

Regione Piemonte

Provincia di Cuneo

COMUNE DI DIANO d'ALBA

**REALIZZAZIONE DI EDIFICI RESIDENZIALI
IN ABNITO PEC**

RELAZIONE GEOLOGICA

"CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO"
ART. 6.2.1. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-SISMICA
ART. 6.2.2. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"

D.M. 11/03/88 N. 47 E.S.M.I.; L.R. 45/89 "VINCOLO IDROGEOLOGICO"

Committente:
PRANDI - PANUELE

Alba, marzo 2024



Il Tecnico incaricato

INDICE

1. PREMESSA - UBICAZIONE	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO	3
2.1 Assetto geologico	3
2.2. Assetto geomorfologico	5
3. VINCOLI GEOLOGICI	7
3.1 Vincolo Idrogeologico	7
3.2. VINCOLO SISMICO	8
3.3. Pericolosità Geomorfologica - Rapporti con lo strumento urbanistico comunale	8
4. ASPETTI GEOTECNICI: INDAGINI GEOGNOSTICHE	9
4.1 Risultanze Indagine Scpt	10
4.2 Indagine Sismica	12
5. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA e PRESCRIZIONI TECNICHE	14

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". - D.G.R. n. 6-887 del 30 dicembre 2019 "OPCM 3519/2006. Presa d'atto ed approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte".
- Decreto Ministeriale 17/01/2018 Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici-CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- L.R. 45/1989 "interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"; Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 3/AMB/2018 Note interpretative e indicazioni procedurali.
- D.P.R. 380/2001 e s.m.i. "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia".
- N.T.A. ed elaborati tecnico-tematici del P.R.G.C. di Diano d'Alba.

1. PREMESSA - UBICAZIONE

La presente relazione viene redatta a completamento della pratica edilizia relativa la richiesta per il rilascio del Permesso di Costruire e dell’Autorizzazione per interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici ai fini della realizzazione di singoli fabbricati in ambito PEC, nel comune di Diano d’Alba in frazione Ricca d’alba; l'intero comparto verrà suddiviso in tre lotti (1-2-3) all’interno dei quali sono posti gli edifici. Gli edifici saranno realizzati a uno/due piani fuori terra oltre ad un eventuale piano interrato o seminterrato L'accesso pedonale e carraio ai singoli lotti sarà assicurato dalla strada fronte stante.



Vista aerea 3D dell'area di intervento (Google maps).



Porzione di area oggetto di futura edificazione.

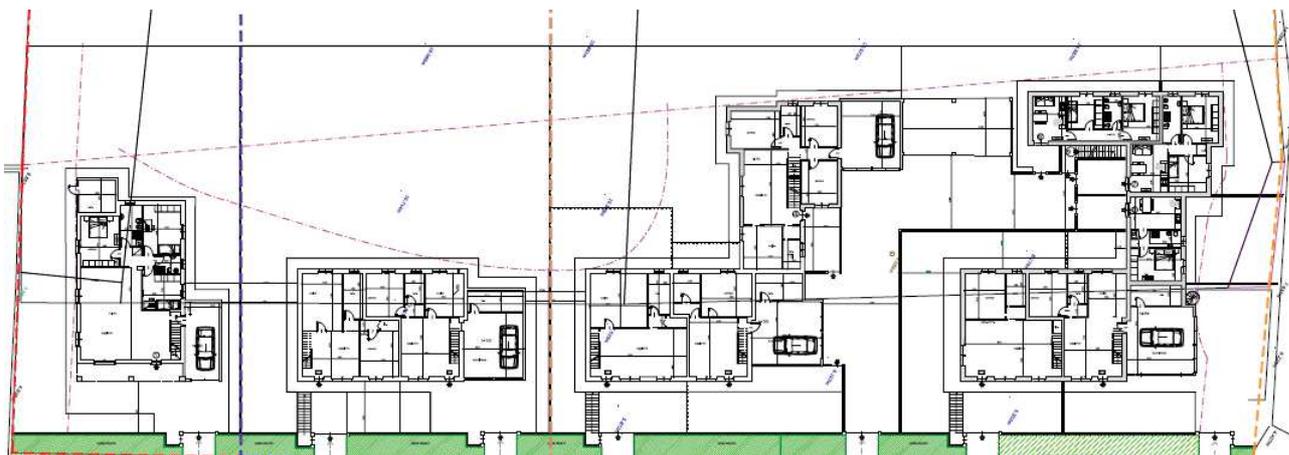


Figura 1 – Salcio progettuale Tav.5



Figura 1bs – Stralcio progettuale visualizzazione in render.

L'area in oggetto è ubicata nel territorio comunale di Diano d'Alba lungo via Tarramino, in un contesto urbanizzato, a ridosso dei rilievi collinari. Topograficamente, l'area si colloca all'interno della tavoletta I.G.M. alla scala 1:25.000 n°69IIINW, sezione n° 193090 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. La maggior parte della superficie è inserita nell'area di PRG indicata come Rn23. La restante porzione della particella è inserita nell'area Sv e Vr. Piccola porzione inserite in area stradale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO

2.1 Assetto geologico

Il quadro geologico regionale, inserisce il settore in esame all'interno del Bacino Terziario Piemontese, nel Dominio Strutturale delle Langhe, caratterizzato da una potente successione oligo-miocenica di copertura delle unità alpine, a sua volta ammantata, a partire dal Quaternario, da sedimenti di origine fluviale olocenici del Torrente Cherasca e dei suoi principali affluenti.

La definizione dei caratteri geologici dell'area oggetto di studio è stata estrapolata dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Fogli n.69 "Asti" e n.81 "Ceva" (fig.2) e dalla cartografia geologica di Pieno Regolatore (fig.2bis), che identificano il substrato geologico con la *Formazione di Lequio (Tortoniano -Serravalliano)*, caratterizzata da sabbie e arenarie con alternanze di marne siltose grigie in strati centimetrici.

L'assetto strutturale della formazione miocenica risulta essere concorde con quello geologico regionale, costituito da una vasta monoclinale regolarmente diretta verso NE-SW ed immergente a NW con una debole inclinazione degli strati geologici tra 8° e 15°, profondamente incisa dal reticolato idrografico primario e secondario.

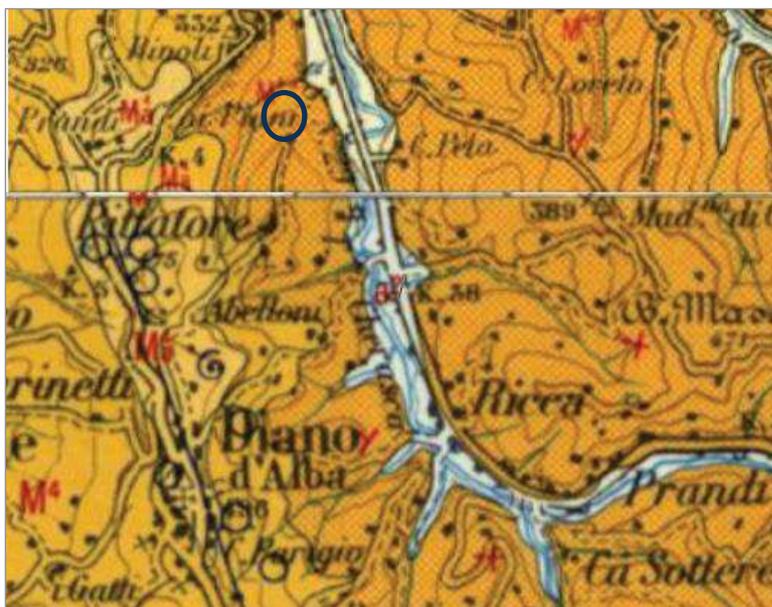


Figura 2 – Estratto Carta geologica Foglio Ceva in sovrapposizione con il Foglio Asti.

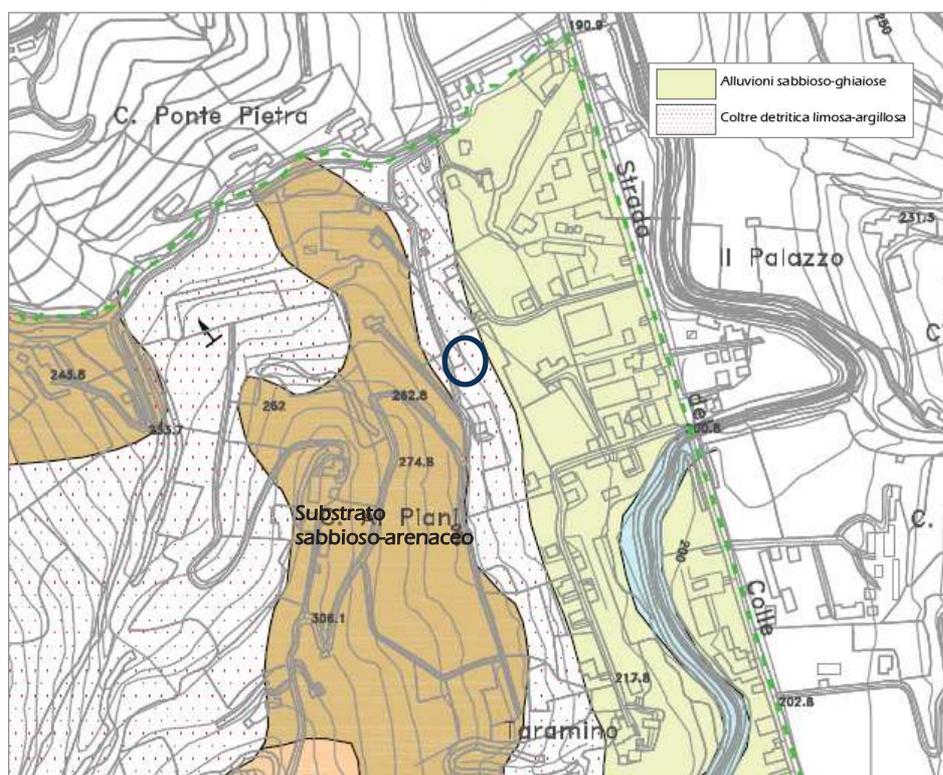


Figura 2bis – Estratto Carta geologico strutturale (Tav.A1 di P.R.G.C.).

CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO

Le conoscenze geologiche del settore in esame hanno permesso di estrapolare la successione litologica facendo riferimento ad indagini geologiche eseguite proprio sul lotto oggetto di studio, nel mese di febbraio 2024. Le prove penetrometriche (SCPT pesanti) si sono spinte fino a massima di 9 metri per le indagini localizzate più a valle del lotto di indagine, profondità alla quale la strumentazione è andata a rifiuto meccanico, raggiungendo il substrato geologico compatto (cfr. Stratigrafie Interpretative riportati in Allegato).

L'assetto litostratigrafico puntuale risulta essere caratterizzato da una sequenza litologica che corrisponde alle caratteristiche proprie del contesto geologico locale: l'area si imposta su depositi detritici di versante, di origine eluvio-colluviale a natura limoso-argilloso e derivanti dall'alterazione chimico-fisica del substrato sul quale poggiano.

2.2. Assetto geomorfologico

La morfologia dell'area indagata è quella tipica dei rilievi collinari delle Langhe, che si raccordano con le aree di fondovalle dei corsi d'acqua ed incisioni idriche minori, tramite pendenze non molto brusche; il territorio risulta così modellato sia attraverso l'azione dei processi di erosione meteorica, in funzione della natura delle rocce presenti, e sia dalle varie modificazioni antropiche connesse alle attività umane avvenute nel tempo. Il sito interessato dall'intervento in progetto si localizza in un settore di raccordo tra ambiente collinare, a media pendenza, e il fondovalle del Torrente Cherasca.



