

Regione Puglia



Provincia di Foggia



Comune di Apricena



Comune di San Paolo di Civitate



Committente:

Falck
Renew
ables

SUSTAINABLE DEVELOPMENT

FALCK RENEWABLES SVILUPPO s.r.l.
via A. Falck, 4 - 16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)
c.f. IT10500140966

Titolo del Progetto:

Progetto di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo integrato con impianto olivicolo - denominato "Mezzanelle"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Tavola:

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

B_rev.1

FOGLIO:

1 di 1

SCALA:

N.A.

Nome file:

B - Relazione Geologica_rev.1.pdf

FORMATO:

A4

Progettazione:



NEW DEVELOPMENTS

NEW DEVELOPMENTS S.r.l.
Piazza Europa, 14
87100 Cosenza (CS)

Geologo:

dott. Geol. Pasquale Greco

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	09/11/2021	PRIMA REVISIONE	PG	New Dev	FALCK
00	15/07/2019	PRIMA EMISSIONE	PG	New Dev	FALCK

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Inquadramento territoriale	4
3.	Caratterizzazione geologica.....	6
3.1	Area impianto fotovoltaico.....	7
3.2	Area centrale di accumulo e SET	8
4.	Caratteristiche strutturali geomorfologiche ed idrogeologiche e vincoli pai.....	9
4.1	Aspetto strutturale	9
4.2	Geomorfologia.....	10
4.3	Idrografia	14
4.4	Idrogeologia.....	14
5.	Caratterizzazione geotecnica.....	16
5.1	Indagini eseguite.....	16
5.2	Prove Penetrometriche dinamiche continue DPM.....	17
5.3	MASW	20
5.4	Parametri geotecnici.....	26
6.	Conclusioni	27

1. Premessa

La New Developments S.r.l., in qualità di gruppo di progettazione, mi ha incaricato di eseguire uno studio geologico, sismico, con caratterizzazione geotecnica relativo ad un'area sita nel Comune di Apricena (FG), dove la società **FALCK RENEWABLES SVILUPPO s.r.l.** intende realizzare un parco fotovoltaico (denominato "**MEZZANELLE**") con sistema di accumulo ed integrato con impianto olivicolo. L'impianto fotovoltaico, avente potenza complessiva pari a **47,2696 MWp** disposti su sistemi di inseguimento solare monoassiale di rollio del tipo tracker, è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in accordo con la Strategia Energetica Nazionale (SEN).

La connessione alla RTN è prevista in un'area individuata in prossimità della stazione elettrica Terna di futura realizzazione nel territorio comunale di San Paolo di Civitate e collegata all'area parco mediante elettrodotto interrato MT messo a dimora lungo le strade esistenti.

L'estensione del terreno interessato dall'intervento è catastalmente quantificata in Ha 67.45.91, ottenuta come somma delle superfici nominali delle singole particelle costituenti il terreno di sedime.

Inoltre, al fine di favorire lo sfruttamento e rinnovamento colturale dell'olivicoltura regionale, il proponente integra detto impianto fotovoltaico con un arboreto di olive da olio inserito tra i filari dei pannelli.

La stessa area è inclusa nel Foglio 396 – San Severo della Carta Geologica d'Italia redatta in scala 1:50.000.

Lo scopo di tale studio è stato quello di individuare le caratteristiche geologiche, tecniche, stratigrafiche e geomorfologiche della zona, inquadrata nel contesto generale del territorio; sono state inoltre osservate ed interpretate le caratteristiche di circolazione idrica superficiale e profonda del terreno nel quale saranno infisse le strutture dell'Impianto Fotovoltaico.

Per quanto riguarda la definizione della stratigrafia, della caratterizzazione dei parametri geotecnici e della capacità portante del terreno di fondazione e la caratterizzazione dei parametri sismici, sono stati effettuati sul sito di interesse, quattro prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro DPM30 e due stendimenti sismici di tipo MASW.

Anche nell'area SET (futura Terna) sono state effettuate una prova penetrometrica dinamica continua sempre con penetrometro DPM30 e uno stendimento sismico tipo MASW.

Lo studio è stato realizzato in osservanza delle seguenti leggi:

- DM 17/01/2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni."
- OM 3274 del 2003;

Infine sono state consultate le tavole del P.A.I. dell'autorità di Bacino della Regione Puglia, al fine di verificare se l'area è sottoposta a vincolo di Rischio idrogeologico.

