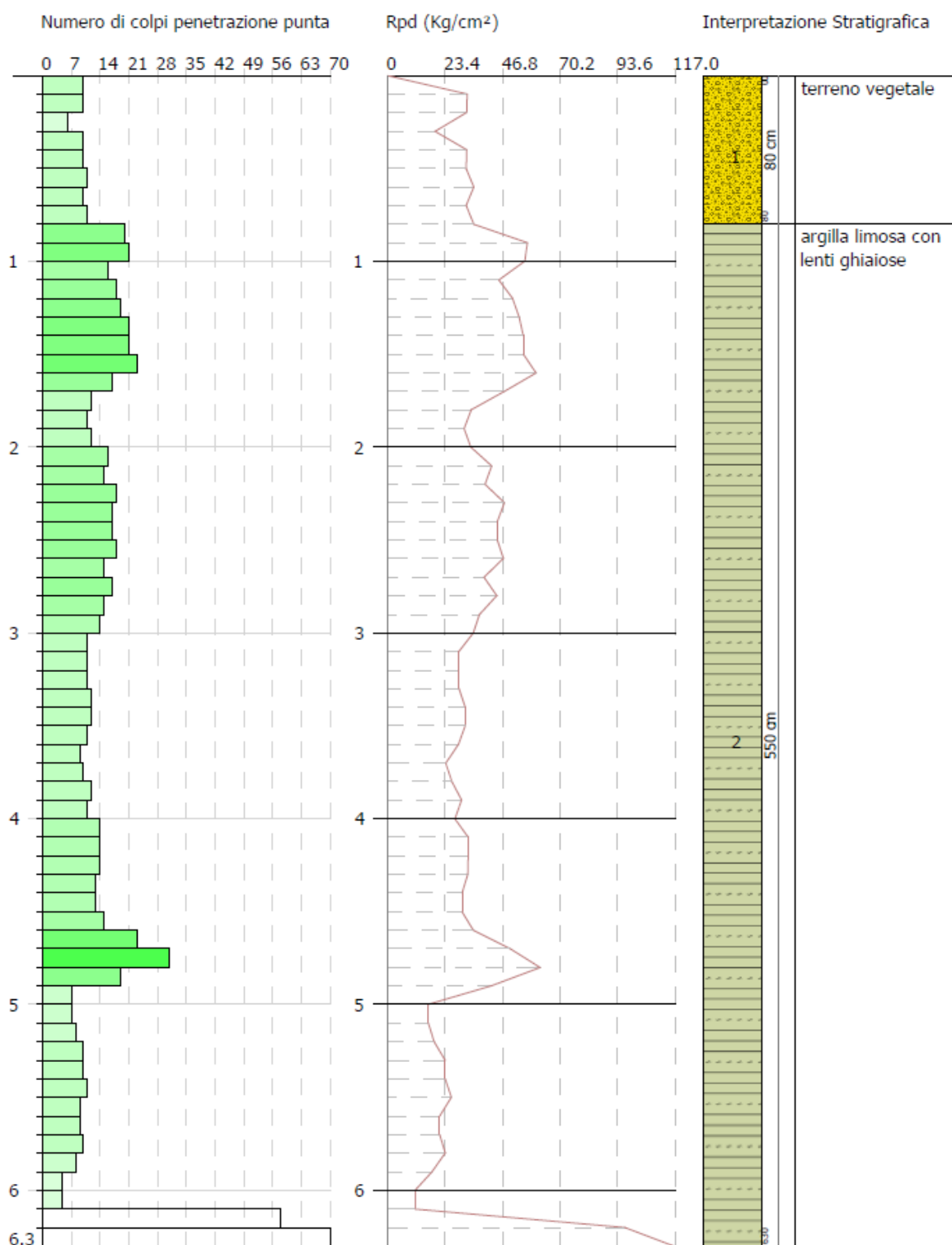
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	12.33	6.30	12.33	Robertson 1983	24.66

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Località: QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/202

Scala 1:3



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 7.30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	5	0.857	16.18	18.89	0.81	0.94
0.20	7	0.855	22.60	26.44	1.13	1.32
0.30	3	0.853	9.66	11.33	0.48	0.57
0.40	3	0.851	9.64	11.33	0.48	0.57
0.50	4	0.849	12.83	15.11	0.64	0.76
0.60	3	0.847	9.60	11.33	0.48	0.57
0.70	4	0.845	12.77	15.11	0.64	0.76
0.80	4	0.843	12.74	15.11	0.64	0.76
0.90	4	0.842	12.11	14.39	0.61	0.72
1.00	5	0.840	15.10	17.98	0.76	0.90
1.10	5	0.838	15.07	17.98	0.75	0.90
1.20	8	0.836	24.06	28.77	1.20	1.44
1.30	6	0.835	18.01	21.58	0.90	1.08
1.40	5	0.833	14.98	17.98	0.75	0.90
1.50	5	0.831	14.95	17.98	0.75	0.90
1.60	4	0.830	11.93	14.39	0.60	0.72
1.70	4	0.828	11.91	14.39	0.60	0.72
1.80	4	0.826	11.89	14.39	0.59	0.72
1.90	4	0.825	11.32	13.73	0.57	0.69
2.00	4	0.823	11.30	13.73	0.57	0.69
2.10	4	0.822	11.28	13.73	0.56	0.69
2.20	3	0.820	8.44	10.30	0.42	0.51
2.30	3	0.819	8.43	10.30	0.42	0.51
2.40	4	0.817	11.22	13.73	0.56	0.69
2.50	6	0.816	16.80	20.59	0.84	1.03
2.60	5	0.814	13.97	17.16	0.70	0.86
2.70	4	0.813	11.16	13.73	0.56	0.69
2.80	5	0.811	13.92	17.16	0.70	0.86
2.90	5	0.810	13.29	16.41	0.66	0.82
3.00	5	0.809	13.27	16.41	0.66	0.82

3.10	5	0.807	13.25	16.41	0.66	0.82
3.20	7	0.806	18.52	22.97	0.93	1.15
3.30	7	0.805	18.49	22.97	0.92	1.15
3.40	6	0.803	15.82	19.69	0.79	0.98
3.50	6	0.802	15.79	19.69	0.79	0.98
3.60	6	0.801	15.77	19.69	0.79	0.98
3.70	4	0.800	10.50	13.13	0.52	0.66
3.80	5	0.798	13.10	16.41	0.66	0.82
3.90	6	0.797	15.04	18.86	0.75	0.94
4.00	9	0.796	22.53	28.30	1.13	1.41
4.10	9	0.795	22.49	28.30	1.12	1.41
4.20	10	0.794	24.95	31.44	1.25	1.57
4.30	13	0.743	30.35	40.87	1.52	2.04
4.40	17	0.741	39.63	53.45	1.98	2.67
4.50	14	0.740	32.59	44.02	1.63	2.20
4.60	7	0.789	17.37	22.01	0.87	1.10
4.70	5	0.788	12.39	15.72	0.62	0.79
4.80	6	0.787	14.85	18.86	0.74	0.94
4.90	7	0.786	16.60	21.12	0.83	1.06
5.00	8	0.785	18.95	24.14	0.95	1.21
5.10	9	0.784	21.29	27.16	1.06	1.36
5.20	12	0.783	28.35	36.21	1.42	1.81
5.30	25	0.682	51.45	75.44	2.57	3.77
5.40	27	0.681	55.49	81.48	2.77	4.07
5.50	13	0.730	28.64	39.23	1.43	1.96
5.60	7	0.779	16.46	21.12	0.82	1.06
5.70	5	0.778	11.74	15.09	0.59	0.75
5.80	29	0.677	59.27	87.51	2.96	4.38
5.90	20	0.726	42.14	58.02	2.11	2.90
6.00	10	0.775	22.50	29.01	1.12	1.45
6.10	18	0.725	37.84	52.22	1.89	2.61
6.20	8	0.774	17.96	23.21	0.90	1.16
6.30	4	0.773	8.97	11.60	0.45	0.58
6.40	4	0.772	8.96	11.60	0.45	0.58
6.50	3	0.771	6.71	8.70	0.34	0.44
6.60	17	0.720	35.52	49.32	1.78	2.47
6.70	38	0.620	68.29	110.23	3.41	5.51
6.80	12	0.769	26.76	34.81	1.34	1.74
6.90	7	0.768	15.01	19.55	0.75	0.98
7.00	55	0.567	87.12	153.61	4.36	7.68
7.10	55	0.566	87.00	153.61	4.35	7.68
7.20	66	0.566	104.26	184.33	5.21	9.22
7.30	70	0.565	110.44	195.50	5.52	9.78

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.9	4.11	15.45	Coesivo	0	1.65	1.86	0.07	0.78	3.22	terreno vegetale
5.2	6.42	21.02	Incoerente - coesivo	0	1.76	1.88	0.53	0.78	5.03	argilla limosa con lenti ghiaiose
7.3	23.48	67.39	Incoerente - coesivo	0	2.09	2.3	1.12	0.78	18.38	argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	0.20	0.40	0.15 - 0.25	0.13	0.31	0.46	0.29	0.67	0.16	0.47	0.40
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	0.31	0.63	0.25 - 0.50	0.20	0.49	0.63	0.46	0.81	0.25	0.25	0.63
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	1.24	2.30	1.00 - 2.00	0.72	1.82	2.02	1.57	1.93	0.92	2.19	2.30

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	Robertson (1983)	6.44
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	Robertson (1983)	10.06
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	Robertson (1983)	36.76

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	14.77	48.30	34.63	40.25
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	23.08	75.45	53.10	62.88
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	84.33	--	189.26	183.80

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	16.63	32.20
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	37.45	50.30
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	190.97	183.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	Meyerhof	1.65
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	Meyerhof	1.76
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	Meyerhof	2.09

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	3.22	0.90	Meyerhof	1.86
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	Meyerhof	1.88
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	Meyerhof	2.30

TERRENI INCOERENTI
Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	18.06	42.52	43.82	20.91
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	35.63	66.65	66.74	48.75

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thorn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	28.44	21.44	29.41	29.01	31.68	0	<30	23.69	28.51	23.12	25.03
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	32.25	25.25	33.15	29.46	36.57	37.33	30-32	31.6	32.51	25.76	34.17

 Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	---	40.24	---	---	---
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	306.02	147.04	217.58	317.85	166.90

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	---	37.80	35.71	60.43
[3] - argilla limosa con intercalazio ni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	110.28	65.22	130.50	119.97

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	Terzaghi-Peck 1948	1.58

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	Terzaghi-Peck 1948	1.98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	(A.G.I.)	0.34
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	(A.G.I.)	0.32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

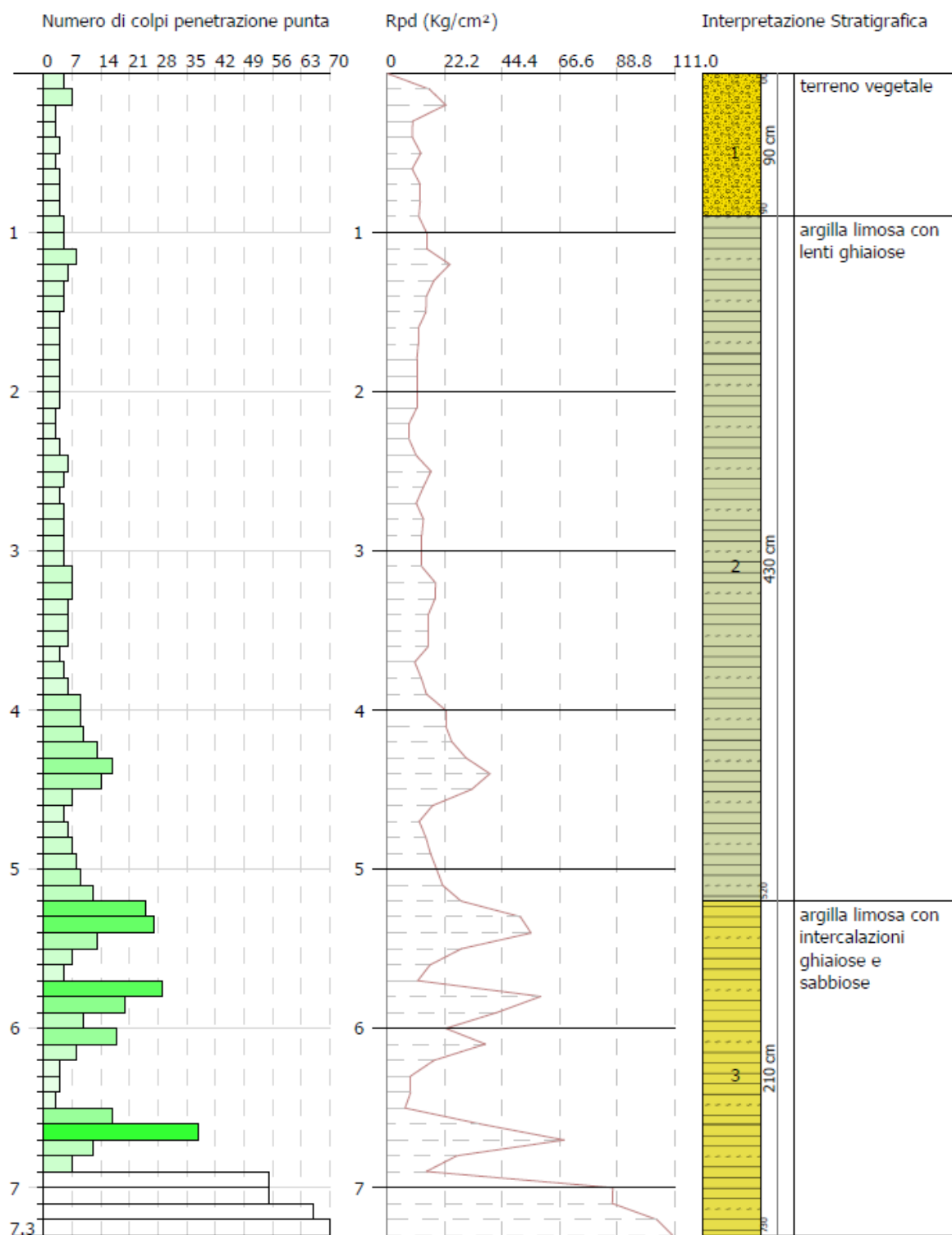
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	5.03	5.20	5.03	Robertson 1983	10.06
[3] - argilla limosa con intercalazioni ghiaiose e sabbiose	18.38	7.30	18.38	Robertson 1983	36.76

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Localita': QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/2022

Scala 1:36



PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 8.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	7	0.857	22.65	26.44	1.13	1.32
0.20	8	0.855	25.83	30.22	1.29	1.51
0.30	5	0.853	16.11	18.89	0.81	0.94
0.40	6	0.851	19.28	22.67	0.96	1.13
0.50	5	0.849	16.03	18.89	0.80	0.94
0.60	4	0.847	12.80	15.11	0.64	0.76
0.70	5	0.845	15.96	18.89	0.80	0.94
0.80	4	0.843	12.74	15.11	0.64	0.76
0.90	4	0.842	12.11	14.39	0.61	0.72
1.00	4	0.840	12.08	14.39	0.60	0.72
1.10	5	0.838	15.07	17.98	0.75	0.90
1.20	4	0.836	12.03	14.39	0.60	0.72
1.30	5	0.835	15.01	17.98	0.75	0.90
1.40	4	0.833	11.98	14.39	0.60	0.72
1.50	5	0.831	14.95	17.98	0.75	0.90
1.60	5	0.830	14.92	17.98	0.75	0.90
1.70	5	0.828	14.89	17.98	0.74	0.90
1.80	5	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
1.90	4	0.825	11.32	13.73	0.57	0.69
2.00	6	0.823	16.95	20.59	0.85	1.03
2.10	5	0.822	14.10	17.16	0.70	0.86
2.20	5	0.820	14.07	17.16	0.70	0.86
2.30	5	0.819	14.05	17.16	0.70	0.86
2.40	4	0.817	11.22	13.73	0.56	0.69
2.50	4	0.816	11.20	13.73	0.56	0.69
2.60	5	0.814	13.97	17.16	0.70	0.86
2.70	5	0.813	13.95	17.16	0.70	0.86
2.80	4	0.811	11.14	13.73	0.56	0.69
2.90	5	0.810	13.29	16.41	0.66	0.82
3.00	5	0.809	13.27	16.41	0.66	0.82