Figura 3 – Andamento morfologico dei luoghi, con indicazione del fabbricato di proprietà.

L'analisi geomorfologica sul lotto è stata effettuata attraverso sopralluoghi specifici in sito, nonché la consultazione di diverse cartografie di settore, quali Progetto SIFraP (Arpa Piemonte) (fig.4b) e, Frane/Aree Instabili BDGeo100 (Regione Piemonte), Aree in dissesto P.A.I. (fig.4a) e Carta geomorfologica e dei dissesti di Piano Regolatore in essere (fig.5c); queste non evidenziano aree coinvolte da processi fluviali/torrentizi o di verdante che possono innescare relativi dissesti; il sedime in oggetto risulta essere inserito in settori che presentano generalmente condizioni di stabilità sufficienti, ma occorre rilevare come la porzione di versante a monte risulti essere suscettibile a fenomeni di ruscellamento concentrato, a volte associato a trasporto solido (fig. 5c), e nella porzione più a sud da frana attiva puntuale

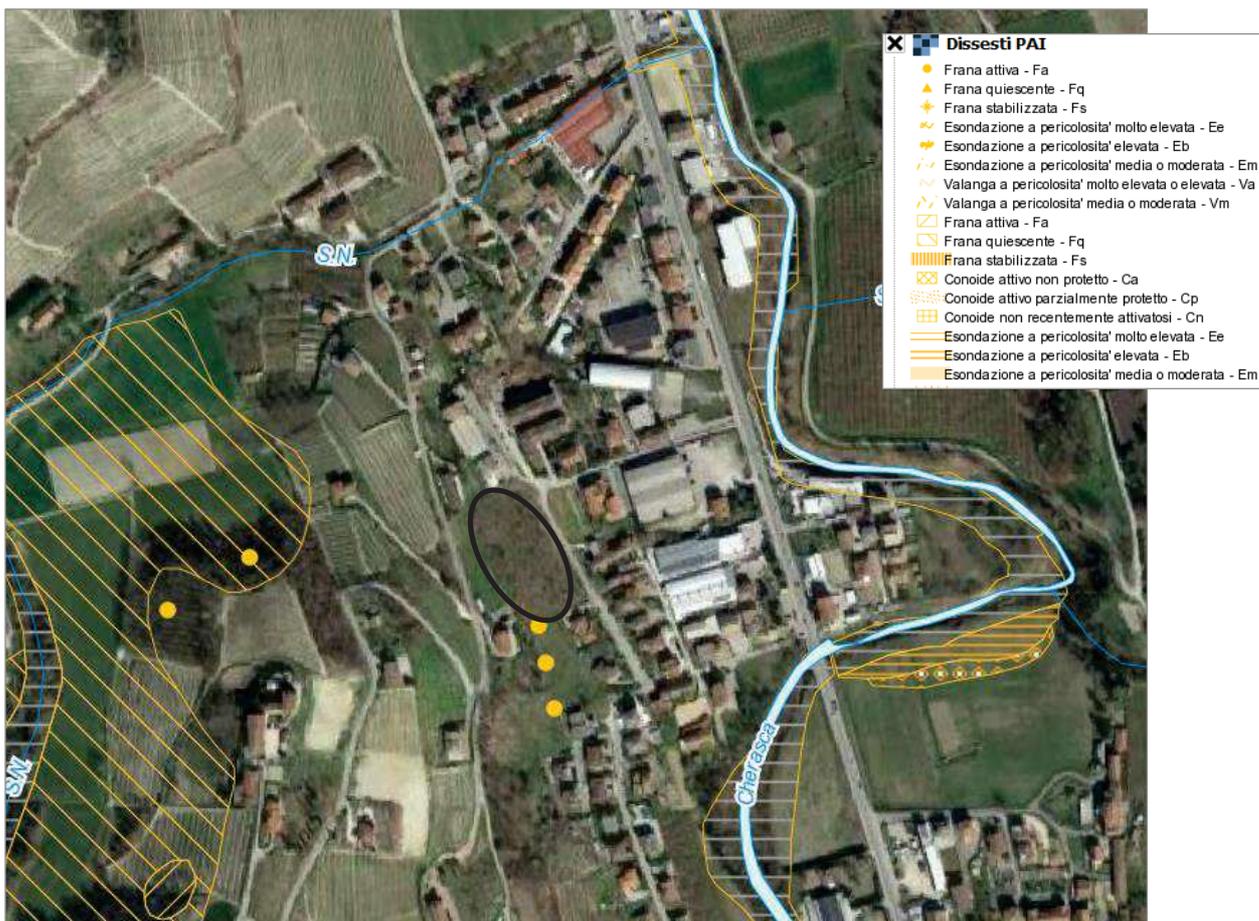


Figura 4a - Estratto cartografico Dissesti PAI (servizio WMS).

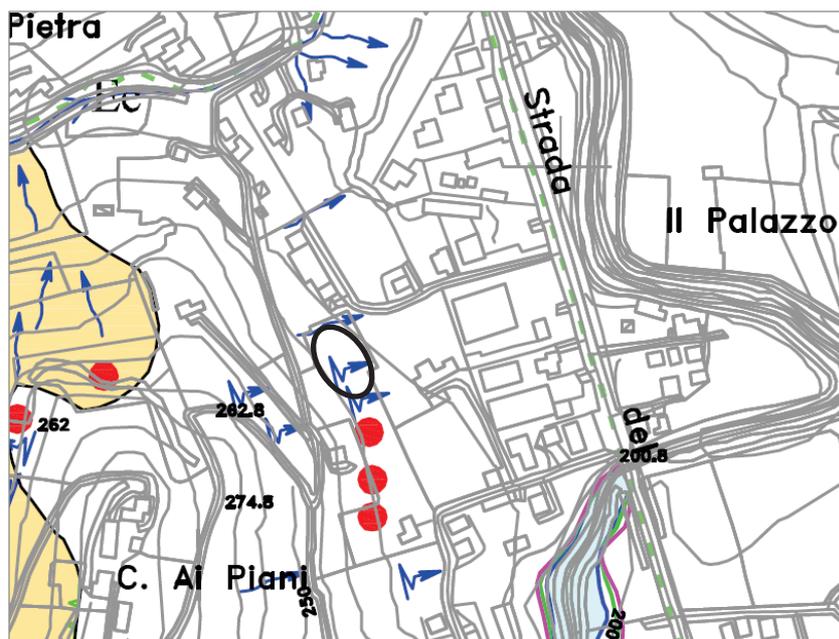


Figura 4c – Stralcio della Carta geomorfologica e dei dissesti allegata al P.R.G.C. vigente.

3. VINCOLI GEOLOGICI

3.1 Vincolo Idrogeologico

Consultando la cartografia regionale, il settore in esame ricade in zona sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del R.D.L. n° 3267 del 30 dicembre 1923 *“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”*. L’intervento non andrà ad interessare aree boschive ed è subordinato alle prescrizioni della Legge Regionale n°45 del 1989 *“Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”*, e della circolare del P.G.R. n°3/AMB del 31/08/2018.

Con riferimento alla Legge Regionale di cui sopra, ed in particolare secondo quanto previsto dall’art.2, l’entità della movimentazione terra e la superficie di intervento sono così ripartiti (dati progettuali): area totale di scavo 5370 m², volume totale di scavo 15725 m³, volume di riporto 136 m³

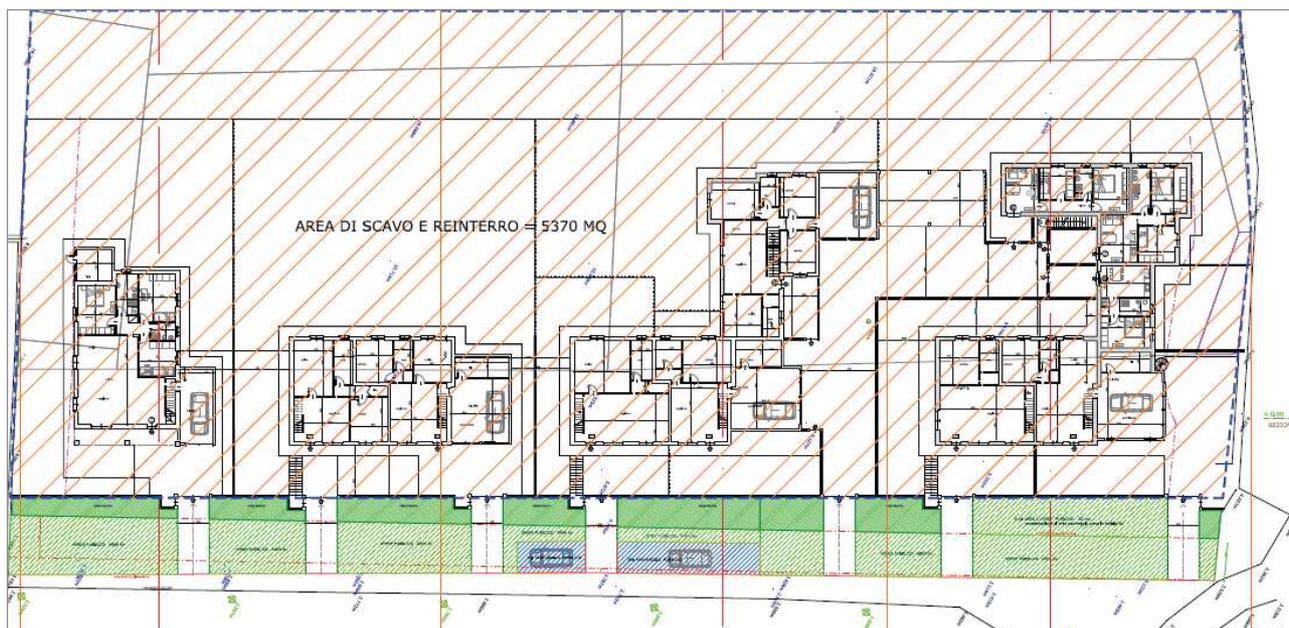


Figura 5 – Estratto progettuale (Tav. V5): stralcio planimetrico area intervento.

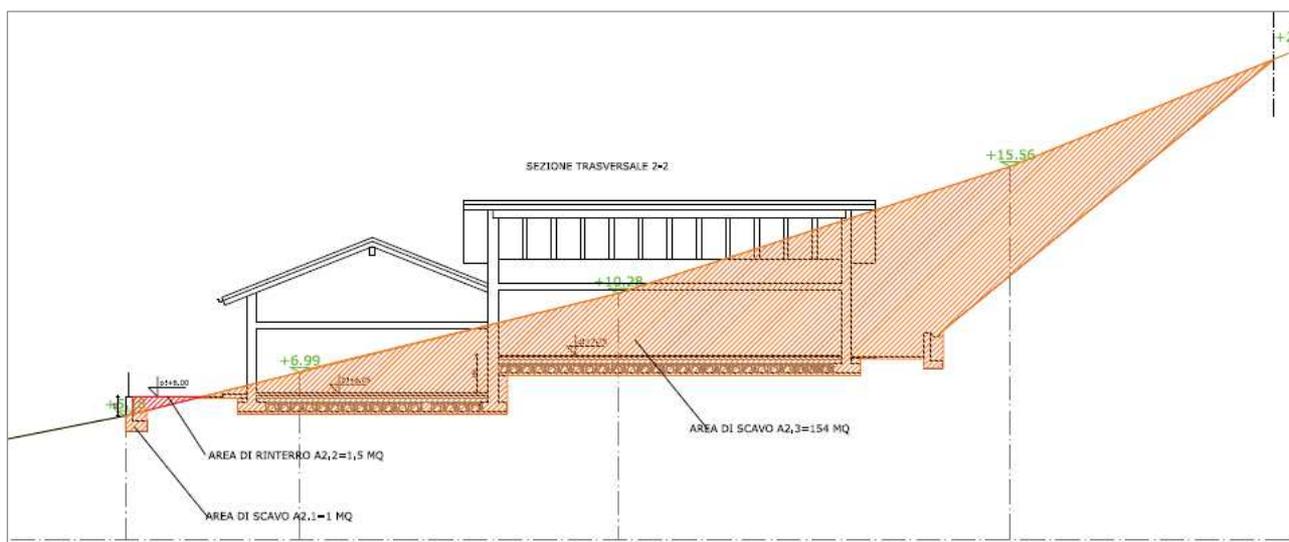


Figura 5b – Estratto sezione 2.