- Rilevamento Geologico del sito in oggetto e delle aree adiacenti;
- Analisi litologica del terreno di fondazione basata su indagini condotte in situ, osservazione diretta e su ricerca bibliografica;

2. Inquadramento territoriale

L'impianto fotovoltaico è ubicato nel territorio del Comune di **Apricena** in provincia di Foggia (Puglia - Italia). L'area interessata dall'opera sviluppa una superficie recintata complessiva di circa 67 Ha lordi suddivisi in più campi che presentano struttura orografica regolare e prevalentemente pianeggiante.

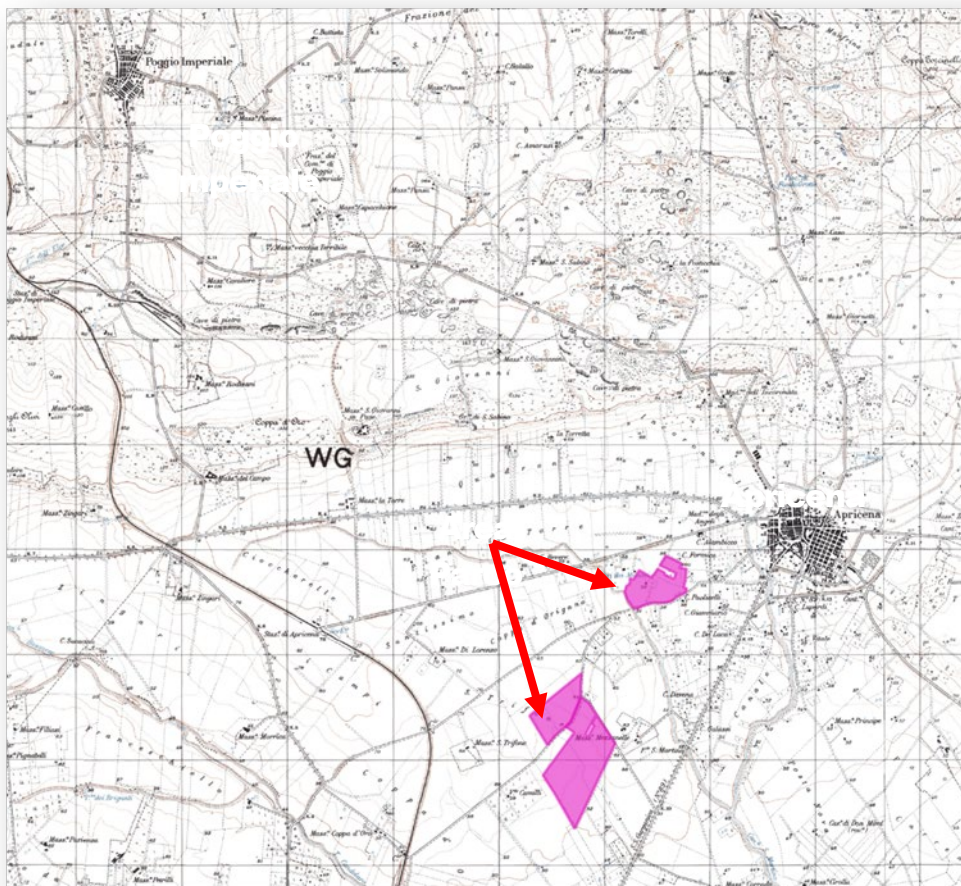


Figura 1 - Inquadramento su IGM



Figura 2 - Vista aerea dell'area di interesse (in giallo)

Il terreno è classificato dallo strumento urbanistico vigente come terreno agricolo attualmente utilizzato come seminativo, dotato di irrigazione artificiale servita dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata - Foggia.

3. Caratterizzazione geologica

Dal rilevamento geologico condotto in situ e nelle aree adiacenti, dalle risultanze delle ricerche bibliografiche, dalla consultazione della carta geologica e dalle indagini condotte sul sito, risulta che le formazioni presenti sul terreno interessato sono di tipo sedimentario marino e continentale.

Costituiscono una sottile copertura, a geometria tabulare, discordante su un substrato rappresentato prevalentemente dalle argille subappennine. Si tratta di depositi marini e continentali posti a quote comprese fra i 140 m ed i 25 m s.l.m., sedimentatisi nelle ultime fasi evolutive della Fossa bradanica e che occupano l'intera porzione del Tavoliere di Puglia compresa nel Foglio 1:50.000 n° 396 "San Severo".