3.10	5	0.807	13.25	16.41	0.66	0.82
3.20	6	0.806	15.87	19.69	0.79	0.98
3.30	5	0.805	13.20	16.41	0.66	0.82
3.40	7	0.803	18.46	22.97	0.92	1.15
3.50	9	0.802	23.69	29.54	1.18	1.48
3.60	9	0.801	23.65	29.54	1.18	1.48
3.70	8	0.800	20.99	26.25	1.05	1.31
3.80	7	0.798	18.34	22.97	0.92	1.15
3.90	6	0.797	15.04	18.86	0.75	0.94
4.00	4	0.796	10.01	12.58	0.50	0.63
4.10	3	0.795	7.50	9.43	0.37	0.47
4.20	5	0.794	12.48	15.72	0.62	0.79
4.30	7	0.793	17.44	22.01	0.87	1.10
4.40	6	0.791	14.93	18.86	0.75	0.94
4.50	7	0.790	17.39	22.01	0.87	1.10
4.60	8	0.789	19.85	25.15	0.99	1.26
4.70	9	0.788	22.30	28.30	1.12	1.41
4.80	10	0.787	24.75	31.44	1.24	1.57
4.90	11	0.786	26.09	33.19	1.30	1.66
5.00	11	0.785	26.06	33.19	1.30	1.66
5.10	10	0.784	23.66	30.18	1.18	1.51
5.20	10	0.783	23.63	30.18	1.18	1.51
5.30	10	0.782	23.60	30.18	1.18	1.51
5.40	10	0.781	23.57	30.18	1.18	1.51
5.50	10	0.780	23.54	30.18	1.18	1.51
5.60	23	0.679	47.14	69.40	2.36	3.47
5.70	17	0.728	37.36	51.30	1.87	2.56
5.80	29	0.677	59.27	87.51	2.96	4.38
5.90	37	0.626	67.23	107.33	3.36	5.37
6.00	51	0.575	85.14	147.95	4.26	7.40
6.10	44	0.575	73.34	127.64	3.67	6.38
6.20	32	0.624	57.90	92.83	2.89	4.64
6.30	13	0.723	27.26	37.71	1.36	1.89
6.40	8	0.772	17.92	23.21	0.90	1.16
6.50	5	0.771	11.19	14.50	0.56	0.73
6.60	5	0.770	11.17	14.50	0.56	0.73
6.70	6	0.770	13.39	17.41	0.67	0.87
6.80	5	0.769	11.15	14.50	0.56	0.73
6.90	6	0.768	12.87	16.76	0.64	0.84
7.00	5	0.767	10.71	13.96	0.54	0.70
7.10	6	0.766	12.84	16.76	0.64	0.84
7.20	5	0.766	10.69	13.96	0.53	0.70
7.30	4	0.765	8.54	11.17	0.43	0.56
7.40	7	0.764	14.94	19.55	0.75	0.98
7.50	6	0.763	12.79	16.76	0.64	0.84
7.60	17	0.713	33.84	47.48	1.69	2.37

7.70	7	0.762	14.90	19.55	0.74	0.98
7.80	3	0.761	6.38	8.38	0.32	0.42
7.90	31	0.611	50.97	83.47	2.55	4.17
8.00	80	0.560	120.61	215.41	6.03	10.77

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	5.2	19.5	Coesivo	0	1.7	1.87	0.09	0.78	4.07	Terreno vegetale
5.5	6.4	20.81	Incoerente - coesivo	0	1.76	1.88	0.57	0.78	5.01	Argilla-limosa con lenti ghiaiose
8	18.08	51.56	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	1.22	0.78	14.16	Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	0.25	0.51	0.25 - 0.50	0.17	0.40	0.59	0.37	0.74	0.20	0.61	0.51
[2] - Argilla-	5.01	5.50	0.31	0.63	0.25 - 0.50	0.20	0.49	0.62	0.45	0.81	0.25	0.20	0.63

limosa con lenti ghiaiose													
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	0.96	1.77	0.50 - 1.00	0.56	1.40	1.55	1.23	1.55	0.71	1.36	1.77

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	Robertson (1983)	8.14
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	Robertson (1983)	10.02
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	Robertson (1983)	28.32

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	18.67	61.05	43.30	50.88
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	22.99	75.15	52.89	62.63
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	64.97	--	146.22	141.60

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	26.41	40.70
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	37.22	50.10
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	142.44	141.60

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	Meyerhof	1.70
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	Meyerhof	1.76
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	Meyerhof	2.05

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale	4.07	1.00	Meyerhof	1.87
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	Meyerhof	1.88
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	Meyerhof	2.25

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Argilla- limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	17.48	41.78	42.92	20.86
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	29.26	57.06	57.7	41.47

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabb ie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[2] - Argill a- limos a con lenti ghiai ose	5.01	5.50	5.01	28.43	21.43	29.4	28.85	31.67	0	<30	23.67	28.5	22.96	25.01
[3] - Argill a limos a con interc alazio ni sabb iose e litoidi	14.16	8.00	14.16	31.05	24.05	31.96	28.86	35.18	35.99	30-32	29.57	31.25	24.42	31.83

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	---	40.08	---	---	---
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	268.60	113.28	167.79	286.20	145.80

 Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	---	37.76	35.57	60.34
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	84.96	56.55	100.54	101.15

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[2] - Argilla- limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	Terzaghi-Peck 1948	1.53

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[2] - Argilla- limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	Terzaghi-Peck 1948	1.95

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	(A.G.I.)	0.34
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	(A.G.I.)	0.33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

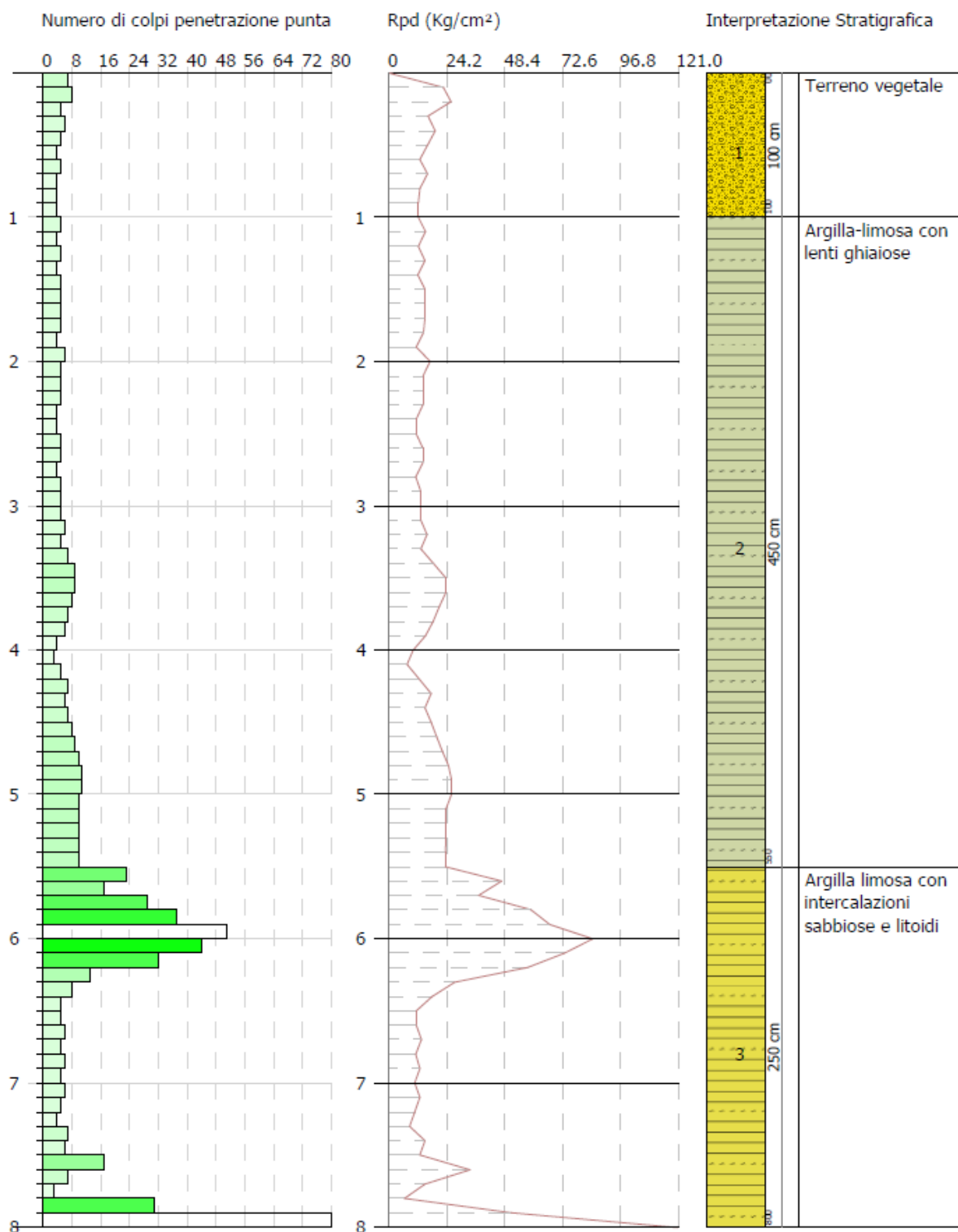
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Argilla-limosa con lenti ghiaiose	5.01	5.50	5.01	Robertson 1983	10.02
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e litoidi	14.16	8.00	14.16	Robertson 1983	28.32

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Localita': QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/2022

Scala 1:40



PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 15.50 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	16	0.807	48.75	60.44	2.44	3.02
0.20	12	0.855	38.74	45.33	1.94	2.27
0.30	11	0.853	35.43	41.55	1.77	2.08
0.40	14	0.801	42.35	52.89	2.12	2.64
0.50	11	0.849	35.27	41.55	1.76	2.08
0.60	10	0.847	32.00	37.78	1.60	1.89
0.70	8	0.845	25.54	30.22	1.28	1.51
0.80	6	0.843	19.11	22.67	0.96	1.13
0.90	6	0.842	18.16	21.58	0.91	1.08
1.00	6	0.840	18.12	21.58	0.91	1.08
1.10	7	0.838	21.10	25.17	1.05	1.26
1.20	8	0.836	24.06	28.77	1.20	1.44
1.30	9	0.835	27.01	32.37	1.35	1.62
1.40	11	0.833	32.95	39.56	1.65	1.98
1.50	11	0.831	32.88	39.56	1.64	1.98
1.60	13	0.780	36.45	46.75	1.82	2.34
1.70	14	0.778	39.17	50.35	1.96	2.52
1.80	15	0.776	41.88	53.95	2.09	2.70
1.90	15	0.775	39.88	51.48	1.99	2.57
2.00	13	0.773	34.49	44.61	1.72	2.23
2.10	13	0.772	34.43	44.61	1.72	2.23
2.20	13	0.770	34.36	44.61	1.72	2.23
2.30	14	0.769	36.93	48.05	1.85	2.40
2.40	18	0.767	47.39	61.77	2.37	3.09
2.50	15	0.766	39.42	51.48	1.97	2.57
2.60	13	0.764	34.10	44.61	1.70	2.23
2.70	15	0.763	39.27	51.48	1.96	2.57
2.80	13	0.761	33.97	44.61	1.70	2.23
2.90	12	0.810	31.90	39.38	1.59	1.97
3.00	14	0.759	34.86	45.94	1.74	2.30

3.10	18	0.757	44.74	59.07	2.24	2.95
3.20	15	0.756	37.21	49.23	1.86	2.46
3.30	17	0.755	42.10	55.79	2.11	2.79
3.40	19	0.753	46.98	62.35	2.35	3.12
3.50	18	0.752	44.43	59.07	2.22	2.95
3.60	14	0.751	34.50	45.94	1.72	2.30
3.70	13	0.750	31.98	42.66	1.60	2.13
3.80	12	0.798	31.44	39.38	1.57	1.97
3.90	12	0.797	30.08	37.73	1.50	1.89
4.00	10	0.796	25.03	31.44	1.25	1.57
4.10	8	0.795	19.99	25.15	1.00	1.26
4.20	8	0.794	19.96	25.15	1.00	1.26
4.30	9	0.793	22.43	28.30	1.12	1.41
4.40	14	0.741	32.64	44.02	1.63	2.20
4.50	19	0.740	44.23	59.74	2.21	2.99
4.60	18	0.739	41.84	56.59	2.09	2.83
4.70	14	0.738	32.49	44.02	1.62	2.20
4.80	12	0.787	29.70	37.73	1.48	1.89
4.90	15	0.736	33.32	45.26	1.67	2.26
5.00	14	0.735	31.05	42.25	1.55	2.11
5.10	12	0.784	28.39	36.21	1.42	1.81
5.20	12	0.783	28.35	36.21	1.42	1.81
5.30	12	0.782	28.32	36.21	1.42	1.81
5.40	12	0.781	28.28	36.21	1.41	1.81
5.50	10	0.780	23.54	30.18	1.18	1.51
5.60	9	0.779	21.16	27.16	1.06	1.36
5.70	8	0.778	18.79	24.14	0.94	1.21
5.80	7	0.777	16.42	21.12	0.82	1.06
5.90	6	0.776	13.51	17.41	0.68	0.87
6.00	7	0.775	15.75	20.31	0.79	1.02
6.10	5	0.775	11.24	14.50	0.56	0.73
6.20	5	0.774	11.22	14.50	0.56	0.73
6.30	4	0.773	8.97	11.60	0.45	0.58
6.40	4	0.772	8.96	11.60	0.45	0.58
6.50	5	0.771	11.19	14.50	0.56	0.73
6.60	4	0.770	8.94	11.60	0.45	0.58
6.70	4	0.770	8.93	11.60	0.45	0.58
6.80	4	0.769	8.92	11.60	0.45	0.58
6.90	4	0.768	8.58	11.17	0.43	0.56
7.00	5	0.767	10.71	13.96	0.54	0.70
7.10	4	0.766	8.56	11.17	0.43	0.56
7.20	5	0.766	10.69	13.96	0.53	0.70
7.30	5	0.765	10.68	13.96	0.53	0.70
7.40	4	0.764	8.54	11.17	0.43	0.56
7.50	5	0.763	10.66	13.96	0.53	0.70
7.60	5	0.763	10.65	13.96	0.53	0.70

7.70	4	0.762	8.51	11.17	0.43	0.56
7.80	5	0.761	10.63	13.96	0.53	0.70
7.90	5	0.761	10.24	13.46	0.51	0.67
8.00	4	0.760	8.18	10.77	0.41	0.54
8.10	5	0.759	10.22	13.46	0.51	0.67
8.20	4	0.759	8.17	10.77	0.41	0.54
8.30	5	0.758	10.20	13.46	0.51	0.67
8.40	4	0.757	8.16	10.77	0.41	0.54
8.50	5	0.757	10.19	13.46	0.51	0.67
8.60	5	0.756	10.18	13.46	0.51	0.67
8.70	5	0.755	10.17	13.46	0.51	0.67
8.80	4	0.755	8.13	10.77	0.41	0.54
8.90	4	0.754	7.84	10.40	0.39	0.52
9.00	4	0.753	7.83	10.40	0.39	0.52
9.10	3	0.753	5.87	7.80	0.29	0.39
9.20	4	0.752	7.82	10.40	0.39	0.52
9.30	4	0.752	7.82	10.40	0.39	0.52
9.40	5	0.751	9.76	13.00	0.49	0.65
9.50	5	0.751	9.75	13.00	0.49	0.65
9.60	7	0.750	13.65	18.19	0.68	0.91
9.70	8	0.749	15.58	20.79	0.78	1.04
9.80	8	0.749	15.57	20.79	0.78	1.04
9.90	9	0.748	16.92	22.61	0.85	1.13
10.00	10	0.748	18.78	25.12	0.94	1.26
10.10	12	0.747	22.52	30.15	1.13	1.51
10.20	13	0.697	22.75	32.66	1.14	1.63
10.30	14	0.696	24.48	35.17	1.22	1.76
10.40	15	0.696	26.21	37.68	1.31	1.88
10.50	15	0.695	26.19	37.68	1.31	1.88
10.60	18	0.694	31.40	45.22	1.57	2.26
10.70	20	0.694	34.87	50.24	1.74	2.51
10.80	22	0.643	35.56	55.27	1.78	2.76
10.90	23	0.643	35.94	55.91	1.80	2.80
11.00	24	0.642	37.47	58.34	1.87	2.92
11.10	27	0.642	42.12	65.63	2.11	3.28
11.20	31	0.591	44.56	75.35	2.23	3.77
11.30	27	0.641	42.06	65.63	2.10	3.28
11.40	24	0.640	37.35	58.34	1.87	2.92
11.50	23	0.640	35.77	55.91	1.79	2.80
11.60	22	0.639	34.19	53.48	1.71	2.67
11.70	21	0.639	32.61	51.05	1.63	2.55
11.80	22	0.638	34.13	53.48	1.71	2.67
11.90	24	0.638	36.04	56.51	1.80	2.83
12.00	25	0.637	37.51	58.86	1.88	2.94
12.10	28	0.637	41.97	65.93	2.10	3.30
12.20	28	0.636	41.94	65.93	2.10	3.30