3.2. Vincolo Sismico

La Regione Piemonte attraverso la D.G.R. n. 6-887 del 30 dicembre 2019, recepisce al normativa nazionale (O.P.C.M. n.3274/2003 e n. 3519/2006), inserendo il Comuni di Diano d’Alba in Zona 4 di rischio sismico con valori di **PGA** compresi tra 0,25g e 0,050g; sulla base del Rapporto conclusivo dell’I.N.G.V., ai sensi della O.P.C.M. n.3274/2003, il sito in esame non ricade in nessuna zona sismogenetica. Di seguito si riportano i parametri sismici, in funzione delle caratteristiche della struttura, secondo il D.M. 17/01/2018 tabelle 2.4.I e 2.4.II., ai fini della caratterizzazione sismica locale.

Vita della struttura

Vita nominale	⇒	$V_N = 50$ anni
Classe d’uso	⇒	II
Coefficiente d’uso	⇒	$C_u = 1$
Vita di riferimento	⇒	$V_R = V_N * C_u = 50$ anni

T_r : Periodo di ritorno dell’azione sismica. [t] = anni.
 a_g/g : Coefficiente di accelerazione al suolo.
 F_0 : Valore massimo fattore amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
 T_c : Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Parametri di pericolosità sismica dell’area (GeoStru)

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.604	0.161
Danno (SLD)	50	0.024	2.585	0.188
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.048	2.676	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.057	2.788	0.308

3.3. Pericolosità Geomorfologica - Rapporti con lo strumento urbanistico comunale

La rappresentazione grafica del **quadro dei dissesti** in relazione allo sviluppo territoriale a seguito dell’aggiornamento dello strumento urbanistico, ovvero la *“Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica”* inserisce il settore indagato oggetto di edificazione dell’intervento in **Classe II**, a moderata pericolosità geomorfologica (fig.6), completamente all’interno delle aree edificabili delimitate dalle tavole di P.R.G.C; la normativa dello strumento urbanistico in essere, per tale classe geomorfologica, consente interventi di nuova costruzione con l’attuazione di piccoli accorgimenti tecnici applicati al singolo intervento o lotto edificatorio.



Figura 6– Stralcio della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'utilizzazione urbanistica allegata al P.R.G.C. (figura fuori scala).

4. ASPETTI GEOTECNICI: INDAGINI GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione geomeccanica e sismica dei terreni del sottosuolo sono state ricavate attraverso un'indagine geognostica puntuale, rappresentata dall'esecuzione di n.3 prove penetrometriche dinamiche pesanti e da un'indagine sismica MASW, realizzate in data 12/02/2024 (fig.7).



Figura 6 - Ubicazione prove penetrometriche e stendimento sismico.

4.1 Risultanze Indagine Scpt

La prova SCPT è stata realizzata attraverso l'infissione a percussione nel terreno di una punta conica per mezzo di un maglio di 63,5 Kg lasciato cadere da un'altezza di 0,75 m del penetrometro modello DPSH TG63-200 Pagani, con cui si misura la resistenza alla penetrazione ogni 20 cm di un utensile standardizzato (N_{20}). Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano il numero di colpi N_{spt} : pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} , tramite la correlazione $N_{SPT} = \beta_t * N_{20}$ ($\beta_t = 1,46-1,52$).



Si riportano di seguito le medie dei parametri geotecnici nominali degli strati litologici rinvenuti (cfr. stratigrafie interpretative), ricavati tramite l'elaborazione dei dati penetrometrici ottenuti.

SCPT 1

Litologia	γ (t/m ³)	γ saturo (t/m ³)	Ed (kg/cm ²)	Ey (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Ey (kg/cm ²) (cond. non coesive)
Copertura eluvio colluviale	1,40	1,87	/	/	/	46,65	15,82
Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	1,77- 2,00	1,90- 2,20	115,92	111,9	0,76	87,91	89,52
Substrato	2,50	2,50	561	548	2,70	/	/

Litologia	Dr ^r (%)	ϕ°	G (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Poisson	K0
Copertura eluvio colluviale	34	20	121,18	0,65	0,25
Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	74	28	629,24	0,33	2,35
Substrato	/	32	/	/	/

dove
 γ = peso volume terreno
 γ_s = peso volume terreno saturo
 Ed = modulo Edometrico
 Ey = modulo di Young
 Dr = densità relativa
 ϕ = angolo attrito interno
 G = modulo deformazione taglio dinamico
 K0 = Coeff. Spinta a riposo

SCPT 2

Litologia	γ (t/m ³)	γ saturo (t/m ³)	Ed (kg/cm ²)	Ey (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Ey (kg/cm ²) (cond. non coesive)
Copertura eluvio colluviale	1,41	1,87	/	/		47,77	17,52
Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	1,7- 1,93	1,90- 2,12	92,98	89,40	0,60	77,87	71,52
Substrato	2,50	2,50	418,95	409,00	2,76	/	/

Litologia	Dr ^r (%)	ϕ°	G (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Poisson	K0
Copertura eluvio colluviale	35,73	21	135,81	0,35	0,32
Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	52,2	26,5	509,53	0,34	1,87
Substrato	/	30	/	/	/

dove
 γ = peso volume terreno
 γ_s = peso volume terreno saturo
 Ed = modulo Edometrico
 Ey = modulo di Young
 Dr = densità relativa
 ϕ = angolo attrito interno
 G = modulo deformazione taglio dinamico
 K0 = Coeff. Spinta a riposo

SCPT 3

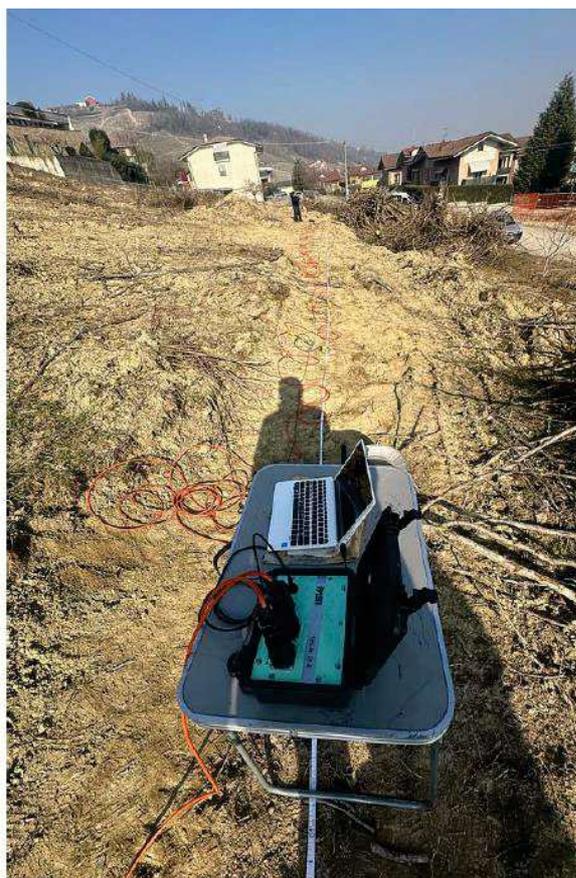
Litologia	γ (t/m ³)	γ saturo (t/m ³)	Ed (kg/cm ²)	Ey (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Ey (kg/cm ²) (cond. non coesive)
Copertura eluvio colluviale sciolta	1,41	1,87	/	/	/	47,77	17,52
Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	1,59	1,90	/	/	/	66,32	50,80
Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	1,86- 2,06	1,64- 2,27	147,54	142,90	0,97	101,73	114,32
Substrato	2,50	2,50	583,16	570	3,85	/	/

Litologia	Dr ^r (%)	ϕ°	G (kg/cm ²) (cond. non coesive)	Poisson	K0
Copertura eluvio colluviale sciolta	35,08	21	135,81	0,35	0,32
Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	46,44	24,7	369,42	0,34	1,30
Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	58,02	29,6	791,85	0,33	2,99
Substrato	/	32	/	/	/

dove
 γ = peso volume terreno
 γ_s = peso volume terreno saturo
 Ed = modulo Edometrico
 Ey = modulo di Young
 Dr = densità relativa
 ϕ = angolo attrito interno
 G = modulo deformazione taglio dinamico
 K0 = Coeff. Spinta a riposo

4.2 Indagine Sismica

Al fine di definire la categoria sismica del sottosuolo, come previsto da normativa vigente (DM 17/01/2018 Testo Unico sulle Costruzioni), tra le diverse prospezioni sismiche con le quali si possono determinare le V_{seq30} , si è scelto di eseguire un'indagine di sismica MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) (foto seguente) che sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza). Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs. L'acquisizione è stata quindi effettuata con un sismografo multicanale PASI GEA24 della PASI S.r.l. a 24 canali dotato di convertitore analogico/digitale integrato con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate. I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello Vs/profondità attendibile (fig.7).



Stendimento sismico MASW.

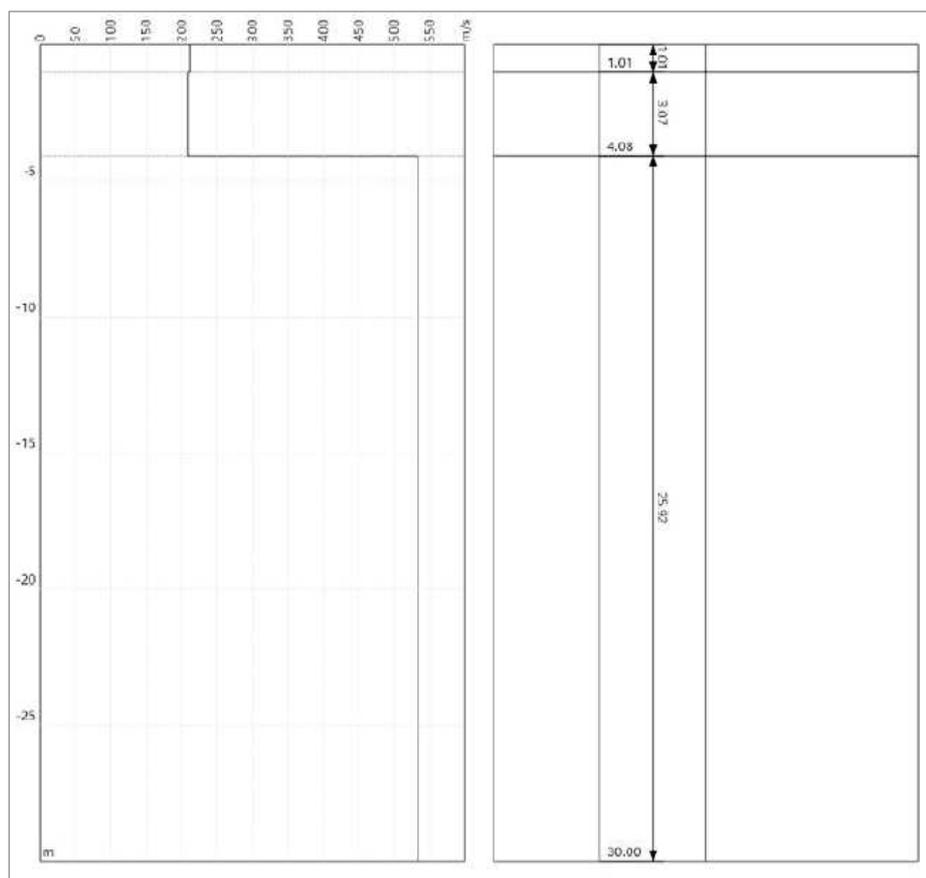


Figura 7 - Profilo della velocità delle onde di taglio determinato attraverso l'indagine sismica MASW.