Il quadro paleogeografico e l'organizzazione stratigrafica di tali unità terrazzate ricalca piuttosto quanto desumibile dalla letteratura in altri settori della Fossa bradanica: si tratta in definitiva di depositi regressivi marini, di transizione e continentali associati al sollevamento regionale che, a partire dal Siciliano, interessa i settori di avanfossa e di avampaese dell'Appennino meridionale. Durante questo periodo nel settore settentrionale della Fossa bradanica si verifica una regressione generalizzata del mare con il progressivo spostamento della linea di costa fino alla posizione attuale del Golfo di Manfredonia, e la successiva, in parte contemporanea, evoluzione in ambiente continentale che ha prodotto le attuali condizioni geologiche e morfologiche dell'area qui considerata.

Le due formazioni in affioramento nell'area ristretta dell'impianto fotovoltaico sono caratterizzate dalle seguenti litologie:

3.1 Area impianto fotovoltaico

a) **Sabbie, silt ed argille - Subsistema di Amendola – MLM₁:** Caratterizza un esteso settore nella metà centro-occidentale del Foglio: superiormente è limitato da una spianata morfologica che raggiunge quote variabili fra i 55 e i 65 m s.l.m. Talvolta sono presenti sabbie a stratificazione incrociata ed intercalazioni di silt ed argille verdastre. E' costituita in basso da sabbie fini (1 m circa) fortemente bioturbate e con abbondanti frammenti di gusci di bivalvi dispersi nel sedimento; verso l'alto si passa ad uno strato lentiforme (spessore variabile da pochi cm fino a 1 m) ben cementato costituito unicamente da resti di bivalvi e gasteropodi sia in frammenti che interi; chiudono localmente la successione sabbie ed arenarie da fini a grossolane a stratificazione incrociata concava.

Presentano alla base della formazione 3 m di sabbie fini giallastre con rare intercalazioni di argille e silt. Si distingue una laminazione piano parallela sempre in basso mentre verso l'alto la bioturbazione ha obliterato ogni struttura sedimentaria primaria.

Lo spessore massimo è di circa 35 m e la base di questa unità è posta a circa 23-25 m s.l.m.

b) **Sabbie e Conglomerati Sintema di Motta del Lupo – TLP:** Il sintema di Motta del Lupo è il sintema continentale più rappresentato in termini areali all'interno del settore di avanfossa del Foglio. Affiora diffusamente in un ampio settore pianeggiante compreso fra quote prossime ai 75 m (nel settore occidentale del Foglio) fino a circa 30 m s.l.m. Nell'area ristretta dell'impianto fotovoltaico affiora in eteropia laterale dalla quota di circa 48 m.

Si tratta di fitte alternanze argilloso siltose. I silt sono brunastri mentre le argille di colore verdastro, la laminazione è sottile (lamine sempre al di sotto del cm di spessore) e sempre piano-parallela.

Il sintema di Motta del Lupo, costituito quindi essenzialmente da depositi continentali, è spesso circa 30 m; si tratta di depositi argillosi e subordinatamente sabbiosi e siltosi.

3.2 Area centrale di accumulo e SET

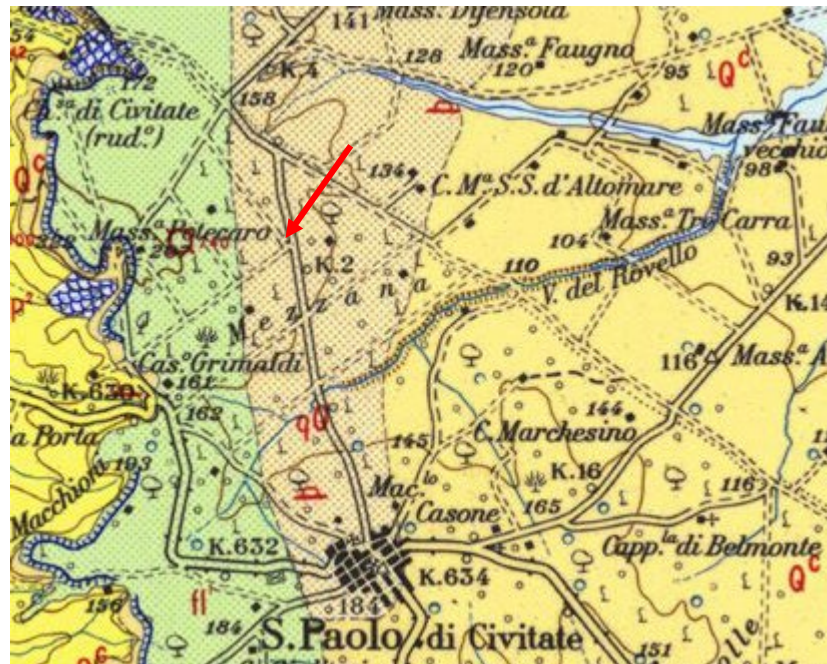


Figura 3 – Carta geologica dell'area di ubicazione della connessione alla Rete Elettrica Nazionale SET