12.30	29	0.636	43.40	68.28	2.17	3.41
12.40	36	0.585	49.60	84.76	2.48	4.24
12.50	31	0.585	42.67	72.99	2.13	3.65
12.60	28	0.634	41.81	65.93	2.09	3.30
12.70	31	0.584	42.60	72.99	2.13	3.65
12.80	29	0.633	43.23	68.28	2.16	3.41
12.90	33	0.583	43.89	75.33	2.19	3.77
13.00	28	0.632	40.40	63.92	2.02	3.20
13.10	30	0.632	43.25	68.48	2.16	3.42
13.20	30	0.631	43.22	68.48	2.16	3.42
13.30	30	0.631	43.18	68.48	2.16	3.42
13.40	38	0.580	50.31	86.75	2.52	4.34
13.50	38	0.579	50.27	86.75	2.51	4.34
13.60	31	0.579	40.97	70.77	2.05	3.54
13.70	38	0.578	50.18	86.75	2.51	4.34
13.80	38	0.578	50.13	86.75	2.51	4.34
13.90	41	0.527	47.90	90.83	2.39	4.54
14.00	35	0.577	44.72	77.54	2.24	3.88
14.10	31	0.576	39.58	68.68	1.98	3.43
14.20	36	0.576	45.92	79.75	2.30	3.99
14.30	54	0.525	62.82	119.63	3.14	5.98
14.40	36	0.575	45.83	79.75	2.29	3.99
14.50	35	0.574	44.51	77.54	2.23	3.88
14.60	30	0.623	41.44	66.46	2.07	3.32
14.70	41	0.523	47.49	90.83	2.37	4.54
14.80	60	0.522	69.43	132.92	3.47	6.65
14.90	45	0.522	50.52	96.83	2.53	4.84
15.00	50	0.521	56.07	107.59	2.80	5.38
15.10	60	0.521	67.21	129.11	3.36	6.46
15.20	64	0.520	71.60	137.72	3.58	6.89
15.30	66	0.519	73.75	142.02	3.69	7.10
15.40	63	0.519	70.32	135.56	3.52	6.78
15.50	70	0.518	78.04	150.63	3.90	7.53

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	10	37.56	Incoerente - coesivo	0	1.89	1.9	0.09	0.78	7.83	Terreno vegetale /riporto
5.5	13.18	43.44	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.63	0.78	10.32	Argilla limosa con

										lenti ghiaiose
10.5	6.08	16.4	Incoerente - coesivo	0	1.75	1.88	1.52	0.78	4.76	Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose
12.5	25.25	60.86	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.31	2.17	0.78	19.77	argilla limosa con inclusioni litoidi
15.5	41.3	91.77	Coesivo	0	2.21	2.45	2.71	0.78	32.34	Argilla limosa grigia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi- Peck	Sangl erat	Terza ghi- Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schm ertma nn 1975	SUN DA (1983) Benas si e Vanne lli	Fletch er (1965) Argill a di Chica go	Houst on (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Terreno vegetale/ riporto	7.83	1.00	0.49	0.98	0.25 - 0.50	0.32	0.77	1.13	0.70	1.03	0.39	1.26	0.98
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	0.70	1.29	0.50 - 1.00	0.41	1.01	1.30	0.91	1.23	0.52	1.07	1.29

[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	0.30	0.60	0.25 - 0.50	0.19	0.46	0.49	0.43	0.79	0.24	0.00	0.60
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	1.33	2.47	1.00 - 2.00	0.77	1.96	1.83	1.68	2.06	0.99	1.66	2.47
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	2.18	4.04	0.00	1.20	3.22	2.75	2.60	3.34	1.62	3.33	4.04

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	Robertson (1983)	15.66
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	Robertson (1983)	20.64
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	Robertson (1983)	9.52
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	Robertson (1983)	39.54
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	Robertson (1983)	64.68

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - Terreno vegetale/ripor- to	7.83	1.00	35.92	--	81.65	97.88
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	47.35	--	107.05	103.20
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	21.84	71.40	50.34	59.50
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	90.71	--	203.43	197.70
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	148.38	--	331.64	323.40

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	69.65	78.30
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	98.28	103.20
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	34.34	47.60
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	206.96	197.70
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	351.51	323.40

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	Meyerhof	1.89
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	Meyerhof	1.98
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	Meyerhof	1.75
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	Meyerhof	2.10
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	Meyerhof	2.21

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	Meyerhof	1.90
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	Meyerhof	2.18
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	Meyerhof	1.88
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	Meyerhof	2.31
[5] - Argilla limosa grigia	32.34	15.50	Meyerhof	2.45

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno vegetale/ripor- to	7.83	1.00	33.9	65.93	84.93	27.99
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	29.97	58.4	58.84	33.69
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	7.84	30.77	32.35	20.19
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	27.75	55.16	58.21	50.89

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret- to per prese- nza falda	Peck- Hans- on- Thorn- burn- Meyer- hof 1956	Meyer- hof (1956)	Sowe- rs (1961)	Mal- ev (1964)	Meyer- hof (1965)	Schm- ertma- nn (1977) Sabbie	Mitch- ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku- ni 1982 (ROA- D BRID- GE SPEC- IFIC ATIO- N)	Japan- ese Natio- nal Railw- ay	De Mello	Owas- aki & Iwasa- ki
[1] - Ter- reno veget- ale/ri- porto	7.83	1.00	7.83	29.24	22.24	30.19	33.46	32.83	0	<30	25.84	29.35	26.44	27.51
[2] - Argill- a limos- a con lenti	10.32	5.50	10.32	29.95	22.95	30.89	29.77	33.79	36.18	<30	27.44	30.1	25.44	29.37

ghiaiose														
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	28.36	21.36	29.33	26.62	31.57	0	<30	23.45	28.43	19.15	24.76
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	32.65	25.65	33.54	28.16	37	35.72	30-32	32.22	32.93	22.09	34.88

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	---	62.64	---	---	---
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	229.30	82.56	122.48	257.40	126.60
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	---	38.08	---	---	---
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	317.38	158.16	233.99	328.27	173.85

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno vegetale/rip orto	7.83	1.00	7.83	---	43.55	55.59	72.92
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	61.92	48.66	73.27	84.03
[3] - Argilla limosa con intercalazio ni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	---	37.24	33.80	59.23
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	118.62	68.07	140.37	126.17

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	Terzaghi-Peck 1948	1.45
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	Terzaghi-Peck 1948	1.48
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	Terzaghi-Peck 1948	1.59

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	(A.G.I.)	0.34
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	(A.G.I.)	0.33
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	(A.G.I.)	0.34
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	(A.G.I.)	0.32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

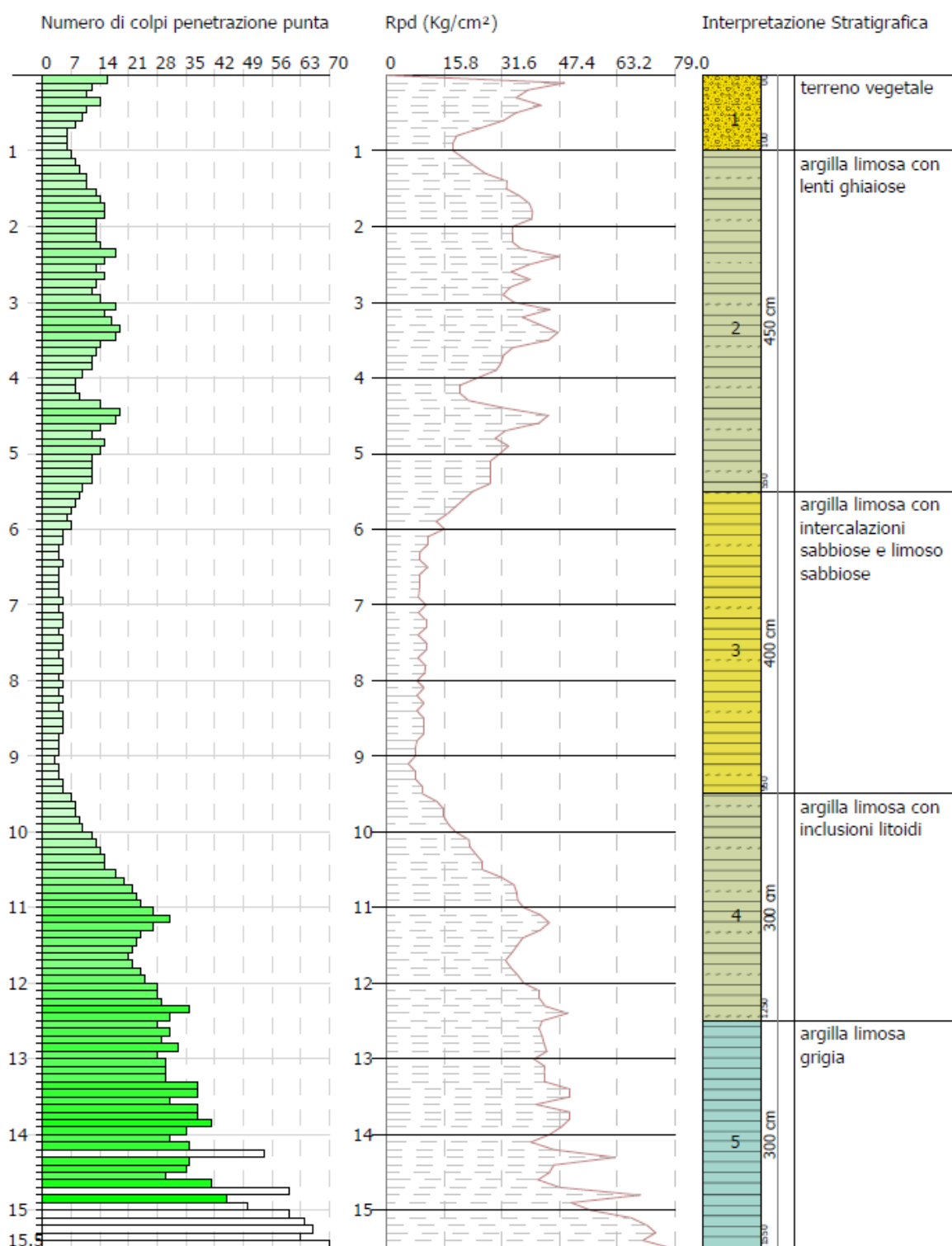
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Terreno vegetale/riporto	7.83	1.00	7.83	Robertson 1983	15.66
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	10.32	5.50	10.32	Robertson 1983	20.64
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e limose	4.76	10.50	4.76	Robertson 1983	9.52
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	19.77	12.50	19.77	Robertson 1983	39.54

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Localita': QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/2022

Scala 1:76



PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 15.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	4	0.857	12.94	15.11	0.65	0.76
0.20	16	0.805	48.63	60.44	2.43	3.02
0.30	18	0.803	54.58	68.00	2.73	3.40
0.40	14	0.801	42.35	52.89	2.12	2.64
0.50	7	0.849	22.45	26.44	1.12	1.32
0.60	8	0.847	25.60	30.22	1.28	1.51
0.70	7	0.845	22.35	26.44	1.12	1.32
0.80	7	0.843	22.30	26.44	1.12	1.32
0.90	9	0.842	27.24	32.37	1.36	1.62
1.00	8	0.840	24.16	28.77	1.21	1.44
1.10	5	0.838	15.07	17.98	0.75	0.90
1.20	5	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.30	6	0.835	18.01	21.58	0.90	1.08
1.40	6	0.833	17.97	21.58	0.90	1.08
1.50	7	0.831	20.93	25.17	1.05	1.26
1.60	8	0.830	23.87	28.77	1.19	1.44
1.70	12	0.828	35.73	43.16	1.79	2.16
1.80	14	0.776	39.09	50.35	1.95	2.52
1.90	15	0.775	39.88	51.48	1.99	2.57
2.00	15	0.773	39.80	51.48	1.99	2.57
2.10	17	0.772	45.02	58.34	2.25	2.92
2.20	14	0.770	37.00	48.05	1.85	2.40
2.30	16	0.769	42.20	54.91	2.11	2.75
2.40	11	0.817	30.85	37.75	1.54	1.89
2.50	10	0.816	27.99	34.32	1.40	1.72
2.60	9	0.814	25.15	30.89	1.26	1.54
2.70	11	0.813	30.68	37.75	1.53	1.89
2.80	11	0.811	30.63	37.75	1.53	1.89
2.90	11	0.810	29.24	36.10	1.46	1.80
3.00	12	0.809	31.85	39.38	1.59	1.97

3.10	11	0.807	29.14	36.10	1.46	1.80
3.20	10	0.806	26.45	32.82	1.32	1.64
3.30	11	0.805	29.05	36.10	1.45	1.80
3.40	11	0.803	29.00	36.10	1.45	1.80
3.50	12	0.802	31.59	39.38	1.58	1.97
3.60	12	0.801	31.54	39.38	1.58	1.97
3.70	11	0.800	28.87	36.10	1.44	1.80
3.80	11	0.798	28.82	36.10	1.44	1.80
3.90	12	0.797	30.08	37.73	1.50	1.89
4.00	10	0.796	25.03	31.44	1.25	1.57
4.10	9	0.795	22.49	28.30	1.12	1.41
4.20	9	0.794	22.46	28.30	1.12	1.41
4.30	16	0.743	37.35	50.31	1.87	2.52
4.40	16	0.741	37.30	50.31	1.86	2.52
4.50	18	0.740	41.90	56.59	2.09	2.83
4.60	23	0.689	49.84	72.31	2.49	3.62
4.70	29	0.688	62.75	91.18	3.14	4.56
4.80	32	0.637	64.10	100.61	3.20	5.03
4.90	17	0.736	37.76	51.30	1.89	2.56
5.00	14	0.735	31.05	42.25	1.55	2.11
5.10	14	0.734	31.01	42.25	1.55	2.11
5.20	12	0.783	28.35	36.21	1.42	1.81
5.30	14	0.732	30.93	42.25	1.55	2.11
5.40	15	0.731	33.09	45.26	1.65	2.26
5.50	15	0.730	33.05	45.26	1.65	2.26
5.60	14	0.729	30.80	42.25	1.54	2.11
5.70	14	0.728	30.76	42.25	1.54	2.11
5.80	18	0.727	39.50	54.32	1.98	2.72
5.90	35	0.626	63.60	101.53	3.18	5.08
6.00	35	0.625	63.51	101.53	3.18	5.08
6.10	22	0.675	43.05	63.82	2.15	3.19
6.20	12	0.774	26.93	34.81	1.35	1.74
6.30	6	0.773	13.45	17.41	0.67	0.87
6.40	12	0.772	26.87	34.81	1.34	1.74
6.50	15	0.721	31.38	43.51	1.57	2.18
6.60	56	0.570	92.65	162.45	4.63	8.12
6.70	23	0.670	44.67	66.72	2.23	3.34
6.80	15	0.719	31.27	43.51	1.56	2.18
6.90	6	0.768	12.87	16.76	0.64	0.84
7.00	5	0.767	10.71	13.96	0.54	0.70
7.10	6	0.766	12.84	16.76	0.64	0.84
7.20	6	0.766	12.83	16.76	0.64	0.84
7.30	6	0.765	12.82	16.76	0.64	0.84
7.40	5	0.764	10.67	13.96	0.53	0.70
7.50	5	0.763	10.66	13.96	0.53	0.70
7.60	6	0.763	12.78	16.76	0.64	0.84

7.70	5	0.762	10.64	13.96	0.53	0.70
7.80	5	0.761	10.63	13.96	0.53	0.70
7.90	16	0.711	30.61	43.08	1.53	2.15
8.00	60	0.560	90.46	161.56	4.52	8.08
8.10	16	0.709	30.55	43.08	1.53	2.15
8.20	17	0.709	32.43	45.77	1.62	2.29
8.30	34	0.608	55.65	91.55	2.78	4.58
8.40	172	0.557	258.08	463.13	12.90	23.16
8.50	50	0.557	74.94	134.63	3.75	6.73
8.60	11	0.756	22.39	29.62	1.12	1.48
8.70	5	0.755	10.17	13.46	0.51	0.67
8.80	4	0.755	8.13	10.77	0.41	0.54
8.90	4	0.754	7.84	10.40	0.39	0.52
9.00	4	0.753	7.83	10.40	0.39	0.52
9.10	5	0.753	9.78	13.00	0.49	0.65
9.20	4	0.752	7.82	10.40	0.39	0.52
9.30	5	0.752	9.77	13.00	0.49	0.65
9.40	5	0.751	9.76	13.00	0.49	0.65
9.50	5	0.751	9.75	13.00	0.49	0.65
9.60	5	0.750	9.75	13.00	0.49	0.65
9.70	5	0.749	9.74	13.00	0.49	0.65
9.80	7	0.749	13.62	18.19	0.68	0.91
9.90	12	0.748	22.56	30.15	1.13	1.51
10.00	6	0.748	11.27	15.07	0.56	0.75
10.10	8	0.747	15.02	20.10	0.75	1.00
10.20	8	0.747	15.00	20.10	0.75	1.00
10.30	8	0.746	14.99	20.10	0.75	1.00
10.40	9	0.746	16.86	22.61	0.84	1.13
10.50	8	0.745	14.97	20.10	0.75	1.00
10.60	8	0.744	14.96	20.10	0.75	1.00
10.70	6	0.744	11.21	15.07	0.56	0.75
10.80	7	0.743	13.07	17.59	0.65	0.88
10.90	9	0.743	16.25	21.88	0.81	1.09
11.00	12	0.742	21.65	29.17	1.08	1.46
11.10	12	0.742	21.64	29.17	1.08	1.46
11.20	11	0.741	19.82	26.74	0.99	1.34
11.30	17	0.691	28.55	41.32	1.43	2.07
11.40	16	0.690	26.85	38.89	1.34	1.94
11.50	18	0.690	30.18	43.75	1.51	2.19
11.60	17	0.689	28.48	41.32	1.42	2.07
11.70	17	0.689	28.46	41.32	1.42	2.07
11.80	18	0.688	30.11	43.75	1.51	2.19
11.90	20	0.688	32.38	47.09	1.62	2.35
12.00	20	0.687	32.36	47.09	1.62	2.35
12.10	19	0.687	30.72	44.74	1.54	2.24
12.20	20	0.686	32.31	47.09	1.62	2.35