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ [m/s] (H=30.00 m)	440,63
<u>Categoria del suolo</u>	<u>B</u>

Categoria di sottosuolo

Attraverso tale indagine si è ottenuto un valore di V_{seq30} di **440,63** m/s, permettendo di classificare dal punto di vista stratigrafico, il terreno nel profilo **Suolo B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

La definizione dell'azione sismica di progetto ed i valori precedentemente ottenuti devono essere corretti con parametri che tengano conto di alcune condizioni particolari del sito, quali:

- Amplificazione Topografica: **T2**
- Coefficiente topografico ST pari a **1,20**; Amplificazione stratigrafica SS: **1,20**

I coefficienti sismici relativi agli Stati Limite di Operatività (SLO), Danno (SLD), Salvaguardia della Vita (SLV) e di Prevenzione dal Collasso (SLC), ricavati a partire da r una categoria sottosuolo di tipo **B**, coefficiente topografico **T2**, con periodo di riferimento di 50 anni e classe d'uso II, calcolati tramite la funzione "Fondazioni", sono sintetizzati nella tabella seguente.

Stato Limite	kh	kv	Amax (m/s ²)	Beta
SLO	0,006	0,003	0,273	0,20
SLD	0,007	0,003	0,342	0,20
SLV	0,014	0,007	0,683	0,20
SLC	0,016	0,008	0,805	0,20

dove:
 Cc ⇒ Coefficiente funzione Categoria sottosuolo.
 Kh = K_h/k ⇒ Coefficiente pseudo statico orizzontale di inerzia della struttura.
 Kv ⇒ Coefficiente pseudo statico verticale di inerzia della struttura.
 Amax ⇒ Accelerazione sismica orizzontale massima attesa
 Beta ⇒ Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa

5. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA e PRESCRIZIONI TECNICHE

Lo studio condotto e descritto nella presente relazione è stato svolto al fine della verifica della compatibilità geologica per la realizzazione di fabbricati di civile abitazione in ambito PEC nel comune di Diano d'Alba caratterizzati ciascuno da un piano fuori terra ed uno interrato, adibito quest'ultimo ad autorimesse, cantine e locali tecnici.

Il quadro dei dissesti sul territorio cartografo e allegato al P.R.G.C. vigente inserisce l'area di proprietà, dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, in Classe II-ambito di collina, settori di territorio in cui le condizioni di moderata pericolosità possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione di accorgimenti tecnici realizzabili in ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo.

Secondo quanto previsto dalle linee progettuali e dalle considerazioni fin qui esposte, si può affermare che l'intervento previsto risulta essere geologicamente compatibile con l'assetto geoidrologico circostante in quanto:

- ✓ Nella **classe di pericolosità geomorfologica II**, secondo quanto prescritto delle N.T.A. di P.R.G.C. sono sempre ammessi interventi di nuova costruzione, con il rispetto di piccoli accorgimenti tecnici realizzabili nell'ambito del singolo intervento.
- ✓ La realizzazione delle opere in progetto non andrà ad alterare in maniera gravosa gli equilibri geo-idrologici al contorno,
- ✓ Gli interventi non andranno ad incidere in maniera negativa sulla propensione edificatoria della zona limitrofa in quanto già urbanizzata e collaudata, né condizionarne la propensione all'utilizzo o alla futura edificazione dei lotti adiacenti.
- ✓ Saranno previste tutte le opere di urbanizzazione primarie e secondarie, che saranno collegate a quelle già in essere presenti lungo via Tarramino (si rimanda alle tavole progettuali).

PRESCRIZIONI TECNICHE.

Ai fini della scelta della tipologia fondazionale, si prescrive di adottare **fondazioni** di tipo indiretto quali pali trivellati di medio/grande diametro immorsati nel substrato geologico compatto, per una quota significativa da condividere con il progettista delle opere strutturali.

Si consiglia inoltre: -) di adottare delle opere di impermeabilizzazione, di drenaggio e di allontanamento delle acque, onde evitare infiltrazioni ed eccessive spinte idrauliche a tergo dei muri; -) di porre particolare attenzione durante gli scavi ed i lavori, soprattutto in caso di forti precipitazioni, che potrebbero causare temporanei rigonfiamenti e problemi di stabilità dei fronti di scavo; si raccomandano, dunque, le più attente cautele nella esecuzione di scavi e sbancamenti; sarà sicuramente necessario proteggere le pareti di scavo con adeguate opere di sostegno; -) in occasione di piogge brevi ed intense o prolungate nel tempo, alla copertura tramite teli imparabili le pareti di scavo.

Si raccomanda altresì di prevedere una corretta Sistemazione geo-idrologia delle acque meteoriche e di ruscellamento: il conferimento di queste, nonché quelle intercettate dalle nuove superfici scolanti e semipermeabili, dovrà avvenire esclusivamente all'interno di sistemi di raccolta idonei allo smaltimento, e possibilmente ispezionabili al fine della verifica del corretto deflusso delle acque stesse, verso collettori preposti allo scopo.

È da evitare nel modo più assoluto ogni rilascio diffuso su lotti circostanti privi di sistemi idonei di smaltimento delle acque meteoriche.

I risultati evidenziati e commentati nel testo della presente relazione geologica, rispecchiano quanto prescritto dalle Norme Tecniche di Attuazione di P.R.G.C. permettono di accertare la fattibilità dell'intervento in progetto con l'assetto territoriale riscontrato.

Alba, 06/03/2021



Il Tecnico Incaricato

Annalisa Bove
(Dr.ssa Geol. Annalisa Bove)

RAPPORTO DI PROVA GEOTECNICO

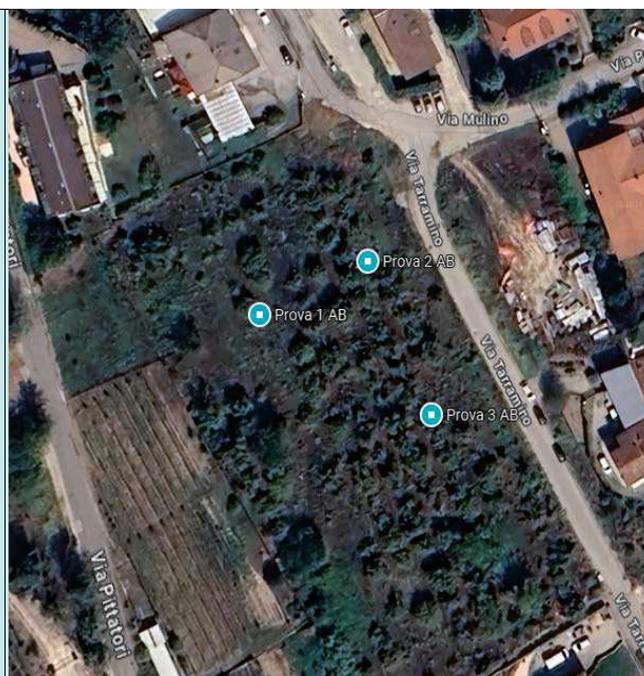
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Descrizione:

Nuova edificazione

Località:

Loc. Tarramino - Ricca d'Alba - Diano d'Alba (CN)



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

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



STUDIO GEOLOGICO ED ATTIVITÀ DI PROSPEZIONE GEOGNOSTICA, SISMICA E MINERARIA

Via E. Giovannelli, 28 - 14100 Asti (AT) - Tel. uff. 0141 351106 - Mob. 393 9558998

E-mail: info@geocontest.eu - Web: www.GeoContest.eu

P.Iva 01499500054

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'ingfiere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981). Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche. Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

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

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 m e con (%) di limo $> 5\%$ a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).

- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

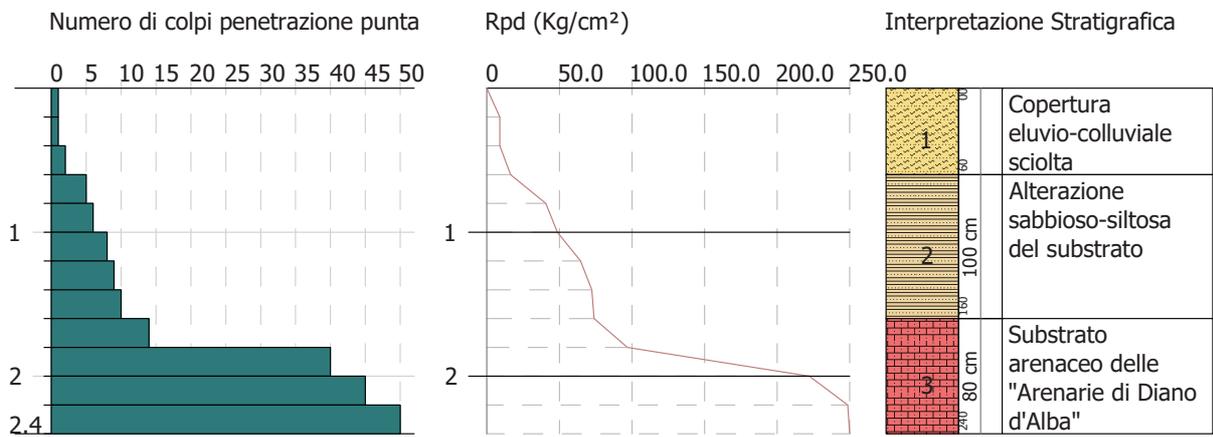
- Classificazione A.G.I. 1977.