a) **Conglomerati – qQ:** la formazione denominata "Conglomerato di Campomarino" è di origine marina ed alluvionale, in quanto si è deposta inizialmente in ambiente marino (al termine della regressione calabriana) e successivamente in ambiente continentale. La litologia caratteristica è rappresentata da lenti e letti di ghiaie, più o meno cementate, talvolta con livelli di conglomerati compatti. Talvolta sono presenti sabbie a stratificazione incrociata ed intercalazioni di argille verdastre.

Il passaggio alle sottostanti sabbie di Serracapriola è normalmente concordante. Lo spessore è elevato e raggiunge spesso i 20 metri.

Dotato di buona resistenza e coesione, risulta idoneo come terreno di fondazione.

4. Caratteristiche strutturali geomorfologiche ed idrogeologiche e vincoli pai

4.1 Aspetto strutturale

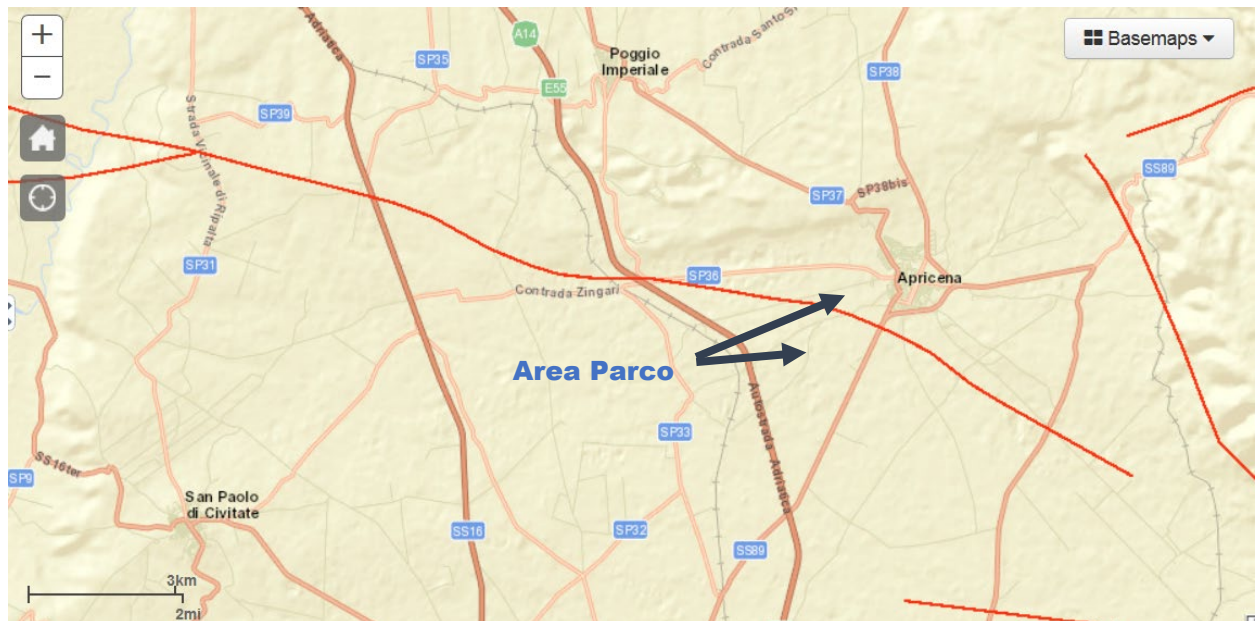


Figura 4 – Estratto database ITHACA

Dalla consultazione del database del catalogo delle faglie capaci del sistema ITHACA (ved. Figura soprastante) risulta evidente che l'area del parco dista poche centinaia di metri da una lineazione tettonica attiva (Faglia di Apricena).