12.30	20	0.686	32.29	47.09	1.61	2.35
12.40	20	0.685	32.26	47.09	1.61	2.35
12.50	20	0.685	32.24	47.09	1.61	2.35
12.60	20	0.684	32.22	47.09	1.61	2.35
12.70	22	0.634	32.82	51.80	1.64	2.59
12.80	22	0.633	32.80	51.80	1.64	2.59
12.90	23	0.633	33.22	52.50	1.66	2.63
13.00	22	0.632	31.75	50.22	1.59	2.51
13.10	24	0.632	34.60	54.79	1.73	2.74
13.20	25	0.631	36.02	57.07	1.80	2.85
13.30	25	0.631	35.99	57.07	1.80	2.85
13.40	27	0.630	38.83	61.64	1.94	3.08
13.50	27	0.629	38.80	61.64	1.94	3.08
13.60	24	0.629	34.46	54.79	1.72	2.74
13.70	26	0.628	37.30	59.35	1.86	2.97
13.80	28	0.628	40.13	63.92	2.01	3.20
13.90	30	0.627	41.69	66.46	2.08	3.32
14.00	21	0.627	29.16	46.52	1.46	2.33
14.10	45	0.526	52.46	99.69	2.62	4.98
14.20	43	0.526	50.08	95.26	2.50	4.76
14.30	31	0.575	39.50	68.68	1.97	3.43
14.40	29	0.625	40.13	64.25	2.01	3.21
14.50	28	0.624	38.71	62.03	1.94	3.10
14.60	36	0.573	45.74	79.75	2.29	3.99
14.70	34	0.573	43.15	75.32	2.16	3.77
14.80	24	0.622	33.09	53.17	1.65	2.66
14.90	25	0.622	33.45	53.80	1.67	2.69
15.00	27	0.621	36.09	58.10	1.80	2.90
15.10	29	0.621	38.72	62.40	1.94	3.12
15.20	31	0.570	38.02	66.71	1.90	3.34
15.30	34	0.569	41.65	73.16	2.08	3.66
15.40	33	0.569	40.38	71.01	2.02	3.55
15.50	40	0.518	44.59	86.07	2.23	4.30
15.60	36	0.567	43.96	77.47	2.20	3.87
15.70	120	0.517	133.45	258.22	6.67	12.91
15.80	130	0.516	144.39	279.74	7.22	13.99

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	13	49.11	Incoerente - coesivo	0	1.97	2.17	0.04	0.78	10.18	riporto
5.8	12.43	40.71	Incoerente - coesivo	0	1.96	2.16	0.61	0.78	9.73	argilla limosa con lenti ghiaiose
11.2	15.63	42.51	Incoerente - coesivo	0	2.02	2.22	1.68	0.78	12.24	argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose
12.5	18.62	44.43	Incoerente - coesivo	0	2.06	2.27	2.36	0.78	14.58	argilla limosa con inclusioni litoidi
15.8	34.58	76.41	Coesivo	0	2.13	2.28	2.85	0.78	27.08	argilla limosa grigia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI

 Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi- Peck	Sangl erat	Terza ghi- Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schm ertma nn 1975	SUN DA (1983) Benas si e Vanne lli	Fletch er (1965) Argill a di Chica go	Houst on (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - riport o	10.18	0.40	0.69	1.27	0.50 - 1.00	0.41	1.00	1.47	0.90	1.21	0.51	1.76	1.27
[2] - argilla limos a con lenti ghiaio se	9.73	5.80	0.66	1.22	0.50 - 1.00	0.39	0.96	1.22	0.86	1.18	0.49	0.93	1.22
[3] - argilla limos a con interc alazio ni sabbio se e ghiaio se	12.24	11.20	0.83	1.53	0.50 - 1.00	0.49	1.20	1.28	1.07	1.39	0.61	0.57	1.53
[4] - argilla limos a con inclus ioni litoidi	14.58	12.50	0.98	1.82	0.50 - 1.00	0.58	1.44	1.33	1.27	1.59	0.73	0.76	1.82
[5] - argilla limos a grigia	27.08	15.80	1.83	3.39	1.00 - 2.00	1.03	2.69	2.29	2.23	2.78	1.35	2.43	3.39

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - riporto	10.18	0.40	Robertson (1983)	20.36
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	Robertson (1983)	19.46
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	Robertson (1983)	24.48
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	Robertson (1983)	29.16
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	Robertson (1983)	54.16

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - riporto	10.18	0.40	46.71	--	105.62	101.80
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	44.64	--	101.03	121.63
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	56.16	--	126.63	122.40
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	66.89	--	150.50	145.80
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	124.24	--	277.99	270.80

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - riporto	10.18	0.40	96.67	101.80
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	91.50	97.30
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	120.36	122.40

[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	147.27	145.80
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	291.02	270.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - riporto	10.18	0.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - riporto	10.18	0.40	Meyerhof	1.97
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	Meyerhof	1.96
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	Meyerhof	2.02
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	Meyerhof	2.06
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	Meyerhof	2.13

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - riporto	10.18	0.40	Meyerhof	2.17
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	Meyerhof	2.16
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	Meyerhof	2.22

[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	Meyerhof	2.27
[5] - argilla limosa grigia	27.08	15.80	Meyerhof	2.28

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - riporto	10.18	0.40	40.9	77.92	100	33.39
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	29.17	57.28	57.85	32.39
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	22.32	47.6	49.45	37.73
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	20.75	45.83	49.19	42.25

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	29.91	22.91	30.85	35.78	33.74	38.91	<30	27.36	30.05	27.65	29.27
[2] - argilla limosa con	9.73	5.80	9.73	29.78	22.78	30.72	29.77	33.57	0	<30	27.08	29.92	25.32	28.95

lenti ghiaiose														
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	30.5	23.5	31.43	27.93	34.5	34.66	30-32	28.55	30.67	22.1	30.65
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	31.17	24.17	32.08	27.47	35.33	34.42	30-32	29.79	31.37	20.18	32.08

 Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	227.74	81.44	120.82	256.35	125.90
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	---	77.84	115.51	---	---
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	249.72	97.92	145.13	271.80	136.20
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	272.55	116.64	172.74	289.35	147.90

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	61.08	48.37	72.28	83.40
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	---	47.45	69.08	81.40
[3] - argilla limosa con intercalazio ni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	73.44	52.61	86.90	92.59
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	87.48	57.41	103.52	103.03

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	Terzaghi-Peck 1948	1.48

[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	Terzaghi-Peck 1948	1.47
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	Terzaghi-Peck 1948	1.51
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	Terzaghi-Peck 1948	1.53

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	Terzaghi-Peck 1948	1.94
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	Terzaghi-Peck 1948	1.95

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	(A.G.I.)	0.33
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	(A.G.I.)	0.33
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	(A.G.I.)	0.33
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	(A.G.I.)	0.33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

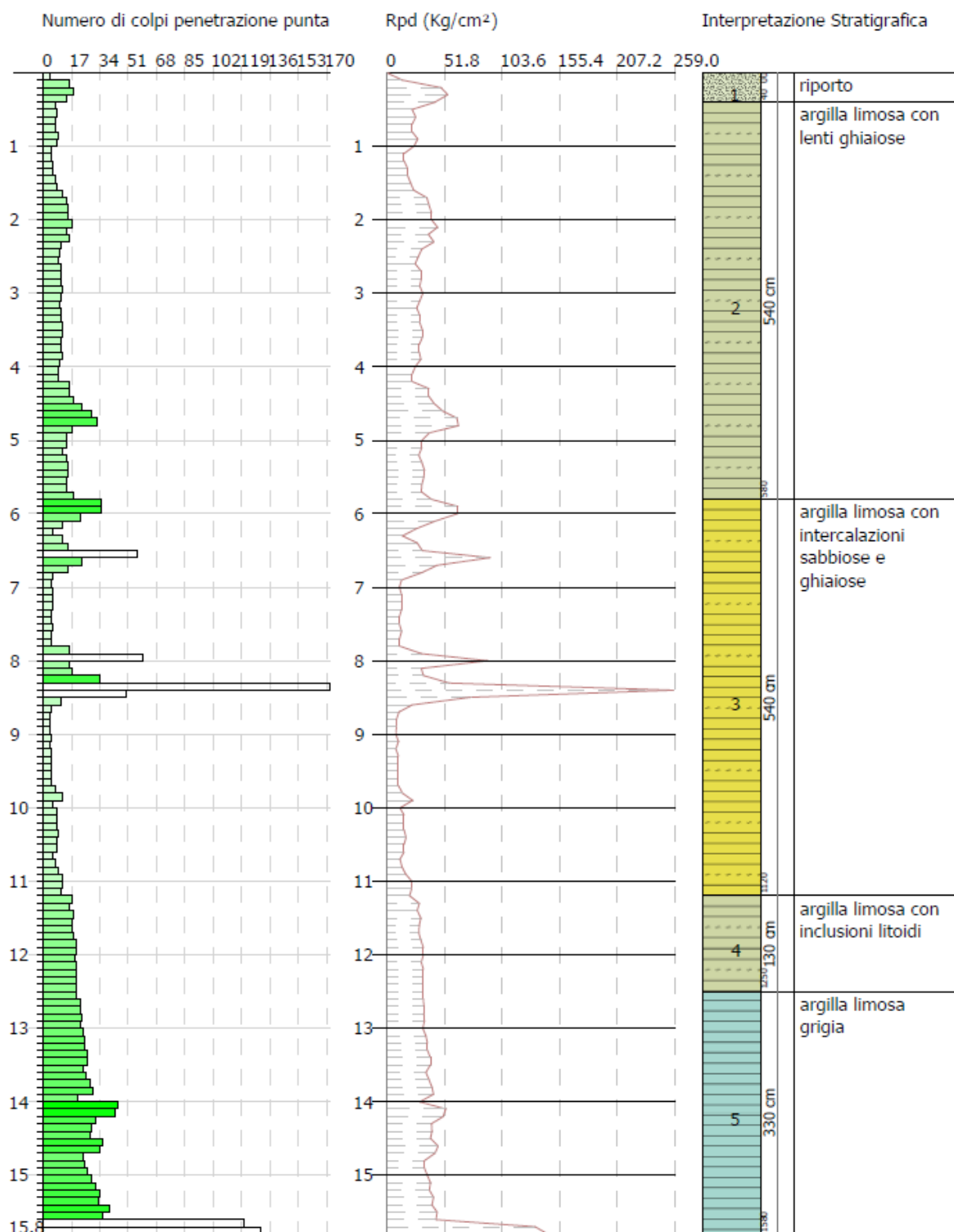
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - riporto	10.18	0.40	10.18	Robertson 1983	20.36
[2] - argilla limosa con lenti ghiaiose	9.73	5.80	9.73	Robertson 1983	19.46
[3] - argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	12.24	11.20	12.24	Robertson 1983	24.48
[4] - argilla limosa con inclusioni litoidi	14.58	12.50	14.58	Robertson 1983	29.16

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Localita': QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/2022

Scala 1:78



PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03/11/2022

Profondita' prova 11.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	8	0.857	25.89	30.22	1.29	1.51
0.20	14	0.805	42.55	52.89	2.13	2.64
0.30	31	0.703	82.29	117.10	4.11	5.86
0.40	25	0.751	70.90	94.44	3.55	4.72
0.50	19	0.799	57.34	71.77	2.87	3.59
0.60	14	0.797	42.15	52.89	2.11	2.64
0.70	13	0.795	39.05	49.11	1.95	2.46
0.80	12	0.843	38.23	45.33	1.91	2.27
0.90	15	0.792	42.70	53.95	2.14	2.70
1.00	15	0.790	42.60	53.95	2.13	2.70
1.10	12	0.838	36.17	43.16	1.81	2.16
1.20	11	0.836	33.08	39.56	1.65	1.98
1.30	12	0.835	36.02	43.16	1.80	2.16
1.40	14	0.783	39.42	50.35	1.97	2.52
1.50	14	0.781	39.33	50.35	1.97	2.52
1.60	13	0.780	36.45	46.75	1.82	2.34
1.70	14	0.778	39.17	50.35	1.96	2.52
1.80	15	0.776	41.88	53.95	2.09	2.70
1.90	15	0.775	39.88	51.48	1.99	2.57
2.00	17	0.773	45.11	58.34	2.26	2.92
2.10	18	0.772	47.67	61.77	2.38	3.09
2.20	20	0.770	52.86	68.64	2.64	3.43
2.30	20	0.769	52.76	68.64	2.64	3.43
2.40	18	0.767	47.39	61.77	2.37	3.09
2.50	16	0.766	42.04	54.91	2.10	2.75
2.60	16	0.764	41.96	54.91	2.10	2.75
2.70	13	0.763	34.03	44.61	1.70	2.23
2.80	13	0.761	33.97	44.61	1.70	2.23
2.90	14	0.760	34.92	45.94	1.75	2.30
3.00	15	0.759	37.35	49.23	1.87	2.46

3.10	14	0.757	34.79	45.94	1.74	2.30
3.20	12	0.806	31.74	39.38	1.59	1.97
3.30	12	0.805	31.69	39.38	1.58	1.97
3.40	13	0.753	32.14	42.66	1.61	2.13
3.50	13	0.752	32.09	42.66	1.60	2.13
3.60	12	0.801	31.54	39.38	1.58	1.97
3.70	13	0.750	31.98	42.66	1.60	2.13
3.80	11	0.798	28.82	36.10	1.44	1.80
3.90	10	0.797	25.07	31.44	1.25	1.57
4.00	10	0.796	25.03	31.44	1.25	1.57
4.10	8	0.795	19.99	25.15	1.00	1.26
4.20	8	0.794	19.96	25.15	1.00	1.26
4.30	11	0.793	27.41	34.59	1.37	1.73
4.40	14	0.741	32.64	44.02	1.63	2.20
4.50	16	0.740	37.24	50.31	1.86	2.52
4.60	21	0.689	45.51	66.03	2.28	3.30
4.70	30	0.688	64.91	94.32	3.25	4.72
4.80	29	0.687	62.65	91.18	3.13	4.56
4.90	15	0.736	33.32	45.26	1.67	2.26
5.00	11	0.785	26.06	33.19	1.30	1.66
5.10	11	0.784	26.02	33.19	1.30	1.66
5.20	13	0.733	28.75	39.23	1.44	1.96
5.30	13	0.732	28.72	39.23	1.44	1.96
5.40	12	0.781	28.28	36.21	1.41	1.81
5.50	12	0.780	28.25	36.21	1.41	1.81
5.60	12	0.779	28.21	36.21	1.41	1.81
5.70	12	0.778	28.18	36.21	1.41	1.81
5.80	13	0.727	28.53	39.23	1.43	1.96
5.90	15	0.726	31.61	43.51	1.58	2.18
6.00	10	0.775	22.50	29.01	1.12	1.45
6.10	35	0.625	63.42	101.53	3.17	5.08
6.20	56	0.574	93.20	162.45	4.66	8.12
6.30	66	0.573	109.68	191.46	5.48	9.57
6.40	68	0.572	112.84	197.26	5.64	9.86
6.50	130	0.571	215.40	377.12	10.77	18.86
6.60	197	0.570	325.94	571.47	16.30	28.57
6.70	177	0.570	292.44	513.46	14.62	25.67
6.80	43	0.569	70.94	124.74	3.55	6.24
6.90	11	0.768	23.59	30.72	1.18	1.54
7.00	6	0.767	12.86	16.76	0.64	0.84
7.10	5	0.766	10.70	13.96	0.54	0.70
7.20	6	0.766	12.83	16.76	0.64	0.84
7.30	6	0.765	12.82	16.76	0.64	0.84
7.40	7	0.764	14.94	19.55	0.75	0.98
7.50	6	0.763	12.79	16.76	0.64	0.84
7.60	6	0.763	12.78	16.76	0.64	0.84