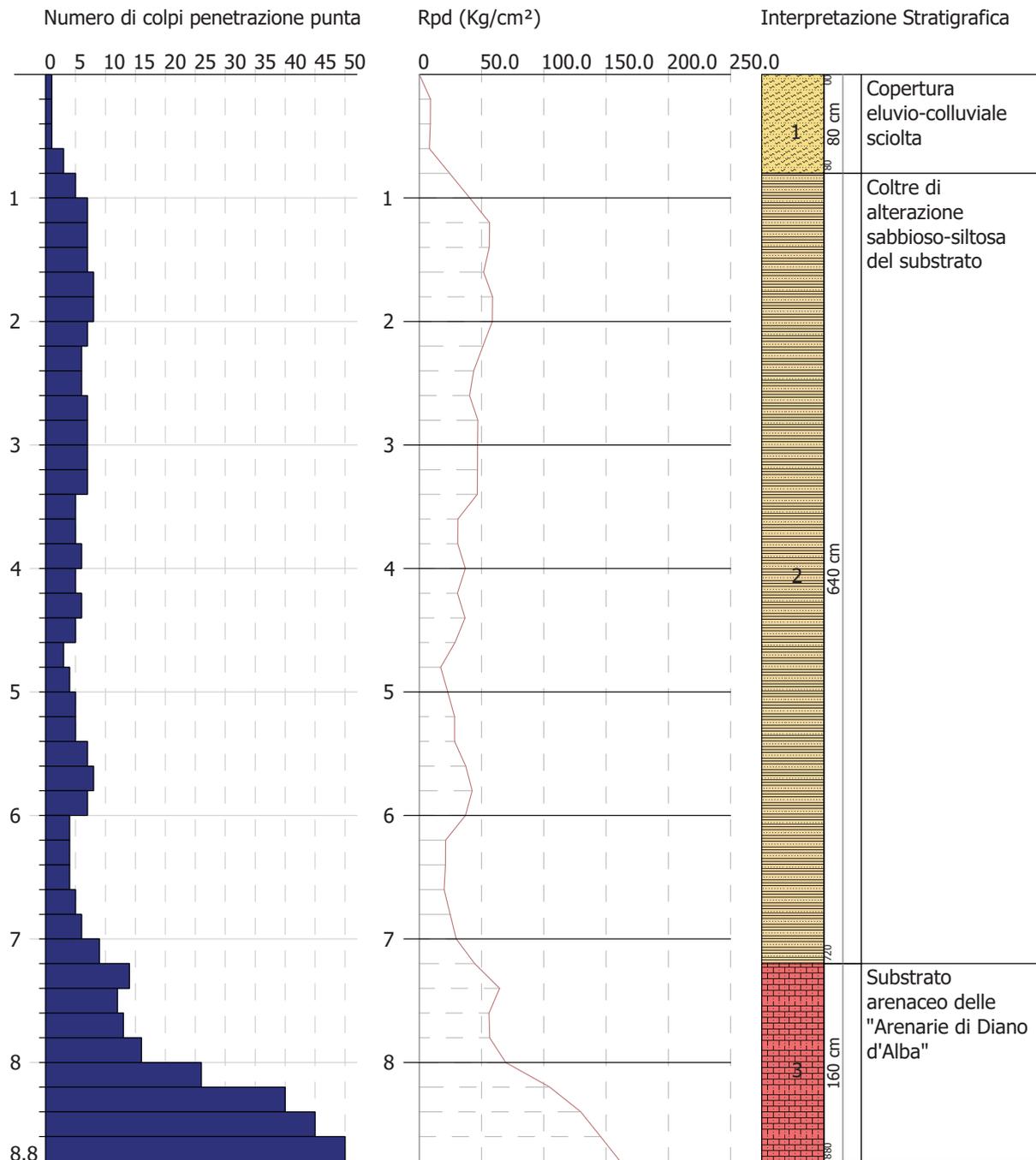
Peso di Volume

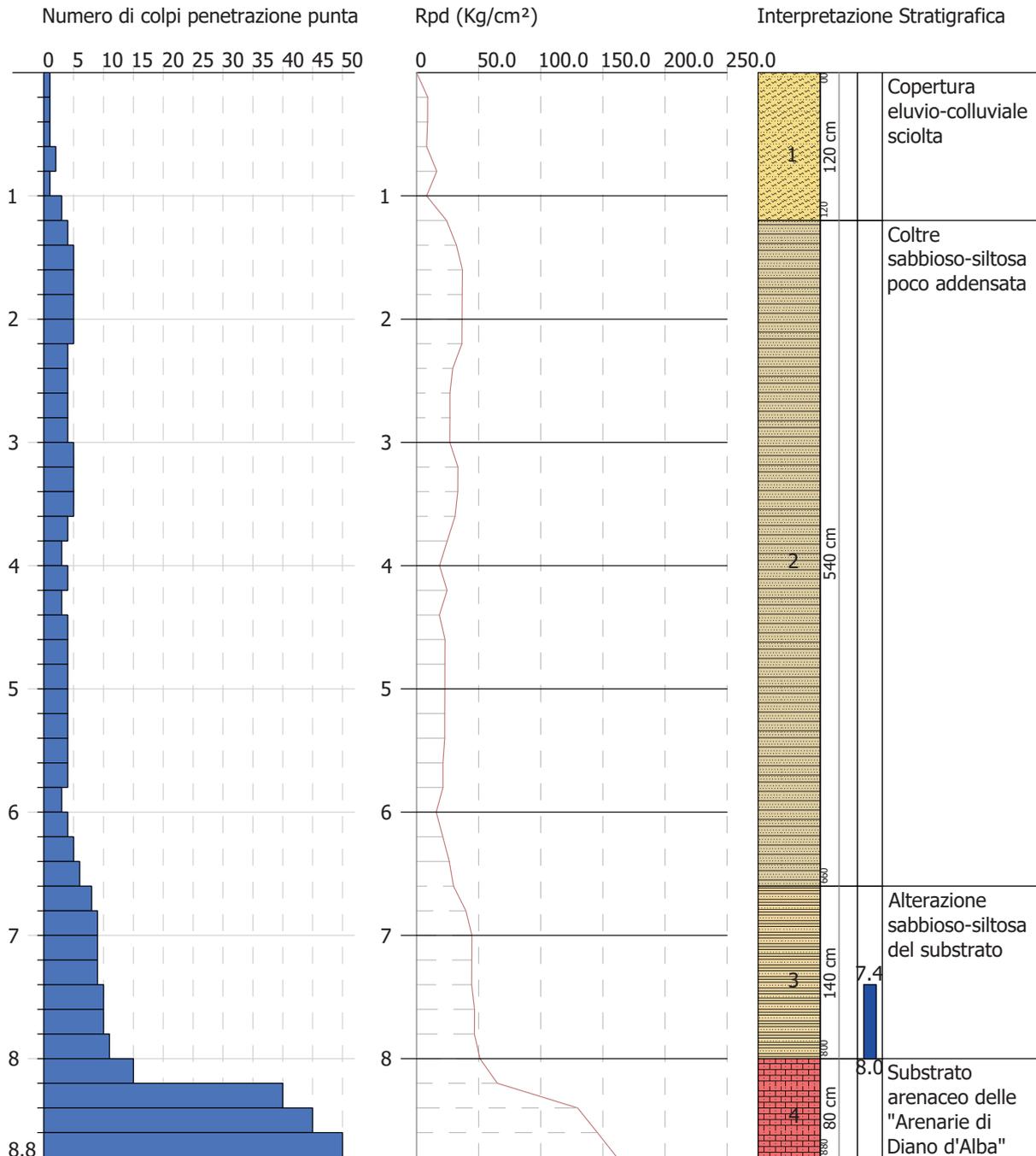
- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.







DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PROVE PENETROMETRICHE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PROVE PENETROMETRICHE



PROVA ... 1 AB

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 19/02/2024

Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	10	0.830	73.92	89.11	3.70	4.46
1.80	14	0.776	96.85	124.75	4.84	6.24
2.00	40	0.623	222.12	356.43	11.11	17.82
2.20	45	0.620	248.66	400.99	12.43	20.05
2.40	50	0.617	274.96	445.54	13.75	22.28

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	1.33	13.43	Incoerente	1.4	1.87	0.04	1.46	1.94	Copertura eluvio-colluviale sciolta
1.6	7.6	71.83	Incoerente - coesivo	2.0	2.2	0.18	1.47	11.19	Alterazione sabbioso-siltosa del substrato
2.4	37.25	331.93	Coesivo	2.5	2.5	0.38	1.47	54.83	Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA 1 AB

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Terzaghi-Peck	0.76
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Terzaghi-Peck	3.70

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Robertson (1983)	22.38
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Robertson (1983)	109.66

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	115.92
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	561.02

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del	11.19	0.60-1.60	Apollonia	111.90

substrato				
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Apollonia	548.30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Meyerhof	2.00
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Meyerhof	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Meyerhof	2.20
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Meyerhof	2.50

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	105.82
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	54.83	1.60-2.40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	156.34

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Meyerhof 1957	33.96
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Meyerhof 1957	74.72

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	20.39
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	27.96

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Schmertmann (1978) (Sabbie)	15.52
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Schmertmann (1978) (Sabbie)	89.52

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	46.65
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	87.91

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial	1.94	0.00-0.60	1.94	Meyerhof et al.	1.40

e sciolta					
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Meyerhof et al.	1.77

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Ohsaki (Sabbie pulite)	121.18
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Ohsaki (Sabbie pulite)	629.24

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Ohta & Goto (1978) Limi	60.81
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Ohta & Goto (1978) Limi	105.82

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Navfac 1971-1982	0.25
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Navfac 1971-1982	2.35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	1.94	0.00-0.60	1.94	Robertson 1983	3.88
Strato (2) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	11.19	0.60-1.60	11.19	Robertson 1983	22.38

PROVA ...2 AB

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 19/02/2024

Profondità prova 8.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	8	0.826	58.91	71.29	2.95	3.56
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	5	0.798	30.88	38.68	1.54	1.93
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	6	0.791	36.73	46.41	1.84	2.32
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	3	0.787	17.14	21.77	0.86	1.09
5.00	4	0.785	22.79	29.03	1.14	1.45
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	8	0.777	42.50	54.67	2.12	2.73
6.00	7	0.775	37.10	47.84	1.85	2.39

6.20	4	0.774	21.15	27.34	1.06	1.37
6.40	4	0.772	21.10	27.34	1.06	1.37
6.60	4	0.770	19.90	25.83	0.99	1.29
6.80	5	0.769	24.82	32.29	1.24	1.61
7.00	6	0.767	29.73	38.75	1.49	1.94
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91
7.40	14	0.714	64.57	90.41	3.23	4.52
7.60	12	0.763	56.02	73.45	2.80	3.67
7.80	13	0.711	56.60	79.57	2.83	3.98
8.00	16	0.710	69.52	97.93	3.48	4.90
8.20	26	0.659	104.81	159.14	5.24	7.96
8.40	40	0.557	136.43	244.83	6.82	12.24
8.60	45	0.556	145.54	261.78	7.28	13.09
8.80	50	0.555	161.35	290.86	8.07	14.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	1.5	14.9	Incoerente	1.41	1.87	0.06	1.46	2.19	Copertura eluvio-colluviale sciolta
7.2	6	47.32	Incoerente - coesivo	1.93	2.12	0.73	1.49	8.94	Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato
8.8	27	162.25	Coesivo	2.5	2.5	1.55	1.51	40.9	Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA 2 AB

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Terzaghi-Peck	0.60
Strato (3) Substrato arenaceo	40.90	7.20-8.80	Terzaghi-Peck	2.76

delle "Arenarie di Diano d'Alba"				
-------------------------------------	--	--	--	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Robertson (1983)	17.88
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Robertson (1983)	81.80

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	92.98
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	418.95

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Apollonia	89.40
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Apollonia	409.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Meyerhof	1.93
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Meyerhof	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Meyerhof	2.12	
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Meyerhof	2.50	

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	130.59
Strato (3) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	40.90	7.20-8.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	194.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Meyerhof 1957	35.73
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Meyerhof 1957	52.5

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	20.73
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	26.58

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Schmertmann (1978) (Sabbie)	17.52
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Schmertmann (1978) (Sabbie)	71.52

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	47.77
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	77.87

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Meyerhof et al.	1.41
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Meyerhof et al.	1.69