La Faglia di Apricena, con direzione WNW-ESE e immergendosi verso SSW, si estende nel sottosuolo per circa 30 chilometri da Serracapriola a Santa Maria di Stignano tagliando l'intera sequenza quaternaria. La lineazione si estende a nord dell'altopiano di Chieuti, nella zona danneggiata dal terremoto del 1627. Tra le varie faglie attive durante il Pleistocene in questa zona, la Faglia di Apricena WNW-ESE è l'unica struttura tettonica che mostra evidenza di attività negli ultimi tempi. Questa osservazione rende ovviamente il caso di Apricena Fault il miglior candidato per la causa del terremoto del 1627 (Patacca e Scandone, 2004). La traccia della faglia si adatta bene alla fonte del terremoto ottenuta dai dati

macrosismici e il lato lungo settentrionale della "scatola sismogenetica" calcolata coincide quasi con la proiezione superficiale della faglia riconosciuta nel sottosuolo. Verso est, la faglia di Apricena e il sistema di faglie ad alto angolo che delimita il Chieuti High si uniscono a un importante sistema orientato W-E noto nella letteratura geologica come la Faglia di Mattinata. Quest'ultimo, a sua volta, si unisce all'offshore adriatico un altro importante sistema di faglia, chiamato la struttura Gondola-Grifone che si estende con una direzione W-E per circa 130 chilometri. Il sistema di faglia Mattinata e Gondola-Grifone sono strutture controverse: nella letteratura geologica esistono interpretazioni diverse e spesso contrastanti sulla loro cinematica. Sono due importanti strutture sismogenetiche del Gargano, un'area terremotata che ha subito in epoca storica due eventi distruttivi di magnitudo ≥ 6 (1223 sisma del Gargano orientale con IX MCS a Santa Tecla e Sfilzi e con VIII-IX a Vico del Gargano, 1646 sisma del Gargano orientale con IX-X MCS a Ischitella e Carpino e con IX a Vico del Gargano, Vieste e Monte Sant'Angelo, secondo Boschi et al., 1995).

4.2 Geomorfologia

Area impianto fotovoltaico

L'area su cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico appartiene ad una vasta area sub pianeggiante a pendenza inferiore a 2° (circa 1%). In particolare la prima area (a nord) è a quota compresa tra i 56 m (estremo nord) e i 54 m s.l.m. (dell'estremo sud posto a circa 500 m). La seconda area (a sud-ovest) è a quota compresa tra i 59 m (estremo nord) e i 52 m s.l.m. (dell'estremo sud posto a circa 800 m). La categoria topografica dell'intero sito è T1.



Figura 5 – Area Impianto fotovoltaico

Dall'immagine qui sopra risulta evidente che, a vasta scala, l'area del Parco fotovoltaico è completamente distribuita in un'area pianeggiante a bassissima pendenza verso sud (2%) e sempre a vasta scala non si notano particolari forme di dissesto estesi e nemmeno particolari aree ristrette importanti prossime ai siti dell'impianto fotovoltaico.

Nella Carta idrogeomorfologica è possibile notare l'assenza di particolari strutture critiche.

Dalla consultazione del Web Gis della Regione Puglia (immagine in basso) l'intera area di interesse è esente da qualsiasi areale classificato a pericolosità geomorfologica e/o idraulica.