7.70	6	0.762	12.77	16.76	0.64	0.84
7.80	14	0.711	27.81	39.10	1.39	1.96
7.90	30	0.661	53.36	80.78	2.67	4.04
8.00	24	0.660	42.64	64.62	2.13	3.23
8.10	11	0.759	22.49	29.62	1.12	1.48
8.20	47	0.559	70.69	126.55	3.53	6.33
8.30	34	0.608	55.65	91.55	2.78	4.58
8.40	44	0.557	66.02	118.47	3.30	5.92
8.50	42	0.557	62.95	113.09	3.15	5.65
8.60	15	0.706	28.51	40.39	1.43	2.02
8.70	5	0.755	10.17	13.46	0.51	0.67
8.80	6	0.755	12.19	16.16	0.61	0.81
8.90	6	0.754	11.76	15.60	0.59	0.78
9.00	7	0.753	13.71	18.19	0.69	0.91
9.10	7	0.753	13.70	18.19	0.68	0.91
9.20	8	0.752	15.64	20.79	0.78	1.04
9.30	8	0.752	15.63	20.79	0.78	1.04
9.40	7	0.751	13.67	18.19	0.68	0.91
9.50	8	0.751	15.61	20.79	0.78	1.04
9.60	6	0.750	11.70	15.60	0.58	0.78
9.70	7	0.749	13.63	18.19	0.68	0.91
9.80	7	0.749	13.62	18.19	0.68	0.91
9.90	7	0.748	13.16	17.59	0.66	0.88
10.00	7	0.748	13.15	17.59	0.66	0.88
10.10	8	0.747	15.02	20.10	0.75	1.00
10.20	8	0.747	15.00	20.10	0.75	1.00
10.30	9	0.746	16.87	22.61	0.84	1.13
10.40	10	0.746	18.73	25.12	0.94	1.26
10.50	11	0.745	20.59	27.63	1.03	1.38
10.60	10	0.744	18.70	25.12	0.94	1.26
10.70	12	0.744	22.43	30.15	1.12	1.51
10.80	12	0.743	22.41	30.15	1.12	1.51
10.90	13	0.693	21.89	31.60	1.09	1.58
11.00	15	0.692	25.24	36.46	1.26	1.82
11.10	16	0.692	26.91	38.89	1.35	1.94
11.20	200	0.541	263.16	486.16	13.16	24.31

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.5	19.4	73.28	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	0.05	0.78	15.19	Terreno vegetale /Soddofondo piazzali
6	14.09	46.66	Incoerente - coesivo	0	2.0	2.2	0.65	0.78	11.03	Argilla limosa con lenti ghiaiose
8.6	42	119.56	Incoerente - coesivo	0	2.22	2.47	1.49	0.78	32.89	Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Terreno vegetale /Soddofondo piazzali	15.19	0.50	1.03	1.90	1.00 - 2.00	0.60	1.50	2.20	1.32	1.64	0.76	2.64	1.90
[2] - Argilla limosa	11.03	6.00	0.75	1.38	0.50 - 1.00	0.44	1.08	1.40	0.97	1.29	0.55	1.11	1.38

con lenti ghiaiose													
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	2.22	4.11	0.00	1.22	3.27	3.59	2.63	3.40	1.65	4.51	4.11

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Terreno vegetale/Soddo fondo o piazzali	15.19	0.50	Robertson (1983)	30.38
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	Robertson (1983)	22.06
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	Robertson (1983)	65.78

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Terreno vegetale/Soddo fondo o piazzali	15.19	0.50	69.69	--	156.72	151.90
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	50.61	--	114.29	110.30
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	150.90	--	337.25	328.90

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	154.29	151.90
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	106.45	110.30
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	357.84	328.90

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	Meyerhof	2.07
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	Meyerhof	2.00
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	Meyerhof	2.22

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	Meyerhof	2.28
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	Meyerhof	2.20

[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	Meyerhof	2.47
---	-------	------	----------	------

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno vegetale/Sod do fondo piazzali	15.19	0.50	49.94	94.4	100	43.36
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	31.04	59.95	60.28	35.22
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	44.47	81.34	81.85	66.31

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Terreno vegetale/Soddo fondo piazzali	15.19	0.50	15.19	31.34	24.34	32.25	35.84	35.53	41.22	30-32	30.09	31.56	29.12	32.43
[2] - Argilla	11.03	6.00	11.03	30.15	23.15	31.09	29.81	34.06	36.39	<30	27.86	30.31	25.62	29.85

a limosa con lenticchie ghiaiose														
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	36.4	29.4	37.21	29.79	40.27	39.39	32-35	37.21	36.87	26.57	40.65

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno vegetale/Soddisfatto o piazzali	15.19	0.50	15.19	278.20	121.52	179.94	293.92	150.95
[2] - Argilla limosa con lenticchie ghiaiose	11.03	6.00	11.03	237.06	88.24	130.85	262.73	130.15
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	409.36	263.12	388.80	426.67	239.45

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	15.19	91.14	58.67	107.85	105.75
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	66.18	50.12	78.31	87.19
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	197.34	95.02	233.52	184.69

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	15.19	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' di Volume (t/m³)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzali	15.19	0.50	15.19	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	Terzaghi-Peck 1948	1.49
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	Terzaghi-Peck 1948	1.72

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (t/m³)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzi	15.19	0.50	15.19	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	Terzaghi-Peck 1948	2.07

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzi	15.19	0.50	15.19	(A.G.I.)	0.32
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	(A.G.I.)	0.33
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	(A.G.I.)	0.29

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

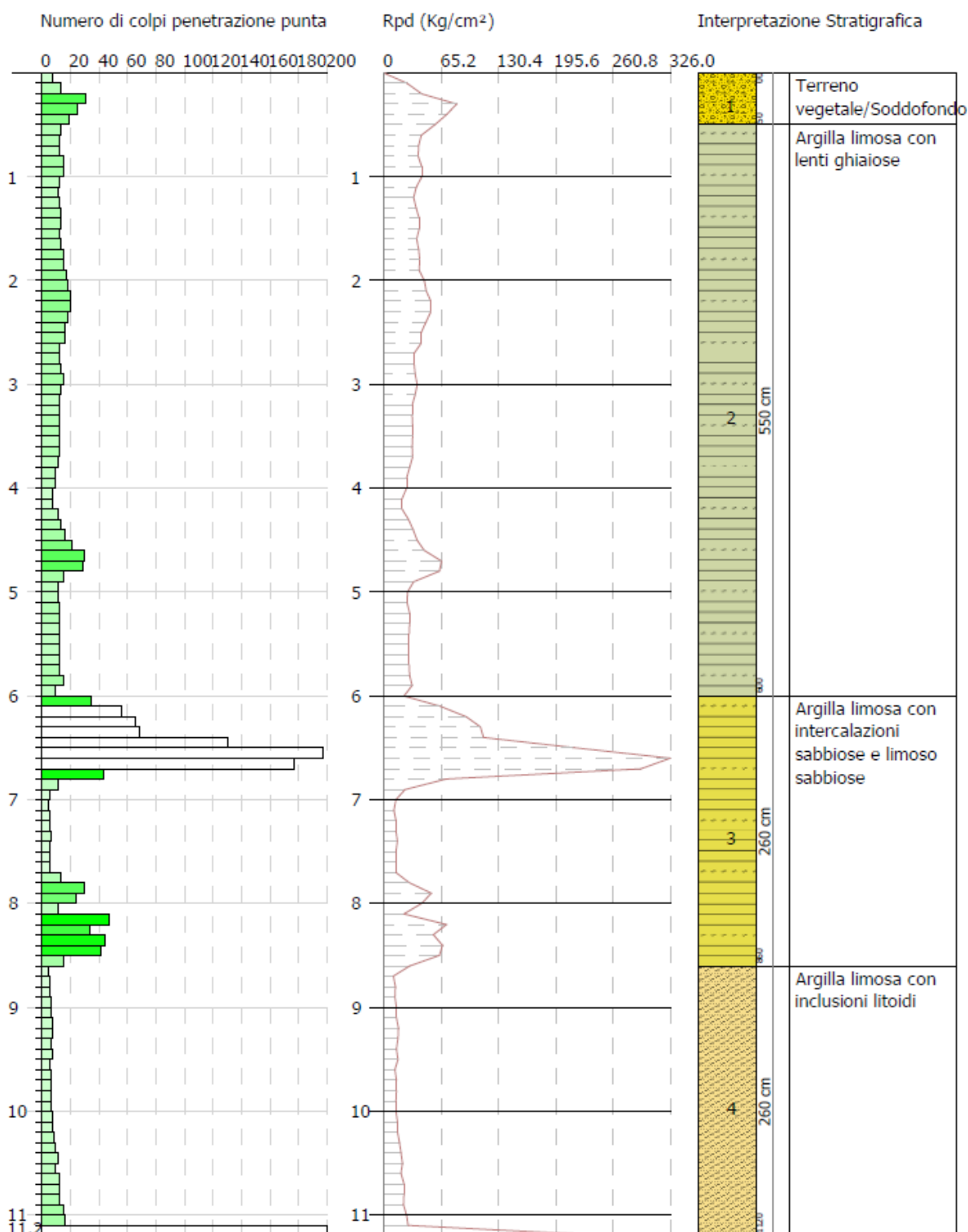
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale/Soddofondo piazzi	15.19	0.50	15.19	Robertson 1983	30.38
[2] - Argilla limosa con lenti ghiaiose	11.03	6.00	11.03	Robertson 1983	22.06
[3] - Argilla limosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose	32.89	8.60	32.89	Robertson 1983	65.78

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: COMUNE DI TERNI
Descrizione: RISTRUTTURAZIONE EX ASILO GRILLO PARLANTE
Località: QUARTIERE ITALIA - TERNI

03/11/202

Scala 1:5



PROVA ...S1

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 18/11/2022

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi
3.65	14
3.80	17
3.95	11
6.65	3
6.80	4
6.95	7

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

TERRENI COESIVI

 Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglierat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983)	Fletcher (1965)	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Argille limose	28	3.95	1.89	3.50	1.00 - 2.00	1.06	2.78	0.00	2.29	2.88	1.40	4.40	3.50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Argille limose	28	3.95	Robertson (1983)	56.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - Argille limose	28	3.95	128.46	--	287.38	280.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Argille limose	28	3.95	301.60	280.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argille limose	28	3.95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Argille limose	28	3.95	Meyerhof	2.14

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Argille limose	28	3.95	Meyerhof	2.31

TERRENI INCOERENTI
Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Sabbie limose	11	6.95	22.98	48.41	49.59	35.16

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thorn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977)	Mitchell & Katti (1981)	Shioini (1982) (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	30.14	23.14	31.08	28.2	34.05	34.78	<30	27.85	30.3	22.89	29.83

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	236.74	88.00	130.50	262.50	130.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	66.00	50.06	78.10	87.06

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	Terzaghi-Peck 1948	1.49

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	Terzaghi-Peck 1948	1.93

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11	(A.G.I.)	0.33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Sabbie limose	11	6.95	11		---

RELAZIONE INDAGINE SISMICA MASW

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Ai fini della determinazione della categoria di sottosuolo, è stata eseguita la presente indagine sismica sui terreni siti oggetto d'intervento. La velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) nel sottosuolo nei primi 30 metri di profondità (V_{s30}) è stata determinata in ottemperanza a quanto disposto dalla recente normativa antisismica D.M. 17/01/2018. A tal fine è stata eseguita una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

L'esito dello studio condotto è illustrato in dettaglio qui di seguito.

1. METODOLOGIA MASW - CENNI TEORICI

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s , a partire dall'analisi delle onde superficiali di Rayleigh registrate da un array di sensori sismici (geofoni) installati sulla superficie del suolo.

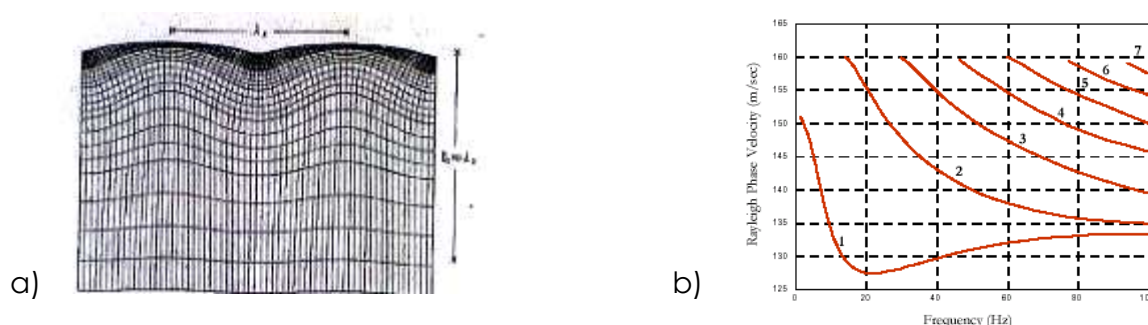


Figura 1 – a) Propagazione di un'onda superficiale di Rayleigh; b) Relazione di dispersione multimodale per un mezzo verticalmente eterogeneo (da Lai, 1998).

Le onde superficiali di Rayleigh (R) sono prodotte dall'accoppiamento di un'onda di volume compressiva P con un'onda di volume di taglio S polarizzata sul piano verticale (SV), entrambe con propagazione attraverso una superficie. Le onde di Rayleigh provocano un moto delle particelle su traiettorie ellittiche esclusivamente sul piano radiale (Fig. 1a), e la velocità di propagazione (o velocità di fase) è inferiore rispetto alle onde S, e decade esponenzialmente con la profondità, divenendo trascurabile a profondità maggiori della lunghezza d'onda: onde con piccola lunghezza campionano quindi il sottosuolo a minori profondità mentre all'aumentare della lunghezza d'onda aumenta anche la velocità di fase. Questa dipendenza della velocità di fase (V_f) dalla lunghezza d'onda (λ) e dalla

frequenza f ($V_f = \lambda f$) rappresenta la caratteristica 'dispersiva' tipica delle onde superficiali di Rayleigh (R), e il plot di questa relazione è la curva di dispersione. Si ricorda che tale caratteristica non è osservabile nelle onde di volume (S e P). La propagazione del campo d'onda avviene anche secondo diversi modi: mentre il modo fondamentale si riconosce a tutte le frequenze, i modi maggiori si riconoscono solo sotto alcune frequenze di cut-off, il valore del quale aumenta con l'ordine del modo (Fig. 1b).

2. STRUMENTAZIONE E MODALITA' OPERATIVE

La strumentazione sismica è costituita dal sismografo DoReMi prodotto dalla ditta **SARA Instruments**. La catena strumentale utilizzata per l'acquisizione dei dati (Fig.2) è composta da:

- **Sistema energizzante** - Il campo d'onda è generato da un impulso impartito mediante una massa del peso di 8 Kg, battente su una piastra metallica posta ad una distanza (offset) di 2,0 metri dal primo e dall'ultimo geofono ricevente. Per aumentare il rapporto segnale/rumore, per ognuna delle due disposizioni sono stati effettuati 4 shots, i cui segnali registrati sono stati mediati quindi analizzati.



Figura 2 – Catena strumentale

- **Trigger** - circuito elettrico chiuso mediante un geofono starter nell'istante in cui il sistema energizzante colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione;
- **Sistema di ricezione** – uno stendimento lineare (o array) di 24 metri composto da 12 geofoni verticali collegati da un cavo bipolare, con frequenza propria di 4,5 Hz e distanza intergeofonica di 1,5 metri. Per simulare la presenza di 24 geofoni spaziati un metro, gli shots sono stati eseguiti in due punti rispettivamente a 3 e 1,5 metri di distanza sia dal primo che dall'ultimo geofono ricevente.

La distanza intergeofonica indicativamente rappresenta lo spessore minimo della

discontinuità rilevabile. La profondità massima di penetrazione, diversamente dalla sismica a rifrazione tradizionale, è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e le sue frequenze; quindi, non dipende dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafia del terreno investigato. L'accoppiamento dei sensori con il terreno è garantito da un apposito piedistallo (Fig. 3). La conversione analogico/digitale del segnale avviene prima della trasmissione al cavo ed all'interfaccia (rappresentata da pc), garantendo un'efficace eliminazione dei problemi di rumore strumentale. Il segnale è stato acquisito con frequenza di campionamento 5000 Hz e lunghezza di registrazione pari a 2 s.



Figura 3 – Particolare del sensore ed accoppiamento col terreno e sistema energizzante.

Dinamica del sistema	
Risoluzione con guadagno 10x	7.600 μ V
Risoluzione con guadagno 1000x	0.076 μ V
Dinamica di base	96 dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore	80 dB
Signal to Noise ratio RMS fra 0.5 e 30 Hz	>90 dB
Full range a 10x	0.5 V p-p
Dinamica totale teorica	155 dB
Dinamica totale senza postprocessing	> 127 dB
Dinamica totale in postprocessing	>140 dB
Convertitore A/D	
Tipologia	SAR
Risoluzione	16 bit
Dinamica	96 dB

3. ELABORAZIONE DATI

Per ricavare la curva di dispersione (modo fondamentale e/o modi superiori) dalla registrazione delle onde superficiali impresse dalla massa battente, e, determinare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio), è stato utilizzato il software Easy MASW (www.geostru.eu). Di seguito si riporta il segnale registrato dall'array di acquisizione.