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1)	2.19	0.00-0.80	2.19	Ohsaki (Sabbie)	135.81

Copertura eluvio-colluvial e sciolta				pulite)	
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Ohsaki (Sabbie pulite)	509.53

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Ohta & Goto (1978) Limi	65.65
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Ohta & Goto (1978) Limi	130.59

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Navfac 1971-1982	0.32
Strato (2) Coltre di alterazione sabbioso-siltosa del substrato	8.94	0.80-7.20	8.94	Navfac 1971-1982	1.87

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-0.80	2.19	Robertson 1983	4.38
Strato (2) Coltre di	8.94	0.80-7.20	8.94	Robertson 1983	17.88

alterazione sabbioso-siltosa del substrato					
--	--	--	--	--	--

PROVA ...3 AB

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 19/02/2024

Profondità prova 8.80 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	4	0.814	26.97	33.13	1.35	1.66
2.80	4	0.811	26.88	33.13	1.34	1.66
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	5	0.803	33.27	41.41	1.66	2.07
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	4	0.798	24.70	30.94	1.24	1.55
4.00	3	0.796	18.47	23.21	0.92	1.16
4.20	4	0.794	24.56	30.94	1.23	1.55
4.40	3	0.791	18.37	23.21	0.92	1.16
4.60	4	0.789	22.91	29.03	1.15	1.45
4.80	4	0.787	22.85	29.03	1.14	1.45
5.00	4	0.785	22.79	29.03	1.14	1.45

5.20	4	0.783	22.73	29.03	1.14	1.45
5.40	4	0.781	22.67	29.03	1.13	1.45
5.60	4	0.779	21.30	27.34	1.06	1.37
5.80	4	0.777	21.25	27.34	1.06	1.37
6.00	3	0.775	15.90	20.50	0.79	1.03
6.20	4	0.774	21.15	27.34	1.06	1.37
6.40	5	0.772	26.38	34.17	1.32	1.71
6.60	6	0.770	29.85	38.75	1.49	1.94
6.80	8	0.769	39.72	51.66	1.99	2.58
7.00	9	0.767	44.59	58.12	2.23	2.91
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91
7.40	9	0.764	44.41	58.12	2.22	2.91
7.60	10	0.763	46.68	61.21	2.33	3.06
7.80	10	0.761	46.60	61.21	2.33	3.06
8.00	11	0.760	51.16	67.33	2.56	3.37
8.20	15	0.709	65.06	91.81	3.25	4.59
8.40	40	0.557	136.43	244.83	6.82	12.24
8.60	45	0.556	145.54	261.78	7.28	13.09
8.80	50	0.555	161.35	290.86	8.07	14.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	1.5	14.75	Incoerente	1.41	1.87	0.08	1.46	2.19	Copertura eluvio-colluviale sciolta
6.6	4.26	33.41	Incoerente	1.59	1.9	0.6	1.49	6.35	Coltre sabbioso-siltosa poco addensata
8	9.43	59.4	Incoerente - coesivo	2.06	2.27	1.17	1.51	14.29	Alterazione sabbioso-siltosa del substrato
8.8	37.5	222.32	Coesivo	2.5	2.5	1.43	1.52	57	Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 1	0	0	0	0	

Strato 2	0	0	0	0	
Strato 3	10.17	16.95	27.12	40.68	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA 3 AB

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Terzaghi-Peck	0.97
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Terzaghi-Peck	3.85

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Robertson (1983)	28.58
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Robertson (1983)	114.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	147.54
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	583.16

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Apollonia	142.90
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Apollonia	570.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Meyerhof	2.06
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Meyerhof	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Meyerhof	2.27

Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Meyerhof	2.50	
--	-------	-----------	----------	------	--

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	159.06
Strato (4) Substrato arenaceo delle "Arenarie di Diano d'Alba"	57.00	8.00-8.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	207.62

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Meyerhof 1957	35.08
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Meyerhof 1957	46.44
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Meyerhof 1957	58.02

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	20.73

Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	24.76
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATI ON)	29.64

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Schmertmann (1978) (Sabbie)	17.52
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Schmertmann (1978) (Sabbie)	50.80
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Schmertmann (1978) (Sabbie)	114.32

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	47.77
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	66.32
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	101.73

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Meyerhof et al.	1.41
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Meyerhof et al.	1.59
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Meyerhof et al.	1.86

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90

Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
--	-------	-----------	-------	----------------------------	------

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Ohsaki (Sabbie pulite)	135.81
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Ohsaki (Sabbie pulite)	369.42
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Ohsaki (Sabbie pulite)	791.85

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Ohta & Goto (1978) Limi	70.99

Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Ohta & Goto (1978) Limi	122.48
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Ohta & Goto (1978) Limi	159.06

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Navfac 1971-1982	0.32
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Navfac 1971-1982	1.30
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Navfac 1971-1982	2.99

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura eluvio-colluvial e sciolta	2.19	0.00-1.20	2.19	Robertson 1983	4.38
Strato (2) Coltre sabbioso-siltosa poco addensata	6.35	1.20-6.60	6.35	Robertson 1983	12.70
Strato (3) Alterazione sabbioso-siltosa del substrato	14.29	6.60-8.00	14.29	Robertson 1983	28.58

Indice

PROVA ...1 AB	.10
Coesione non drenata	.12
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.12
Modulo Edometrico	.12
Modulo di Young	.12
Classificazione AGI	.13
Peso unita' di volume	.13
Peso unita' di volume saturo	.13
Velocita' onde di taglio	.13
Densita' relativa	.14
Angolo di resistenza al taglio	.14
Modulo di Young	.14
Modulo Edometrico	.15
Classificazione AGI	.15
Peso unita' di volume	.15
Peso unita' di volume saturo	.15
Modulo di Poisson	.16
Modulo di deformazione a taglio dinamico	.16
Velocita' onde di taglio	.16
Coefficiente spinta a Riposo	.16
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.17
PROVA ...2 AB	.17
Coesione non drenata	.19
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.19
Modulo Edometrico	.19
Modulo di Young	.20
Classificazione AGI	.20
Peso unita' di volume	.20
Peso unita' di volume saturo	.21
Velocita' onde di taglio	.21
Densita' relativa	.21
Angolo di resistenza al taglio	.21
Modulo di Young	.22
Modulo Edometrico	.22
Classificazione AGI	.22
Peso unita' di volume	.23
Peso unita' di volume saturo	.23
Modulo di Poisson	.23
Modulo di deformazione a taglio dinamico	.24
Velocita' onde di taglio	.24
Coefficiente spinta a Riposo	.24
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.24

PROVA ...3 AB	.25
Coesione non drenata	.27
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.27
Modulo Edometrico	.27
Modulo di Young	.28
Classificazione AGI	.28
Peso unita' di volume	.28
Peso unita' di volume saturo	.28
Velocita' onde di taglio	.29
Densita' relativa	.29
Angolo di resistenza al taglio	.29
Modulo di Young	.30
Modulo Edometrico	.30
Classificazione AGI	.31
Peso unita' di volume	.31
Peso unita' di volume saturo	.31
Modulo di Poisson	.32
Modulo di deformazione a taglio dinamico	.32
Velocita' onde di taglio	.32
Liquefazione	.33
Coefficiente spinta a Riposo	.33
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.33
Indice	.35



www.GeoContest.eu

Geo Contest s.r.l.

Via: E. Giovanelli, 28 - 14100 ASTI (AT)

P.IVA: 012499500054

Tel. e fax: + 39 0141 351106

Cell.: +39 393 9558998

Email: info@geocontest.eu

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE SISMICA MASW

Data: 19 febbraio 2024

Committente:

Dr. geol. Annalisa Bove

Il Geologo operatore:

Dr. Geol. Massimo Castellaro

Il Progettista:



**Nuove edificazioni -
Loc. Tarramino – Ricca d’Alba – Diano d’Alba (CN)**

Easy MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

$$v = \lambda \times \nu$$

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

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

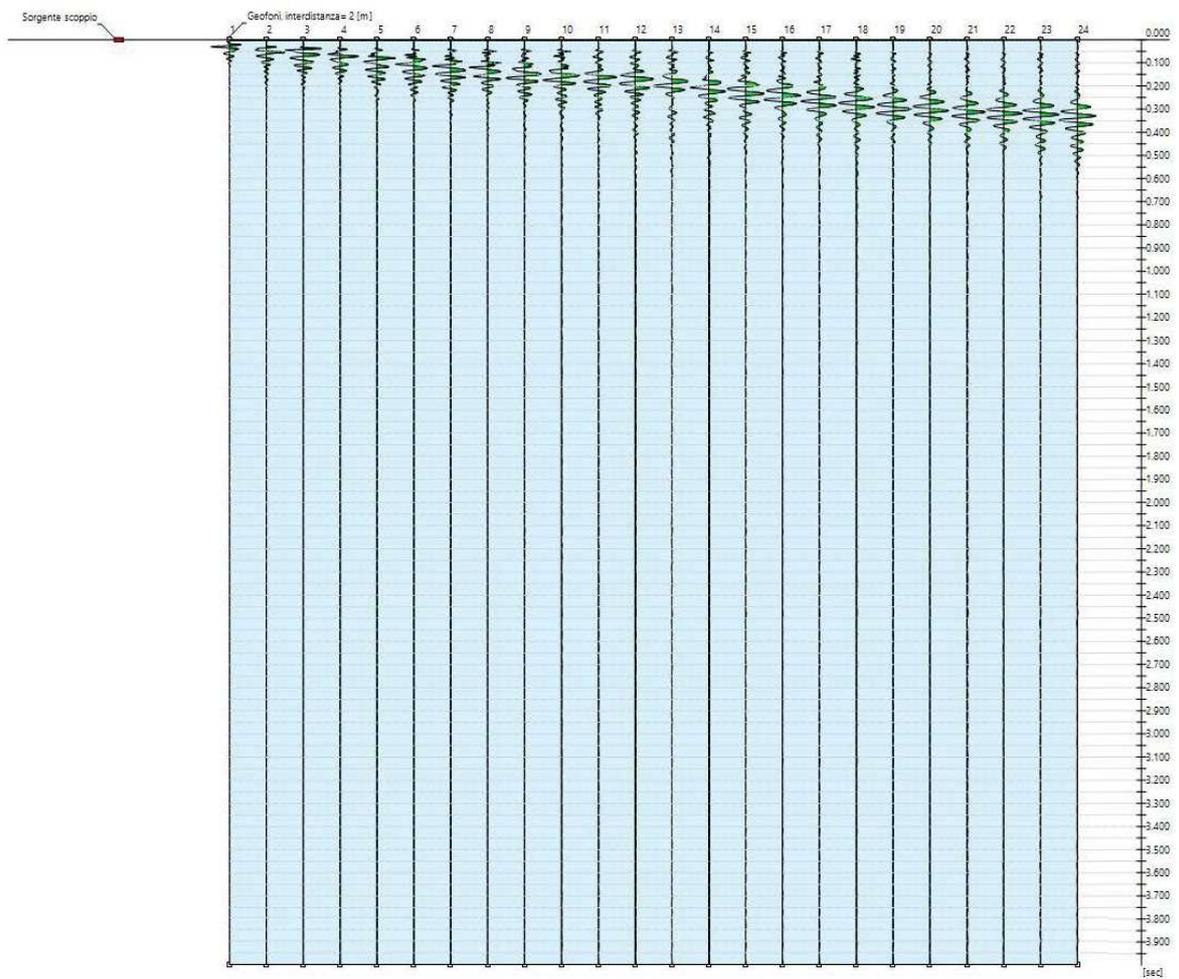
Dati generali

Committente	Dr. geol. Annalisa Bove
Cantiere	Nuove edificazioni
Località	Loc. Tarramino - Ricca d'Alba - Diano d'Alba (CN)
Operatore	Dr. geol. Massimo Castellaro
Responsabile	Dr. geol. Massimo Castellaro
Zona	4
Data	19/02/2024 10:45
Latitudine	44.6706
Longitudine	8.0386