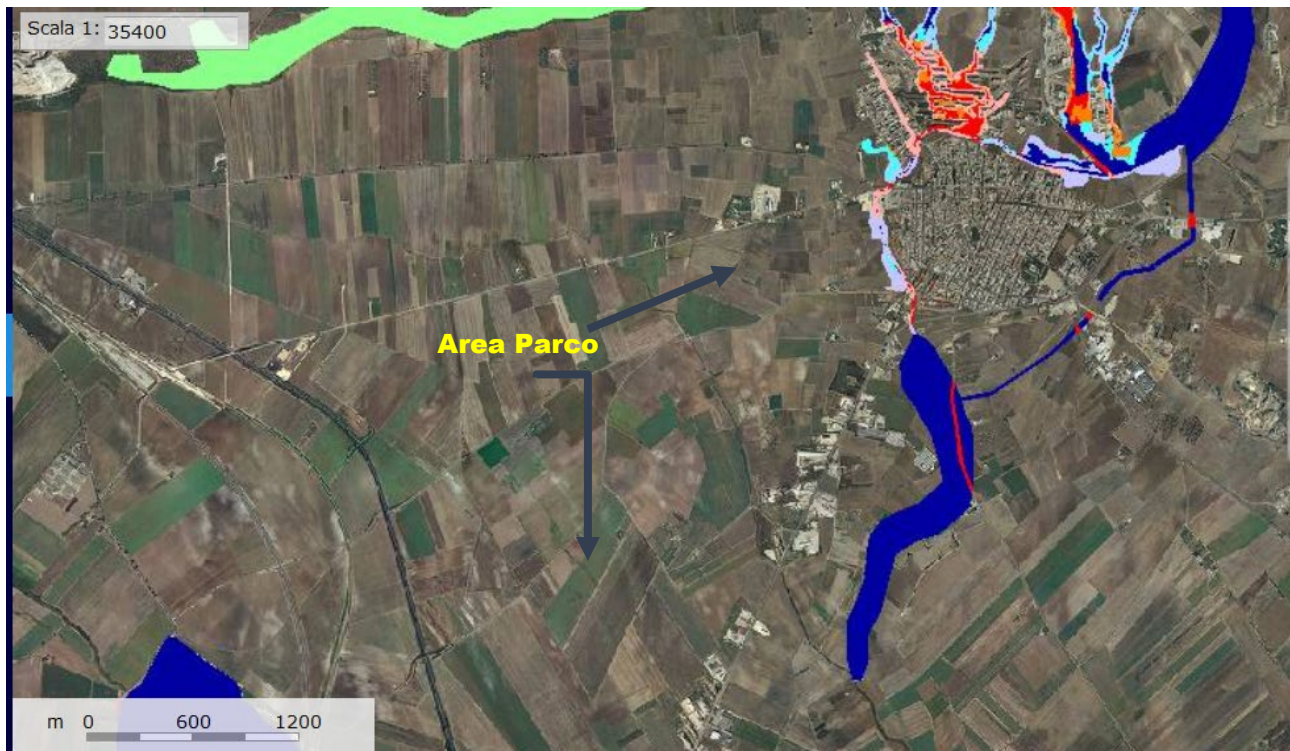


Figura 6 - Area di interesse individuata nella cartografia PAI con areali a rischio geomorfologico ed idraulico

Dai sopralluoghi effettuati e dalle indagini in situ risulta evidente la bassa pendenza (quasi nulla nelle 2 aree) e le buone caratteristiche di resistenza del terreno con un angolo di attrito interno medio $\phi = 29^\circ$ e l'assenza di falda superficiale.

Il dissesto geomorfologico, quindi, è totalmente assente nell'area dell'Impianto Fotovoltaico.

Nell'area propria dell'Impianto Fotovoltaico non sono stati rilevati corpi frana cartografabili e non sono presenti segni di instabilità in atto o potenziali, in quanto la media delle pendenze locali sono molto basse cioè pari al 1% (circa 2°).

Tale situazione geomorfologica induce a valutare un assente grado di Pericolosità geomorfologica dell'area in studio.

Area sottostazione elettrica di trasformazione e centrale di accumulo

L'area in studio è ubicata al centro di un crinale con versanti a bassa pendenza (circa 5°), a circa 4,1 km a sud-ovest dell'Impianto Fotovoltaico ad una quota di circa 150 m.

Anche qui come nell'area principale si ha stabilità geomorfologica legata alle basse pendenze anche se l'Autorità di Bacino della Puglia, inserisce la zona in un vasto areale classificato PG1 (area a pericolosità moderata o media).

Si ritiene superfluo effettuare una verifica ante e post operam tenendo conto che il rapporto Angolo di attrito interno/pendenza terrena è pari a $29^\circ/3^\circ = 9,66$ (coefficiente di sicurezza sicuramente molto superiore ad 1 dove si ha equilibrio tra le forze resistenti e le forze agenti).

+

4.3 Idrografia

L'area a grande scala sulla quale sarà realizzato l'impianto è posto nel contesto dell'area pianeggiante a sud del Lago di Lesina e ad ovest del promontorio del Gargano che progredisce dolcemente a nord verso la costa. La stessa area è ubicata immediatamente a sudovest del centro abitato di Apricena e a nord di San Severo. In tale area, si sviluppa il reticolo idrografico del Torrente Candelaro con rami classificati nel secondo e terzo grado dell'ordine di Horton.

Vista la forma piuttosto regolare dell'area, dove il bacino principale del T. Candelaro progredisce verso Est verso il Golfo di Manfredonia DOVE IL Torrente sfocia, si hanno in prossimità dell'area di interesse, ad adeguata distanza, solo l'asta del Torrente Candelaro che prosegue il suo percorso verso sud-est.

Viste le blande pendenze il tipo di deflusso superficiale è abbastanza lento, è la litologia che caratterizza l'area in esame è relativamente permeabile.

Le linee di deflusso sono concentrate nelle direzioni di massima pendenza locale dell'area esaminata (verso est).