Traccia MASW

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1,5
Periodo di campionamento [msec]	0,20

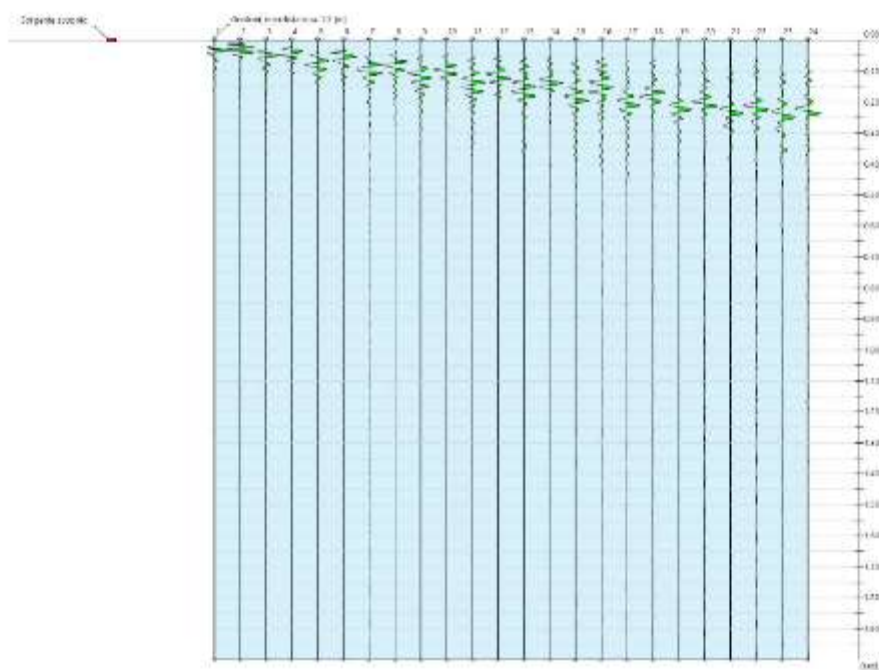


Figura 4 – Segnale registrato dall'array di acquisizione.

Nella figura 5 si riporta il grafico spettro-velocità dal quale è possibile estrarre la curva di dispersione.

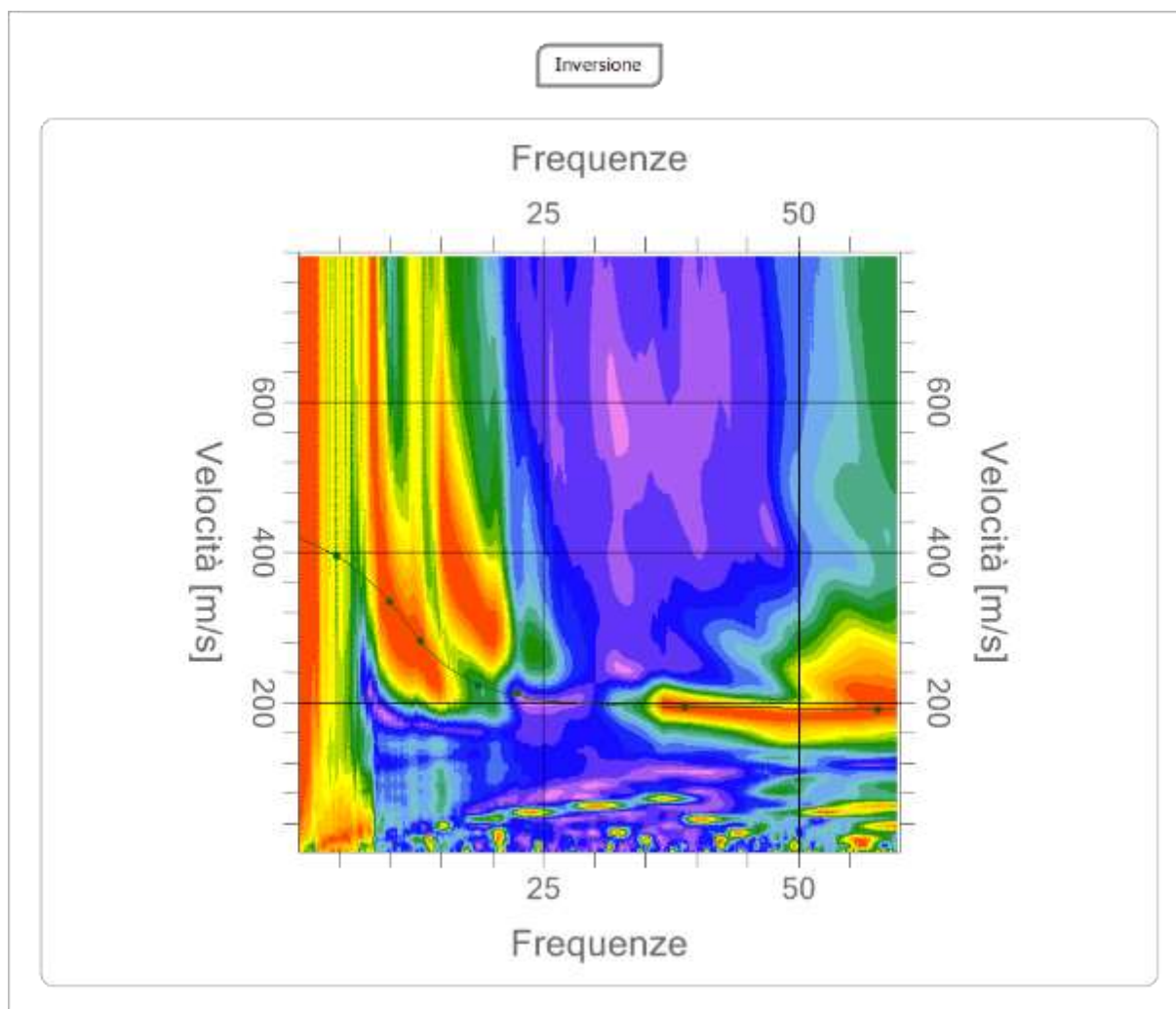


Figura 5 – Curva di dispersione

Il calcolo della curva di dispersione è effettuato mediante analisi f-k, realizzando spettri f-k a diversi intervalli di frequenza, e ripetendo il calcolo per tutti i range contenuti nei segnali acquisiti.

La curva di dispersione viene quindi invertita per la determinazione del profilo di velocità mediante l'algoritmo di inversione "neighbourhoodalgorithm" (Sambridge, 1999, implementato da Wathelet, 2005) che si basa su:

Decomposizione dello spazio dei parametri (V_s , V_p , spessori e densità) fornito dall'operatore all'inizio del processo di inversione come ranges di variazione;

Generazione di diversi modelli, per ognuno dei quali è calcolata una curva di dispersione sintetica;

Confronto della curva sintetica con la curva sperimentale.

Ad ogni iterazione l'algoritmo campiona lo spazio dei parametri dove il fit tra il modello ed i dati è migliore, minimizzando progressivamente la funzione di errore. L'errore è dato dal misfit, calcolato come differenza quadratica media tra la velocità della curva dati x_{dt} alla frequenza f_t , e la velocità del modello x_{ct} alla stessa frequenza:

$$misfit = \sqrt{\sum_{t=1}^N \frac{(x_{dt} - x_{ct})^2}{\sigma_t^2 N}}$$

Eq.1

in cui N è il numero di campioni e σ_t è l'incertezza del campione di frequenza considerato (SESAME del.24-13).

In questo modo si ottiene un profilo verticale delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento realizzato in superficie, ed il valore del parametro $V_{S,eq}$ è calcolato utilizzando la seguente formula:

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

Eq.2

H: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/s.

h_i : spessore dell'i-esimo strato

$V_{S,i}$: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

4. RISULTATI

In Figura 6 si riporta il profilo verticale delle **Vs** relativo al modello ricostruito, ed ottenuto applicando la procedura di inversione alle curve di dispersione.

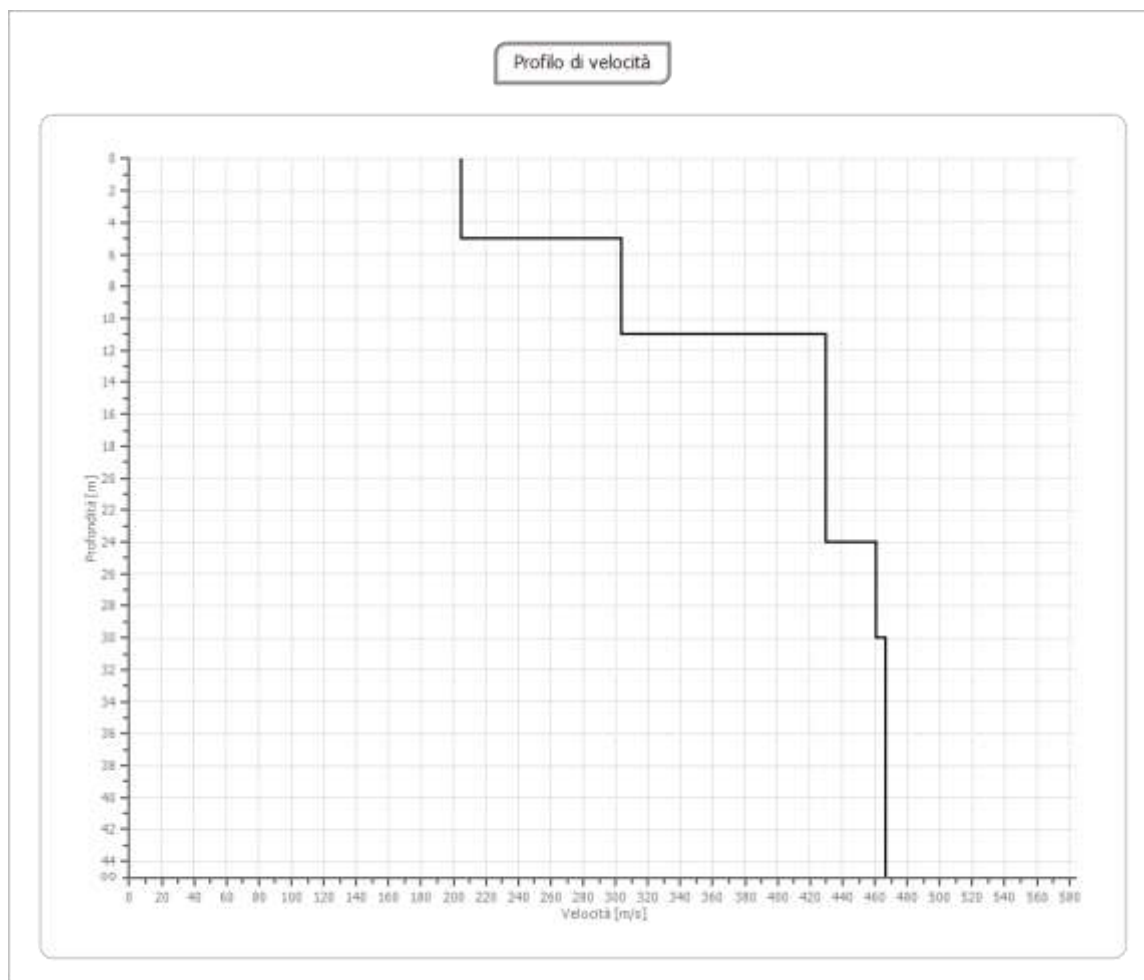


Figura 6 – Profilo verticale delle **Vs** relativo al modello ricostruito.

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1700.0	0.38	No	465.5	204.8
2		11.00	6.00	1800.0	0.35	No	632.0	303.6
3		24.00	13.00	2000.0	0.28	No	777.4	429.7
4		30.00	6.00	2100.0	0.25	No	798.4	460.9
5		oo	oo	2200.0	0.25	No	808.1	466.6

Figura 7 – Modello sismo-stratigrafico ricostruito

Il profilo verticale delle onde S è mostrato in Figura 6 ed è costituito da 5 sismo-strati con velocità Vs complessivamente in aumento con la profondità. Inoltre, in Figura 8 si riporta una stima approssimativa della velocità delle onde primarie (Vp) e altri parametri.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficient e Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	5.00	5.00	204.81	465.53	1700.00	0.38	71.31	368.42	273.34	196.81
2	11.00	6.00	303.61	632.01	1800.00	0.35	165.92	718.99	497.76	447.99
3	24.00	13.00	429.75	777.44	2000.00	0.28	369.37	1208.84	716.35	945.58
4	30.00	6.00	460.93	798.36	2100.00	0.25	446.17	1338.50	743.61	1115.42
5	oo	oo	466.56	808.10	2200.00	0.25	478.89	1436.66	798.14	1197.22

Figura 8 - Modello sismo stratigrafico, Vp, densità e moduli elastici (G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young).

5. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Il profilo verticale delle onde S ottenuto è costituito da 5 sismo-strati. Il parametro Vs30 è stato calcolato sul profilo di velocità utilizzando l'Eq.2. Il valore corrispondente è riportato nella seguente tabella, unitamente alla rispettiva classe definita secondo le NTC 17/01/2018:

Risultati

Vs,eq [m/sec]	343,08
Categoria del suolo	C

Per il caso in esame, utilizzando i valori del modello di velocità delle onde di taglio, la velocità media Vseq finale ottenuta è pari a 343,08 m/s, collocando tali terreni nella classe di Tipo C definita come “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.



Foto esecuzione stendimento sismico MASW.

RELAZIONE HVSR

**Progetto di ristrutturazione dell'asilo Grillo Parlante sito in
Via Renato Botondi n°14 Terni.**

Committente:

COMUNE DI TERNI

TERNI – Piazza M. Ridolfi, 1
C.F./P.IVA 00175660554

PREMESSA

Le indagini sono consistite nell'approntamento di una stazione puntuale effettuando l'acquisizione tramite il sensore SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors).

Come sorgente di energia è stata utilizzato il rumore sismico di fondo; la successiva elaborazione è avvenuta mediante i software: GeoExplorer® Sara Instruments e Geopsy.

NOTE TEORICHE

Principi, scopi e limiti del metodo HVSR.

Il metodo HVSR è stato sviluppato in Giappone negli anni '70 e diffuso alla fine degli anni '80 da Nakamura. Consiste nel calcolo del rapporto (indicato come H/V) della media delle componenti orizzontali con la componente verticale dello spettro di Fourier del rumore ambientale registrato da un sensore a tre componenti e un digitalizzatore di segnale.

Le onde superficiali sono le protagoniste nel campo di rumore ambientale, ed hanno come caratteristiche: l'ellitticità, ovvero la differenza tra le ampiezze orizzontali e verticali del moto in funzione della frequenza (l'ellitticità è massima in corrispondenza della frequenza di risonanza delle onde S), e la dispersione, ovvero le variazioni di velocità di propagazione delle onde in funzione della frequenza di vibrazione (fig. 1).

Il risultato dell'elaborazione, mediante specifici software, consiste nel mostrare l'andamento del rapporto H/V per ogni frequenza di interesse ingegneristico (tipicamente 0,2 – 40 Hz) e mostra il massimo od i massimi di tale rapporto intorno alla frequenza fondamentale di sito e modi superiori. L'ampiezza del picco del rapporto H/V non fornisce un valore esatto dell'amplificazione del moto del suolo, ma è comunque proporzionale (non lineare): maggiore è il valore del picco misurato e maggiore sarà l'amplificazione sismica attesa (fig. 2). Il massimo del rapporto H/V misurato è dovuto generalmente al contrasto di impedenza tra il bedrock sismico e la copertura sovrastante e maggiore è il contrasto e maggiore sarà l'ampiezza del picco (fig. 3). Tuttavia può accadere che interfacce più rigide dal punto di vista sismico all'interno delle formazioni sedimentarie possano generare picchi del rapporto spettrale che non si riferiscono quindi al contrasto tra bedrock e coperture. Effetti di sito 2D e 3D come vicinanza ai bordi di bacino, la presenza di valli strette, vicinanza di alberi ed edifici eccetera possono dominare il pattern di risonanza e quindi condurre forti errori di valutazione in un modello di inversione 1D. Il rapporto spettrale H/V non può dunque essere invertito da solo in un profilo di velocità delle onde di taglio, ma solo dopo l'integrazione con altre prove geofisiche e la conoscenza della struttura geologica investigata. Infatti un'onda che viaggia da un mezzo ad un altro viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. Nel caso di un modello a due strati omogenei ed isotropi con contrasto di impedenza si ha che la frequenza fondamentale f_0 relativa alle onde S è legata alla velocità V_s dello strato a minore impedenza ed al suo spessore H dalla relazione $f_0 = V_s/4H$ (fig. 4).