Tracce

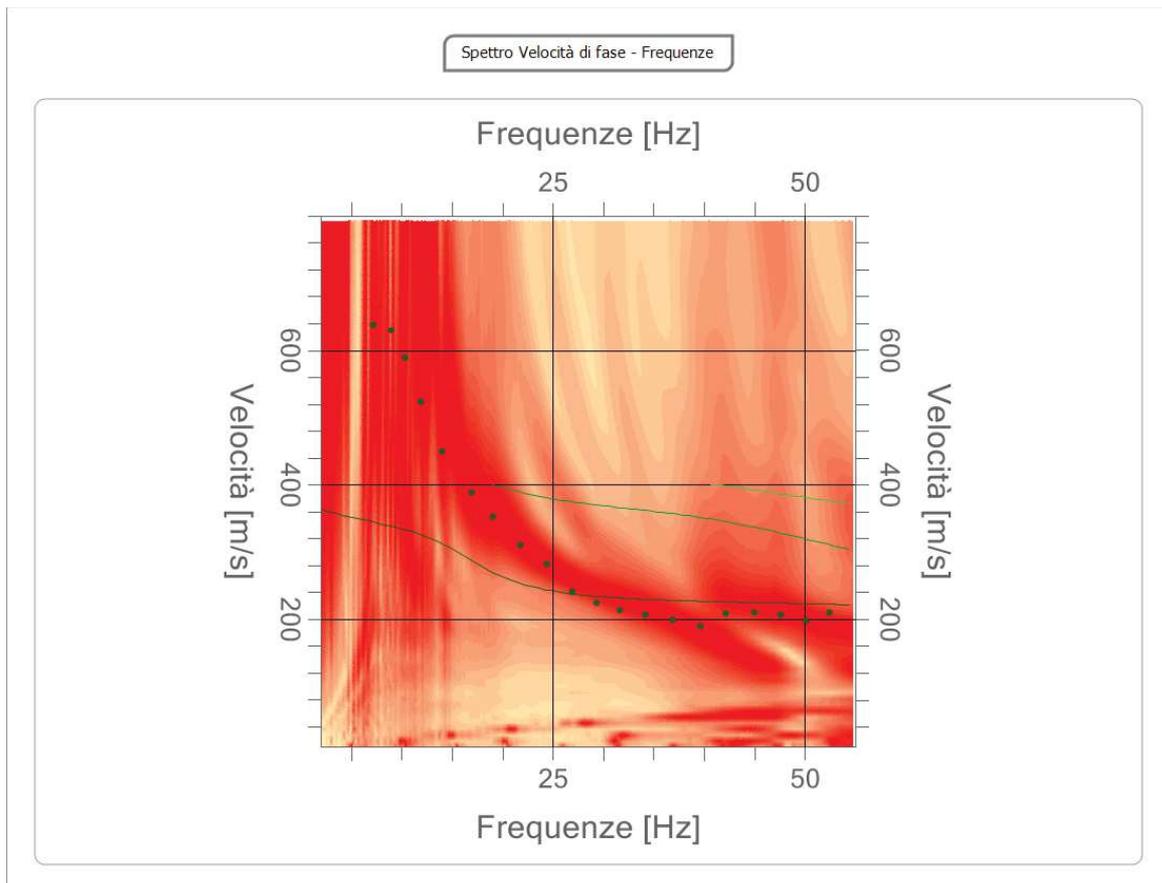
N. tracce	24
Durata acquisizione [ms]	4000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [ms]	0.25

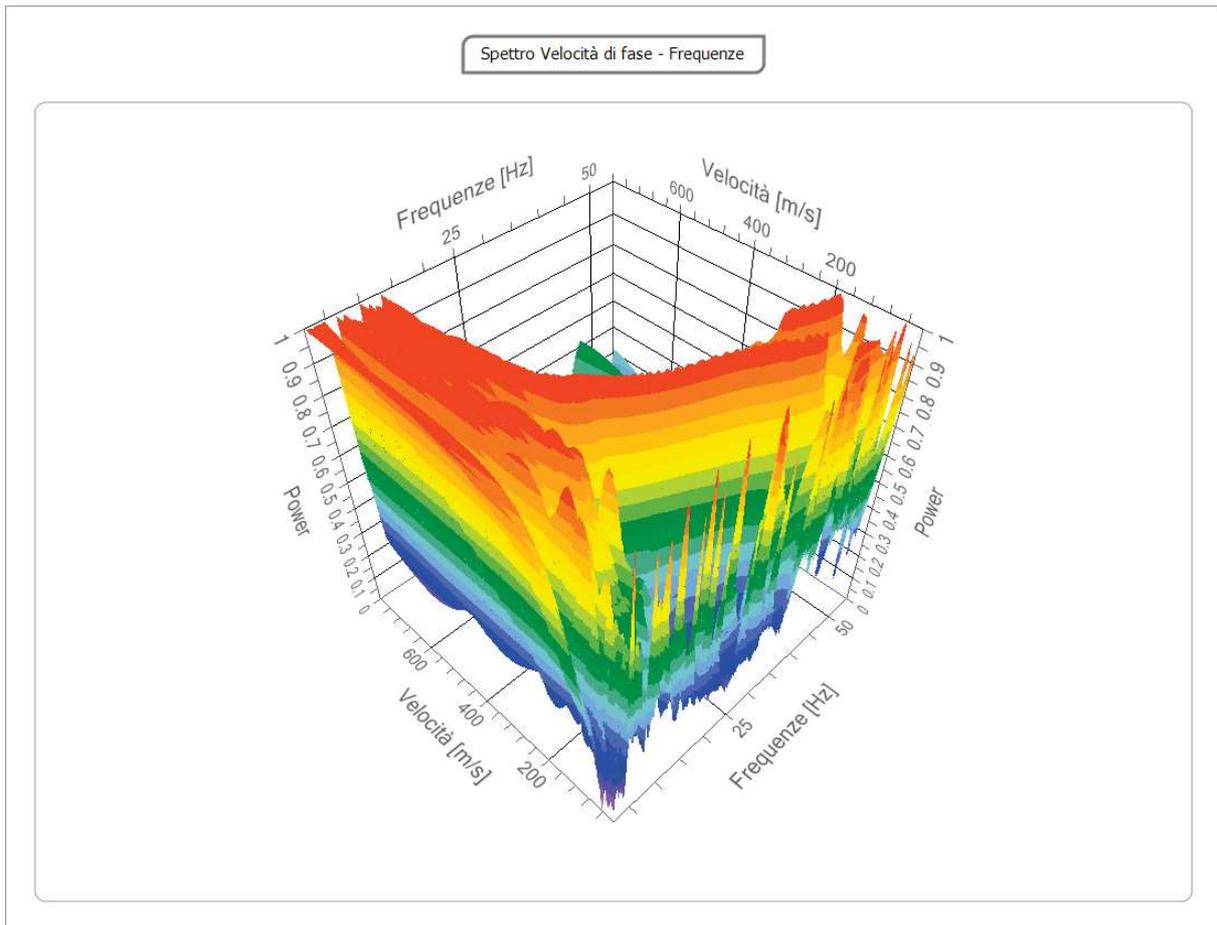
Committente: Dr. geol. Annalisa Bove
Cantiere: Nuove edificazioni
Località: Loc. Tarramino - Ricca d'Alba - Diano d'Alba (CN)
Operatore: Dr. geol. Massimo Castellaro
Responsabile: Dr. geol. Massimo Castellaro
Data: 19/02/2024
Latitudine: 44.6706° Longitudine: 8.0386°



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	2
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	55
Velocità minima di elaborazione [m/s]	10
Velocità massima di elaborazione [m/s]	800
Intervallo velocità [m/s]	1

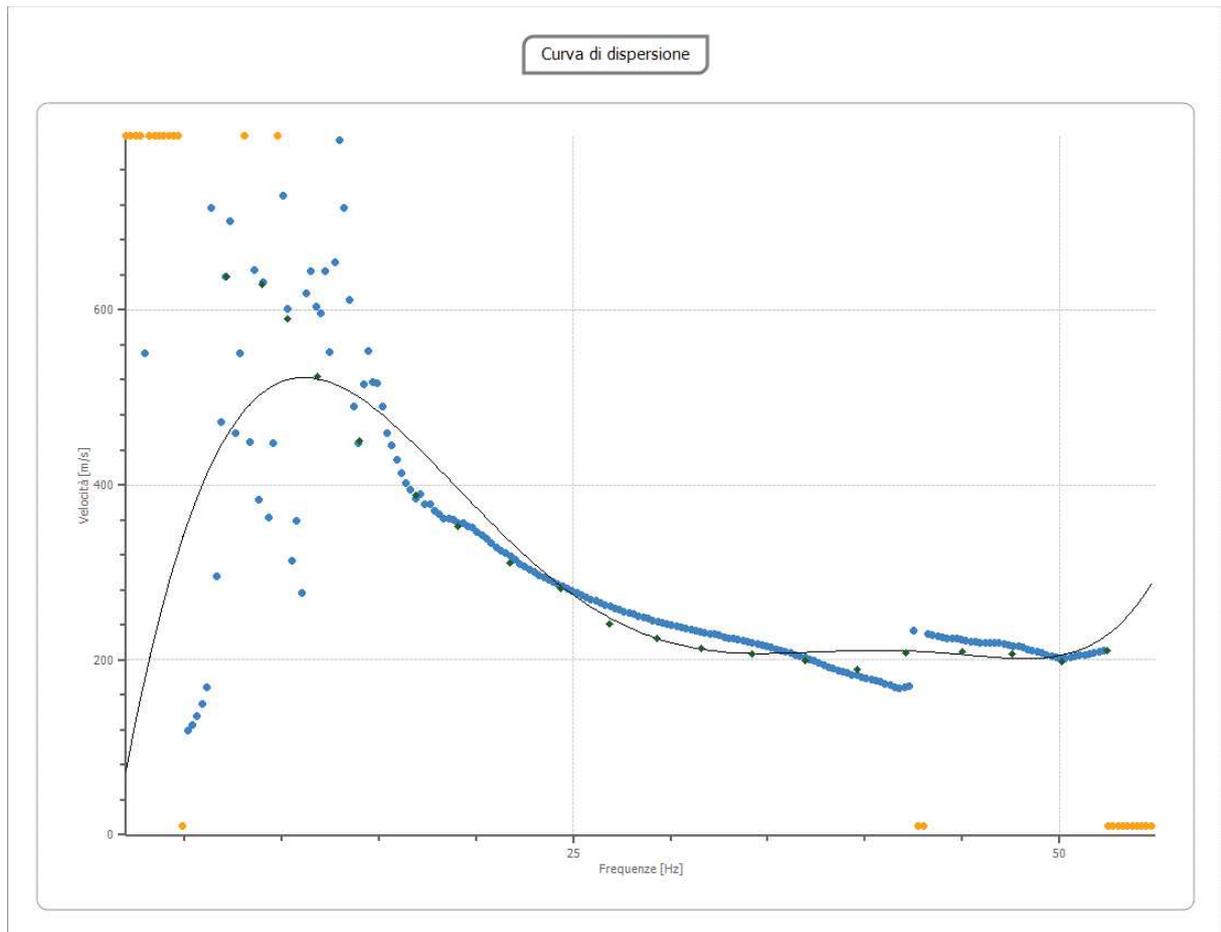




Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/s]	Modo
1	7.2	637.9	0
2	9.0	629.1	0
3	10.3	589.7	0
4	11.8	523.8	0
5	14.0	450.2	0
6	16.9	388.1	0
7	19.1	352.6	0
8	21.7	310.7	0
9	24.4	281.6	0