4.4 Idrogeologia

La distinzione e il raggruppamento dei terreni affioranti sono dettati dal fatto che la litologia, unitamente a fattori morfologici, climatici ed antropici concorre a determinare l'andamento dei deflussi e conseguentemente tutto il complesso di azioni chimico-fisico-meccaniche di alterazione dei sedimenti. La determinazione delle caratteristiche idrogeologiche scaturisce da una serie di osservazioni volte alla stima di alcuni fattori idraulici ed idrogeologici caratterizzanti le proprietà delle rocce. I parametri che condizionano e regolano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono: la permeabilità, la porosità, il grado di fratturazione, le discontinuità strutturali e l'alterazione. Il parametro più rappresentativo è senza dubbio la permeabilità, cioè la proprietà di un mezzo a lasciarsi attraversare dall'acqua. Le rocce permeabili vanno divise in due grandi categorie: rocce permeabili per porosità e rocce permeabili per fessurazione. La permeabilità per porosità è anche detta permeabilità "primaria" ed è singenetica,

si genera cioè al momento della deposizione dei sedimenti. Essa interessa le rocce sedimentarie ed è dovuta alla presenza nella roccia di pori o di spazi vuoti di dimensioni idonei, che formano una rete continua, per cui l'acqua può filtrare da un meato all'altro. Viceversa, la permeabilità per fessurazione detta anche "secondaria" è post-genetica, si realizza dopo la formazione delle rocce; essa è dovuta alla fratturazione dei litotipi a causa di stress tettonici prevalentemente compressivi ed interessa sia le rocce di origine sedimentaria che quelle di origine diversa. La circolazione delle acque, così come la costituzione di falde acquifere, è condizionata dalla distribuzione areale dei sedimenti e dalla sovrapposizione stratigrafica dei terreni a diversa permeabilità. Si rende, pertanto, necessaria, la valutazione del grado e del tipo di permeabilità dei diversi litotipi che affiorano all'interno del territorio comunale. Questa proprietà idrologica viene espressa attraverso l'analisi delle caratteristiche fisiche delle formazioni affioranti e mediante l'individuazione degli elementi che ne interrompono la continuità stratigrafica e strutturale, al fine di giungere ad una suddivisione idrogeologica dei litotipi (ved Carta Idrogeomorfologica).

A seguito di quanto detto, per meglio comprendere le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni in studio, distinguiamo in maggioranza la seguente classe di permeabilità:

- litotipi a permeabilità medio-alta;

LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIA (MLM₁ e TLP)

A questa classe a granulometria grossolana ed in prevalenza sabbiosa appartengono sia le Sabbie della formazione di Amendola che i Conglomerati della Motta del Lupo.

Queste formazioni, essendo costituite da sedimenti principalmente sabbiosi e ghiaiosi, risultano caratterizzate da una permeabilità primaria per porosità ($10^{-4} < K < 10^{-6}$ m/sec), con buone caratteristiche di trasmissività. Tale formazione si riscontra spesso in spessori di diverse decine di metri. Nell'ambito di questi depositi si distinguono orizzonti molto permeabili, dati dai livelli ghiaia e sabbia grossolana ed orizzonti meno permeabili dati dai livelli con locali lenti argillosi e sedimenti più fini. L'idrologia si sviluppa attraverso una circolazione idrica per falde sospese con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alta permeabilità.

5. Caratterizzazione geotecnica

5.1 Indagini eseguite

Nell'area in esame e nell'area SET sono state eseguite le seguenti indagini (indicate con segnaposto in giallo nella sottostante figura (Prove penetrometriche) e linea bianca (MASW)

- Quattro + una (area SET) prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro DPM,
- Due + uno (area SET) stendimenti sismici a rifrazione tipo MASW