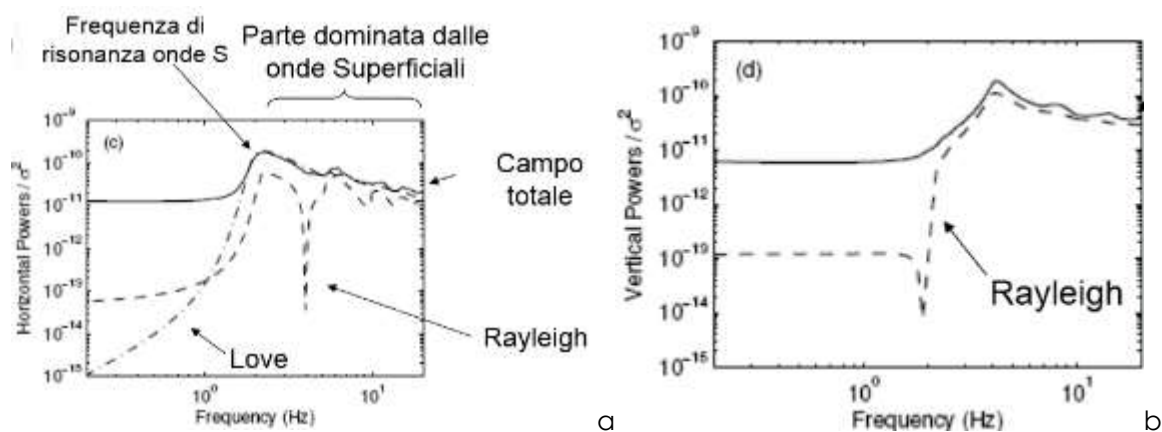


Figura 3: peso delle fasi della perturbazione meccanica per la componente orizzontale (a) e verticale (b).

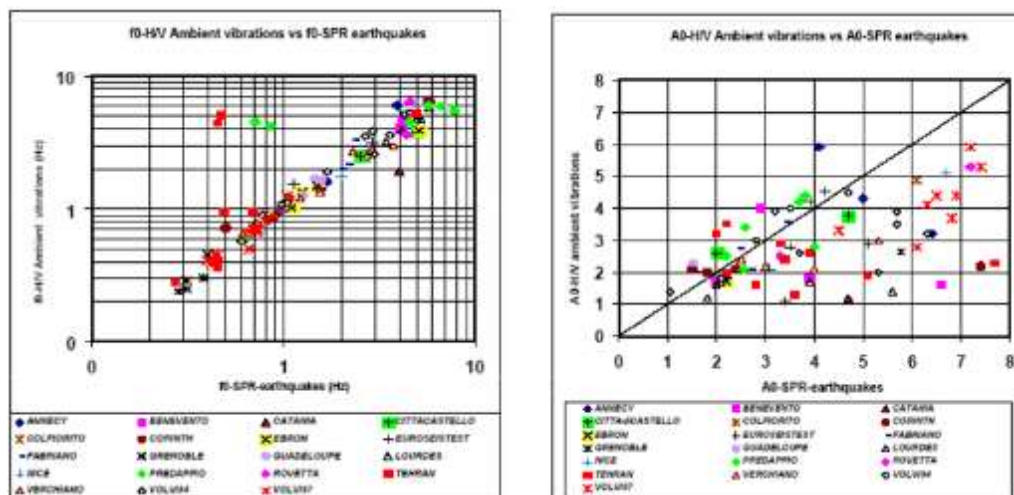


Figura 4: Confronto tra indagini HVSR e terremoti: correlazione per la frequenza f_0 e Non-correlazione per l'ampiezza A_0 .

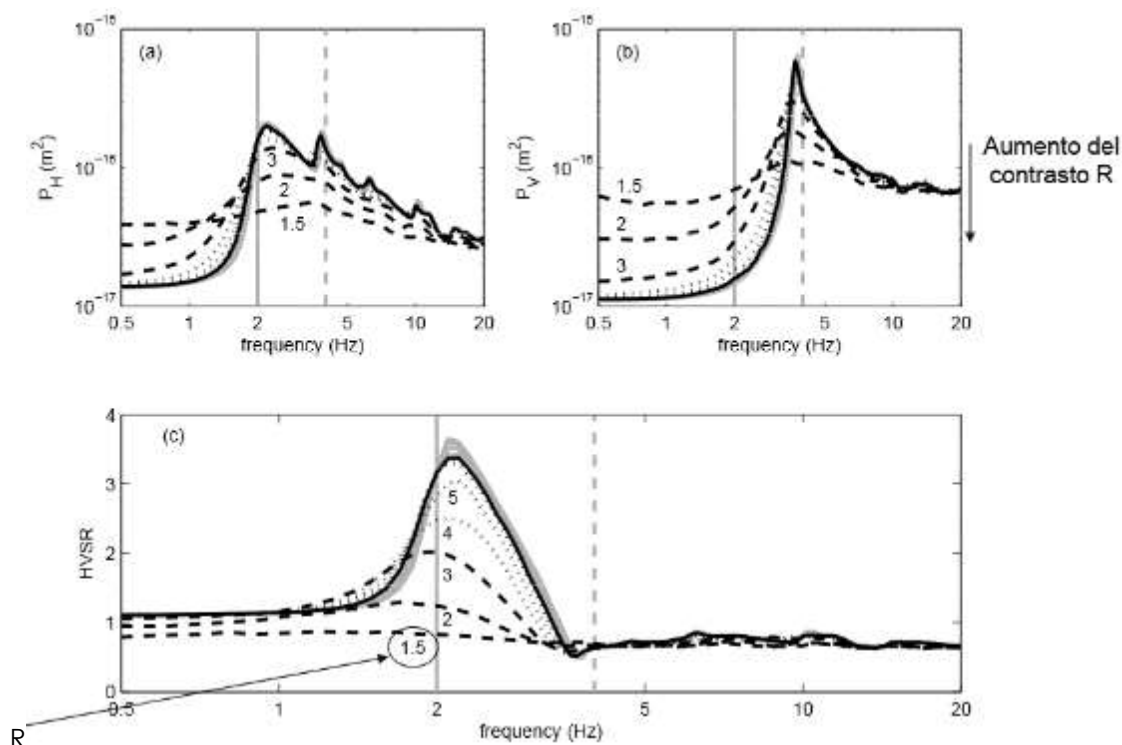


Figura 5: Più alto è il contrasto di impedenza sismica R e maggiore sarà il massimo del rapporto H/V .

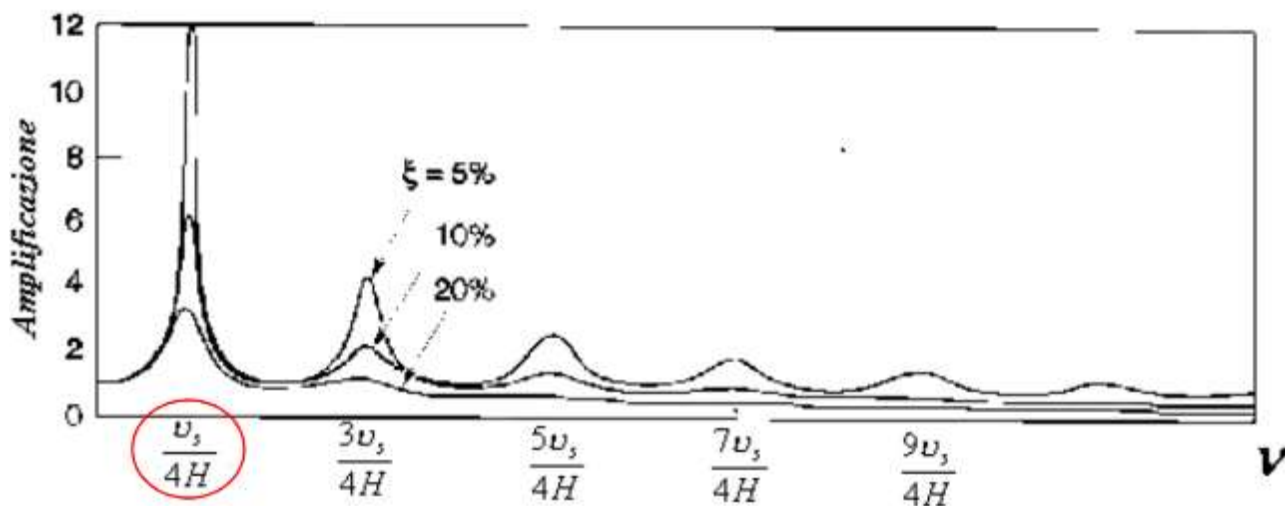


Figura 6: modo fondamentale e modi superiori di vibrazione in funzione delle velocità e degli spessori dei sismostrati. ξ = smorzamento.

Cos'è una misura HVSr

È una tecnica di sismica passiva finalizzata alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche del sottosuolo (impedenza sismica, velocità di propagazione delle onde S) a partire da misure del campo di vibrazioni ambientali generate da sorgenti non controllate di varia natura. Si tratta di un metodo basato sull'osservazione di un campo d'onde che interagisce con la struttura geologica del sottosuolo investigato. Il vantaggio di questa tecnica è che le onde sismiche oggetto di studio sono caratterizzate da lunghezze d'onda e profondità di propagazione molto maggiori di quelle generate

artificialmente e questo permette di raggiungere profondità di esplorazione assai più grandi di quelle raggiungibili da tecniche attive, a prezzo di una peggiore risoluzione spaziale e di una maggiore ambiguità interpretativa. Inoltre possono operare in ambiente urbano anche in presenza di disturbi antropici, purché non inficino sulla attendibilità della misura (picchi dovuti a forti impulsi meccanici di siti industriali o da disturbi elettromagnetici). Per a loro natura le vibrazioni ambientali hanno un andamento molto irregolare ed esibiscono una natura essenzialmente stocastica. Questo implica che lo studio di questo tipo di fenomeno richiede un approccio diverso da quello adottato dalla sismica in array. L'attenzione si sposta dallo studio delle singole fasi sismiche a quello delle proprietà medie del segnale. La misura HVSR per essere considerata rappresentativa delle caratteristiche del sottosuolo, deve essere sufficientemente estesa nel tempo da includere l'effetto di un numero significativo di sorgenti a varie distanze dal ricevitore (fig. 5).

Inoltre, dovendo operare su un segnale di tipo stocastico, è necessario mettere in campo tutti gli accorgimenti necessari perché l'analisi spettrale fornisca risultati stabili ed affidabili per la successiva trattazione statistica. Per ottenere questi risultati bisogna quindi definire tempi di misura adeguatamente lunghi e procedere adottando opportune tecniche di trattamento del segnale. Queste caratteristiche vanno valutate per via indiretta attraverso l'impiego di opportuni indicatori: la stazionarietà temporale e la direzionalità del segnale (fig. 6).

Molto importante è la valutazione preliminare della qualità e della rappresentatività della misura effettuata; a questo proposito, il progetto SESAME ha definito una serie di criteri di carattere empirico su considerazioni di tipo statistico sulla stabilità della curva, sulle modalità di campionamento, ecc (fig. 7).

Tuttavia i criteri SESAME non tengono in considerazione di altri fattori influenti sulla qualità ed attendibilità del dato e può accadere che picchi di frequenze soddisfino i tali criteri, ma non sono imputabili a nessun vincolo geologico, mentre la mancata verifica di tali criteri non implica automaticamente che la curva H/V ricavata sia da scartare. Ad esempio se si effettua una misura HVSR su roccia compatta o su coltri dove non vi è un netto contrasto di impedenza ecc, NON può essere presente il picco di risonanza alla frequenza fondamentale, proprio per la sua definizione naturale: è la frequenza a cui un sistema, eccitato da un impulso, vibra con maggior ampiezza. E' il

reciproco del periodo fondamentale (fig. 8).

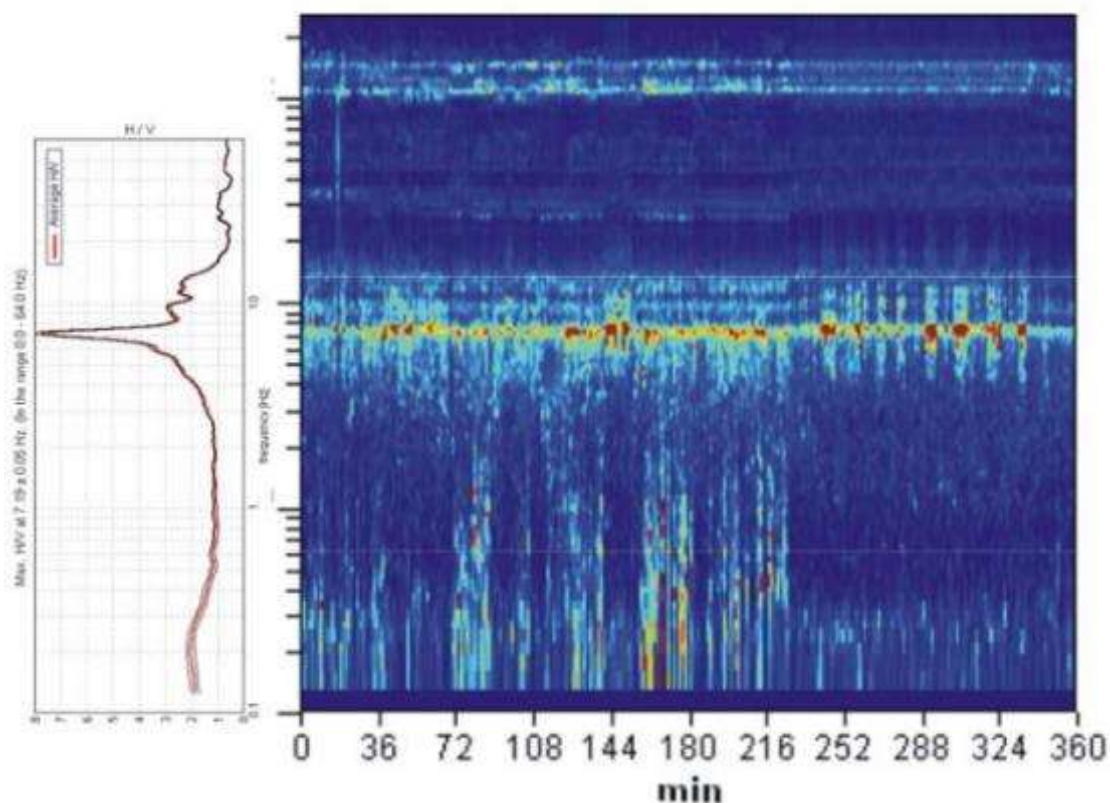


Figura 7: andamento del rapporto H/V nel tempo per ogni frequenza.

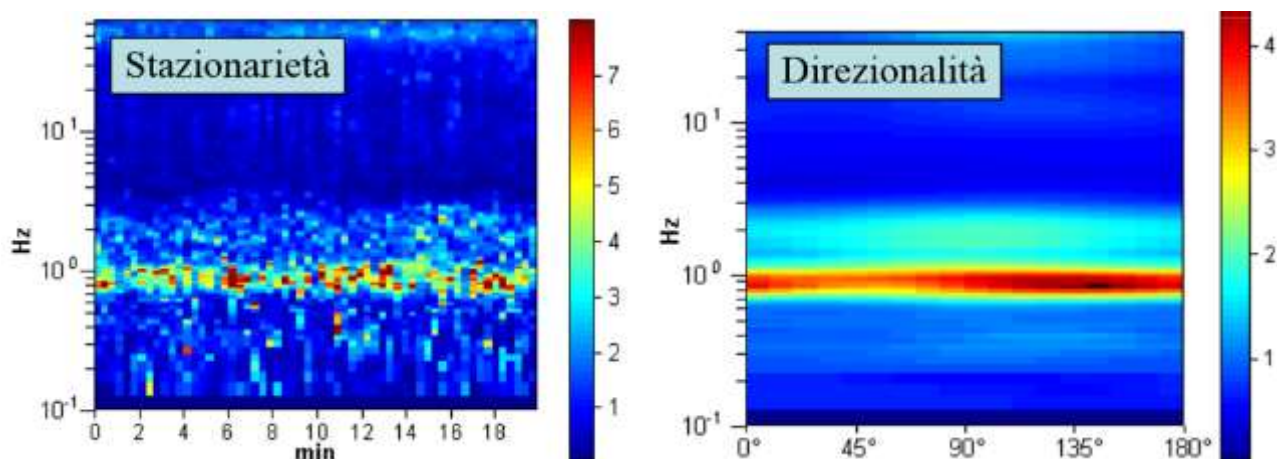


Figura 8: grafici di Stazionarietà dei rapporti H/V per ogni frequenza e durante tutto il tempo di acquisizione del segnale e grafico di Direzionalità che indica la provenienza in Azimut del massimo dei rapporti H/V considerati per la trattazione del segnale.