10	26.9	241.0	0
11	29.3	224.5	0
12	31.6	213.1	0
13	34.2	206.7	0
14	36.9	199.1	0
15	39.6	189.0	0
16	42.1	208.0	0
17	45.0	209.3	0
18	47.6	206.7	0
19	50.1	197.8	0
20	52.5	210.5	0



Inversione

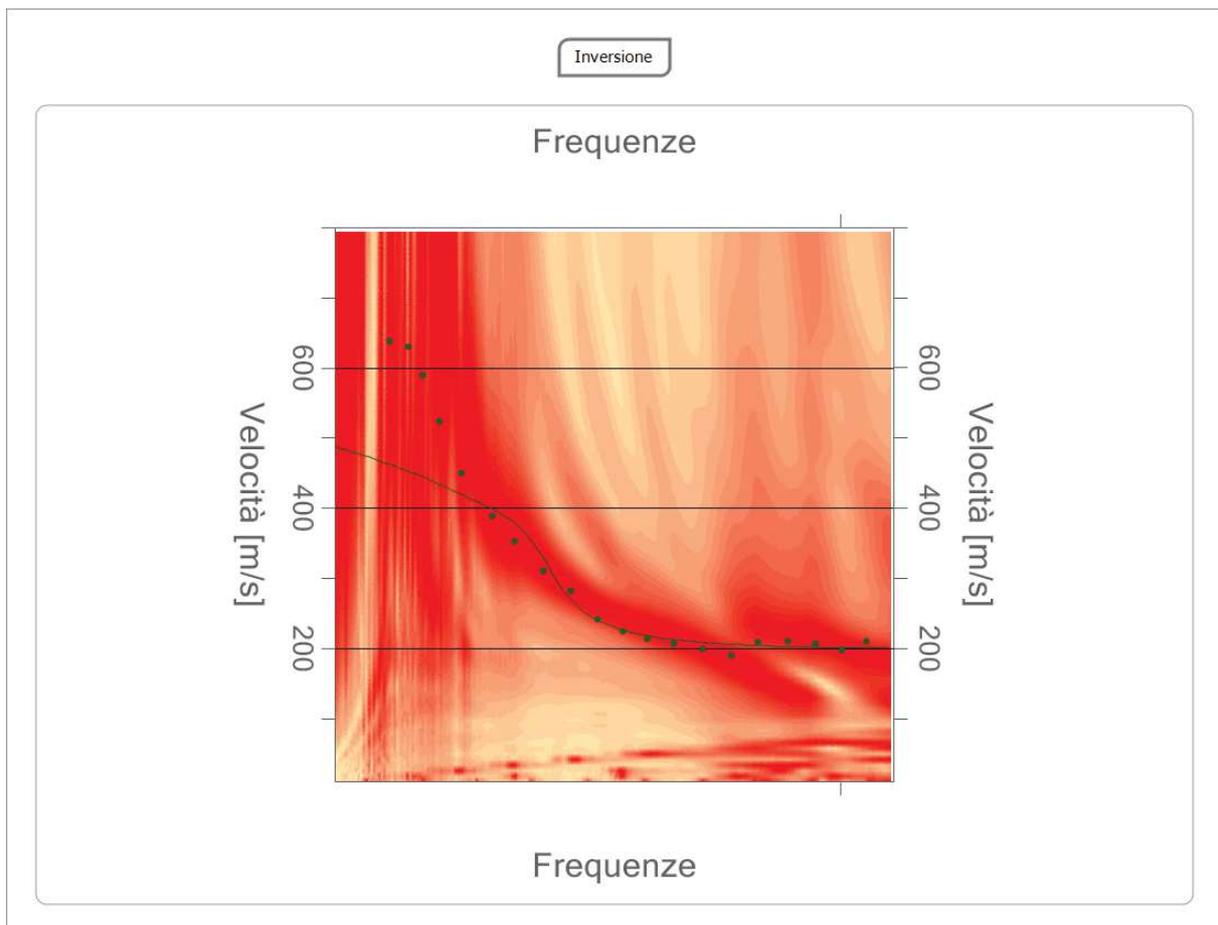
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/s]	Vs [m/s]
1	Copertura	1.01	1.01	1500.0	0.30	No	394.8	211.0
2	Coltre alterazione	4.08	3.07	1800.0	0.30	Si	390.8	208.9
3	Substrato	∞	∞	2100.0	0.30	No	997.6	533.3

Percentuale di errore

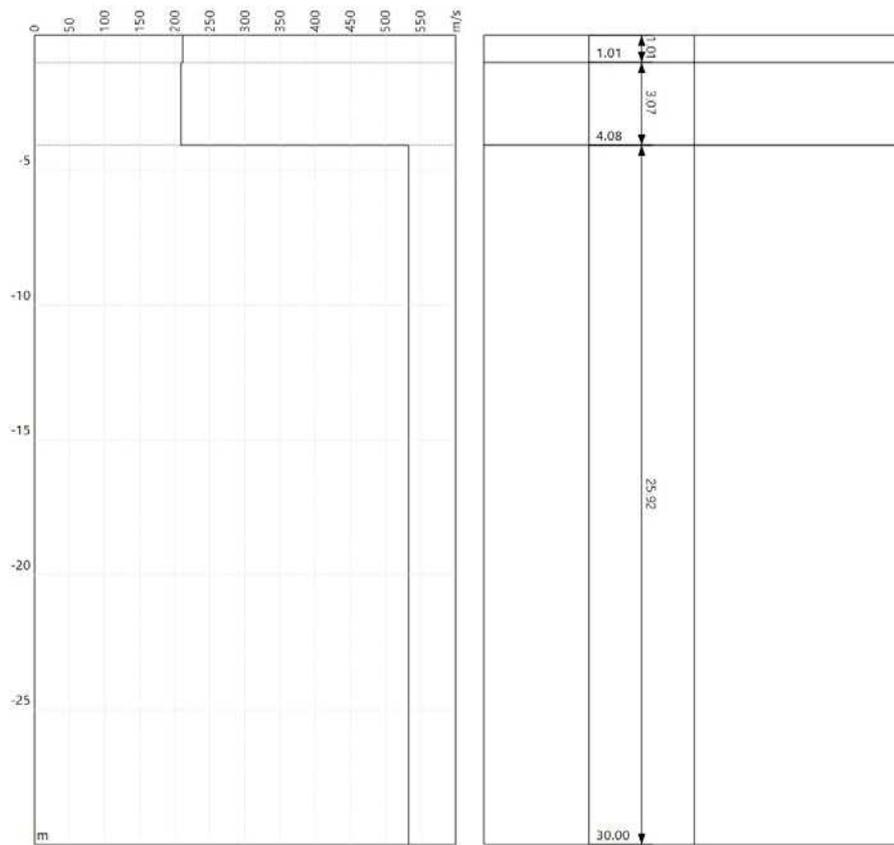
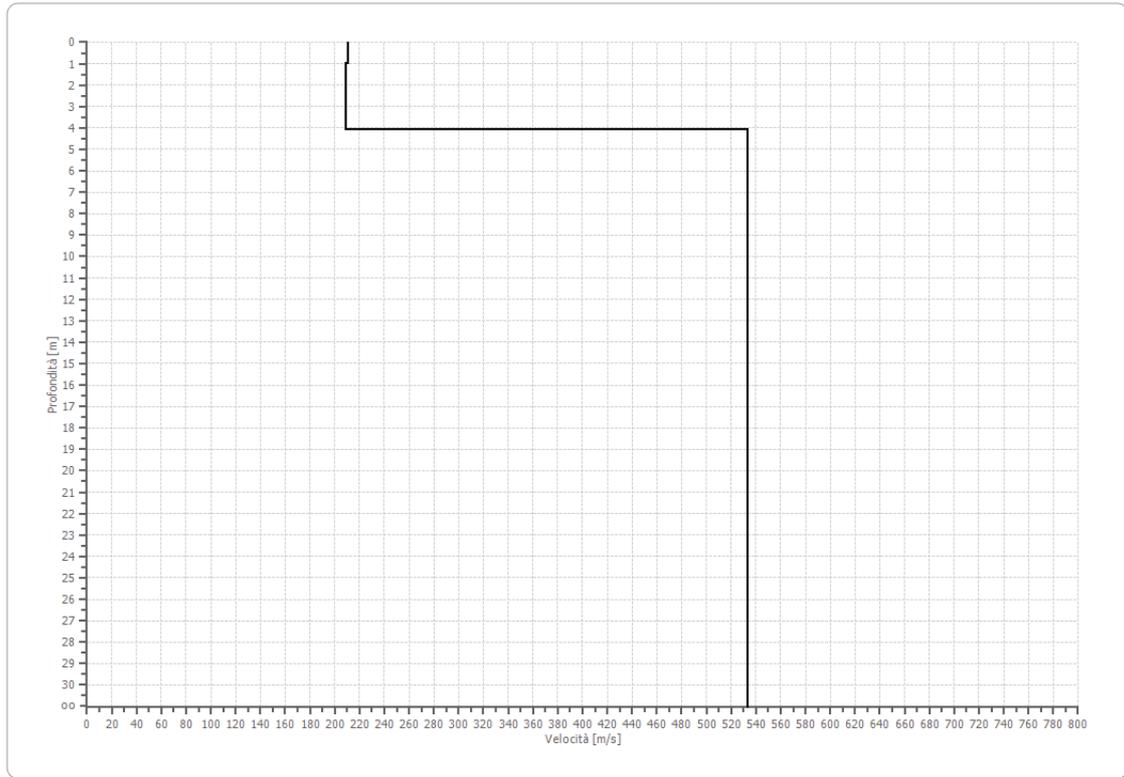
3.685 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.118



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ [m/s] (H=30.00 m)	440,63
<u>Categoria del suolo</u>	<u>B</u>

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

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.01	1.01	211.0	394.7	1500.0	0.30	66.79	233.7	144.7	173.6	2	995.4
2	4.08	3.07	208.8	390.7	1900.0	0.30	82.90	290.1	179.6	215.5	6	945.9
3	oo	oo	533.2	997.6	2100.0	0.30	597.1	2090	1293	1552	50	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young.

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 44,671517 [°]

longitudine: 8,039760 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15573	44,658890	8,007901	2884,4
Sito 2	15574	44,662100	8,077953	3196,8
Sito 3	15352	44,711990	8,073431	5228,6
Sito 4	15351	44,708790	8,003316	5047,5

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,019	2,604	0,161
Danno (SLD)	63	50	0,024	2,585	0,188
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,048	2,676	0,294
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,057	2,788	0,308

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,590	1,200	0,006	0,003	0,273	0,200
SLD	1,200	1,540	1,200	0,007	0,003	0,342	0,200
SLV	1,200	1,410	1,200	0,014	0,007	0,683	0,200
SLC	1,200	1,390	1,200	0,016	0,008	0,805	0,200

Geostru