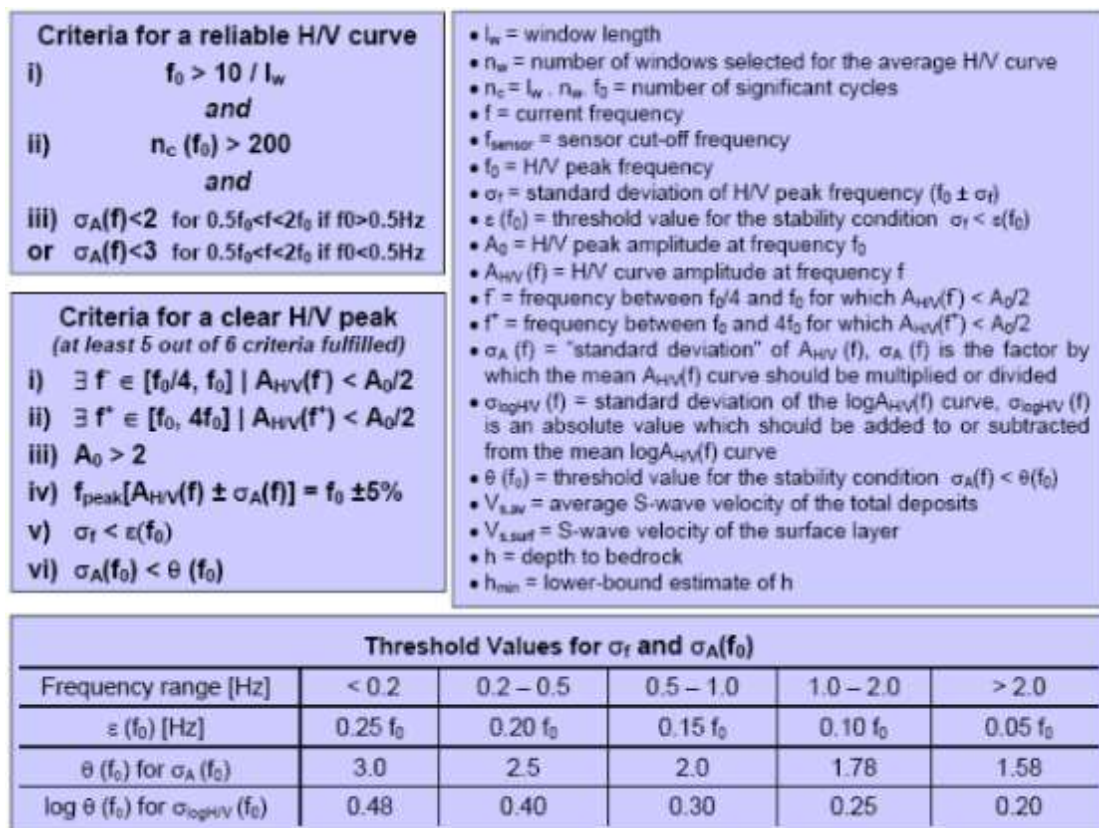


Figura 9: Criteri SESAME.

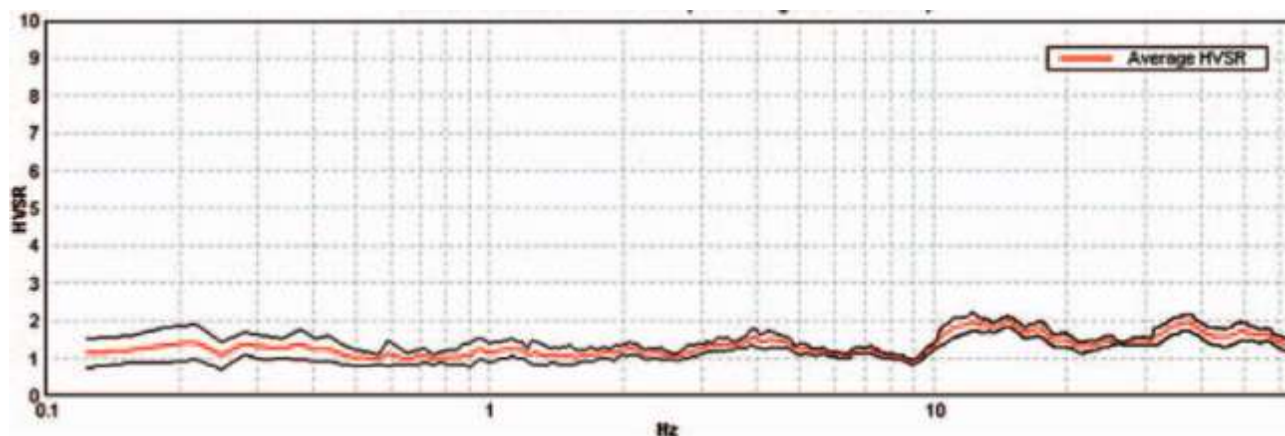


Figura 10: Curva H/V con assenza di massimi significativi.
Può essere riconducibile ad acquisizione su roccia integra.¹

¹ : immagini tratte da D.Albarello, 2013

SINTESI DEI RISULTATI

Ove presente, il massimo dominante del rapporto H/V corrisponde alla frequenza fondamentale di sito f_0 ; di seguito vengono esposti i risultati della singola indagine in forma sintetica, mentre si rimanda agli allegati per l'analisi di dettaglio.

INDAGINE HVSR N.1

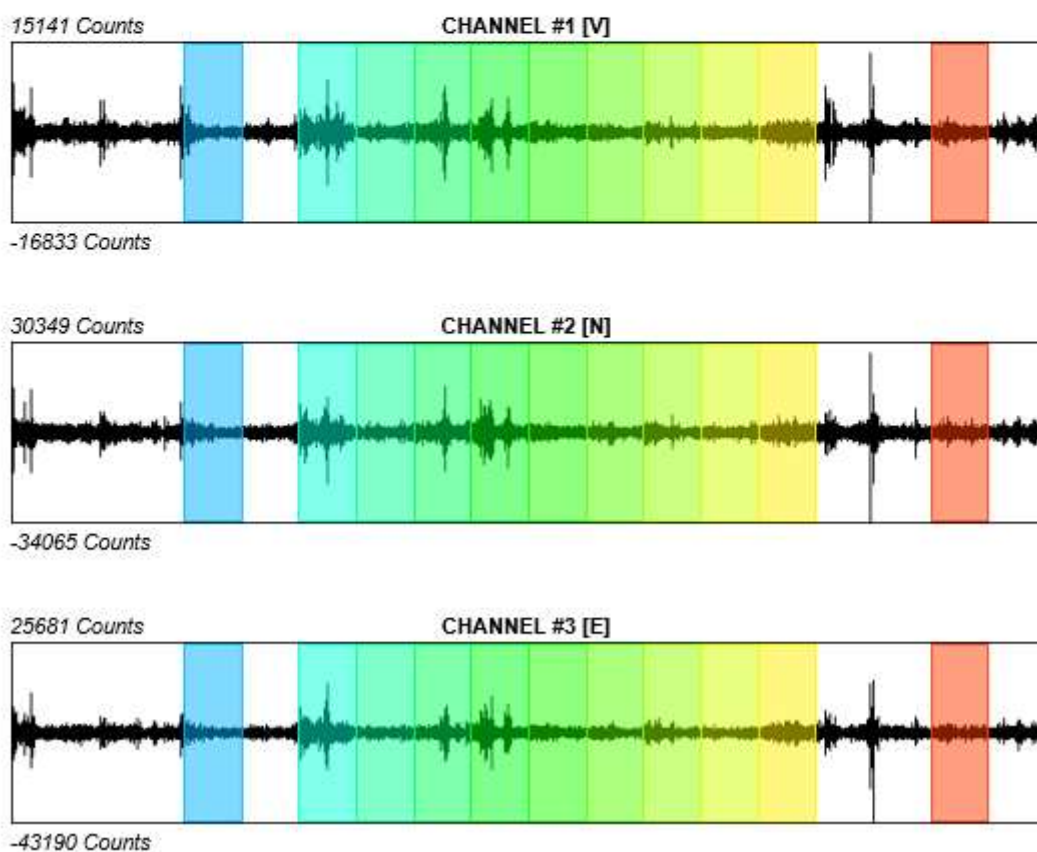
L'interpretazione dei dati ha permesso di individuare il seguente risultato:

$$\text{Average } f_0 \text{ (Hz)} = 3.367$$

Dall'analisi del rapporto H/V, si considera frequenza naturale di sito f_0 quella corrispondente al massimo del rapporto spettrale. Tale frequenza non rispetta i criteri SESAME e si ipotizza derivi probabilmente dal contrasto di impedenza acustica tra i depositi superficiali e le piroclastiti compatte.

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz
Recording start time: 2022/11/21 13:49:05
Recording length: 30 min
Windows count: 11
Average windows length: 100
Signal coverage: 61.11%



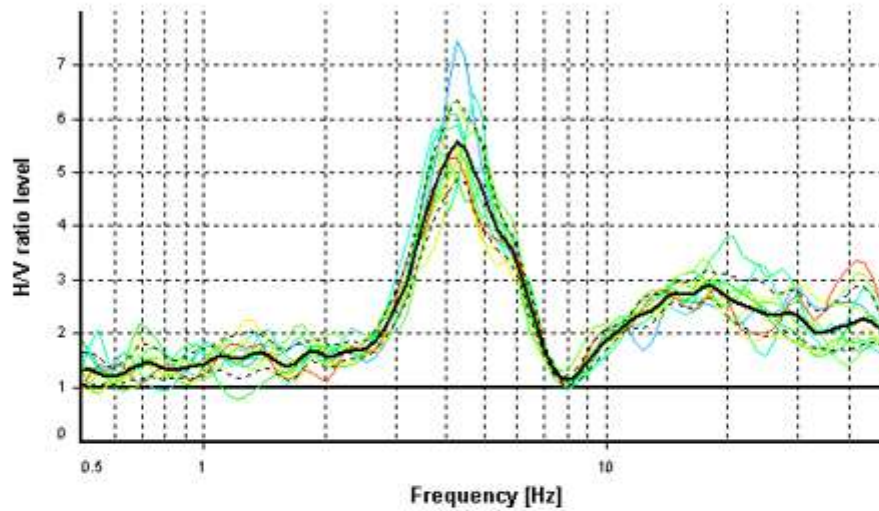
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

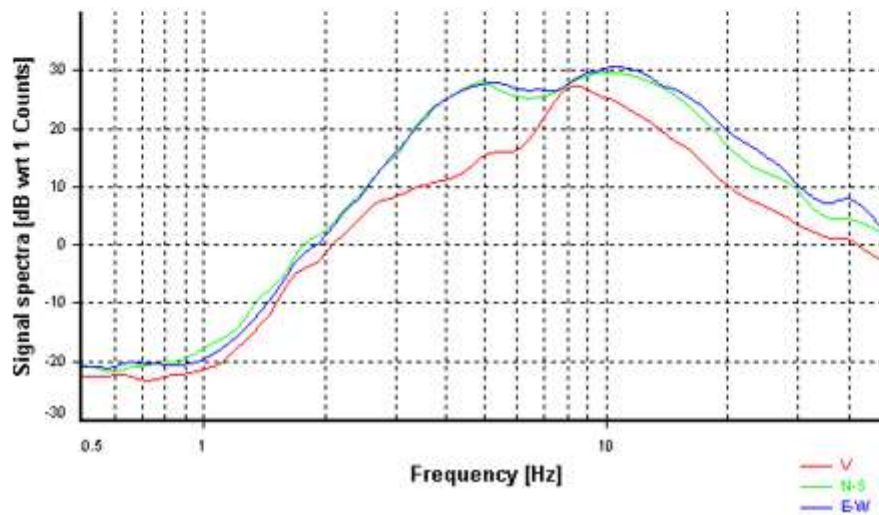
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

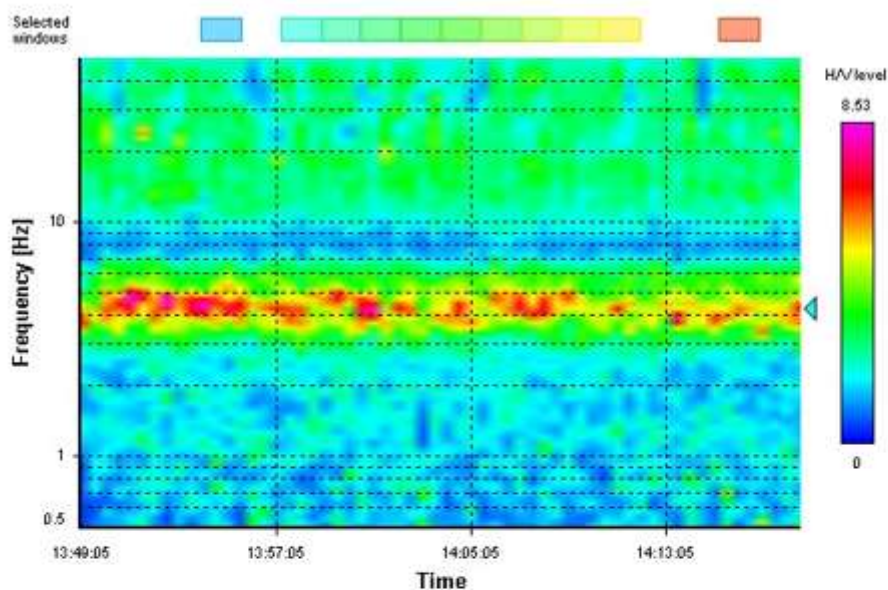
HVSR average



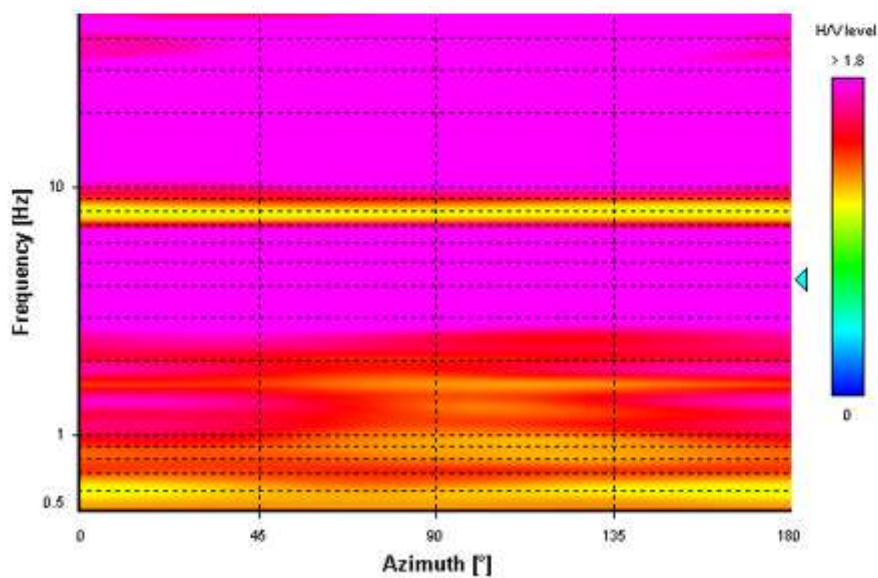
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



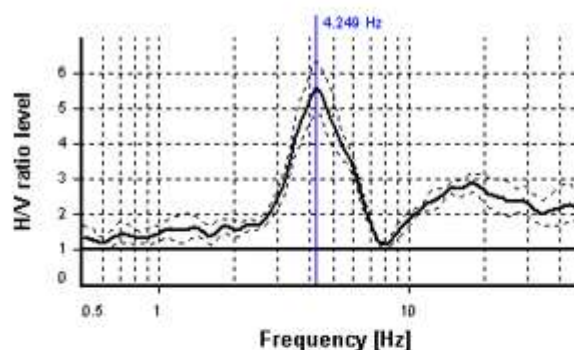
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

4.249 Hz

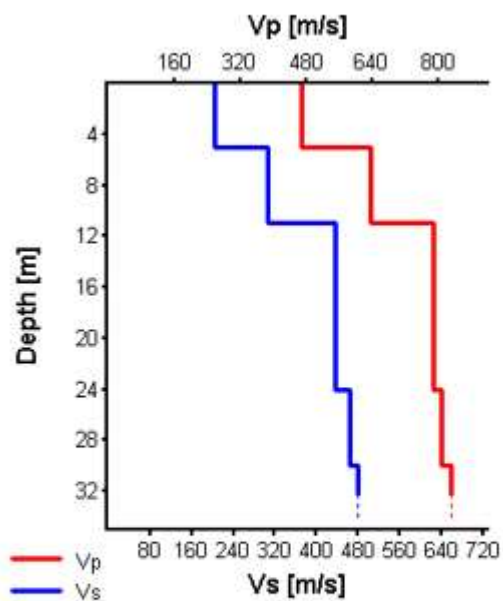
A_0 amplitude = 5.573

Average $f_0 = 4.255 \pm 0.237$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 2.35 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	4673.64 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f) < A_0/2$	3.06795 Hz	OK
$\exists f' \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0/2$	6.45775 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.57 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.23662 >= 0.21244	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.14217 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
5	5	466	205	1700
6	11	635	305	1900
13	24	787	435	2000
6	30	805	465	2100
-	> 30	831	480	2200



V_{seq} 30 = 345 m/s (Offset = 0 m)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ESECUZIONE MISURAZIONE HVSR



Allegato 18

DOWN-HOLE