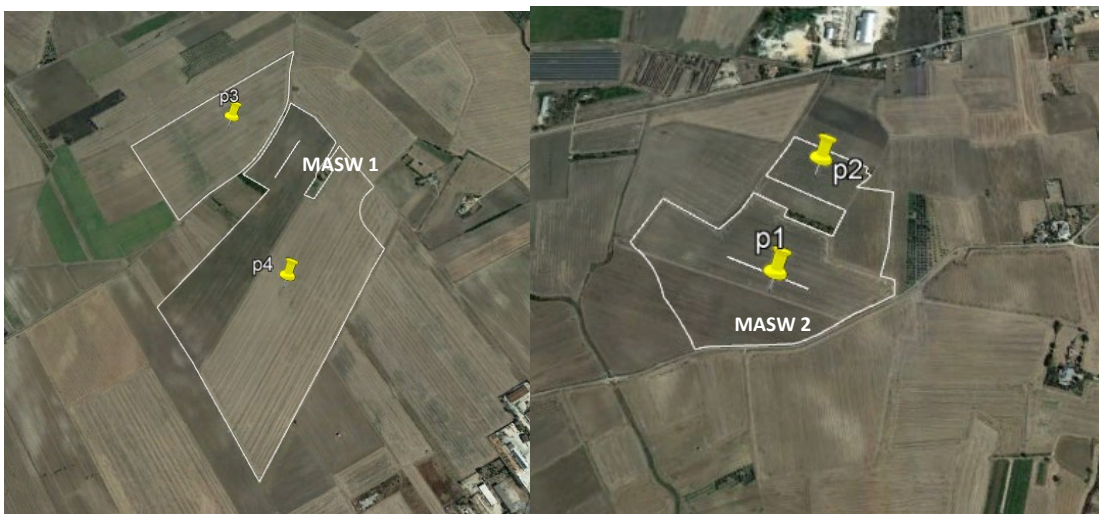


Figura 7 – Ubicazione indagini Area a sudest

Ubicazione indagini Area a nordovest



Figura 7 – Ubicazione indagini area SET

INDAGINI APRICENA / SAN PAOLO DI CIVITATE	COORDINATE INDAGINI WGS84
P1	41.779825, 15.426976
P2	41.781843, 15.427871
P3	41.770113, 15.415109
P4	41.764573, 15.417467
P1 AREA SET	41.768835, 15.254221
MASW 1 AREA SET	41.768835, 15.254221
MASW 1	41.780205, 15.426798
MASW 2	41.768995, 15.417784

5.2 Prove Penetrometriche dinamiche continue DPM

Sull'area di interesse sono state eseguite cinque prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPM30.

Le prove sono state ubicate in corrispondenza delle due principali aree interne all'area dell'Impianto fotovoltaico (n.4) e nell'Area SET (n. 1).

In tutte queste aree affiora in modo omogeneo la litologia prevalente di tipo sabbiosa e/o conglomeratica TLP della Motta del Lupo e parzialmente. nella parte superiore dell'area sud, si ha l'affioramento della Formazione sabbiosa e conglomeratica di Amendola.

Le prove penetrometriche, delle quali si allegano a parte il risultato, hanno fornito i vari valori di resistenza dinamica del terreno all'attraversamento delle aste. Tale dato è di fondamentale importanza, non solo perché fornisce al progettista la portanza del terreno di fondazione alle varie profondità attraversate, ma anche perché i valori di resistenza sono utilizzabili in alcune relazioni analitiche che, attraverso una prima correlazione con lo standard delle prova SPT, ci permette di risalire a diversi valori significativi del terreno di fondazione quali:

- il modulo di Poisson,
- i parametri geotecnici principali (Angolo di attrito, Coesione e Peso di Volume),
- i moduli (Young, Edometrico, deformazione di taglio).

Da un'analisi generale delle prove, (per il dettaglio dei parametri si rimanda alla consultazione delle prove penetrometriche in allegato) risultano i seguenti dati:

Prove penetrometriche P1, P2 area nord

Queste 2 prove sono state fatte sulla litologia caratterizzata dalle sabbie e Conglomerati di Motta del Lupo (TLP).

Il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato da una formazione sabbiosa - conglomeratica per tutto lo spessore indagato di circa 5,10 m (P1) e 4,90 m (P2), profondità oltre le quali si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

Le 2 prove hanno dato risultati pienamente compatibili ed omogenei. Dal punto di vista della resistenza le formazioni sono state suddivise in 3 livelli a resistenza crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova) ma tutti litologicamente simili. Complessivamente si hanno soddisfacenti valori di buona resistenza nei tre livelli fino al rifiuto alla penetrazione delle aste alle profondità media di circa 5.0 m.

Vista la tipologia della struttura da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta già dal primo spessore di terreno (inferiore ad 1 metro) possa consentire una buona infissione delle chiodature.

La falda non è stata individuata.

Prove penetrometriche P3 e P4 area sud

Le 2 prove sono state fatte sulle litologie caratterizzate dalle Sabbie e Conglomerati di Amendola - MLM₁ (P2) e dalle Sabbie e Conglomerati di Motta del Lupo – TLP (P4).

Il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato da una formazione sabbiosa con livelli conglomeratici per tutto lo spessore indagato di circa 4,30 m (P3), e 4,10 m (P4), profondità oltre le quali si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

Le 2 prove hanno dato risultati pienamente compatibili ed omogenei nei due siti. Dal punto di vista della resistenza le formazioni sono state suddivise anche qui in 3 livelli a resistenza

crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova) ma tutti litologicamente simili. Complessivamente si hanno soddisfacenti valori di buona resistenza nei tre livelli fino al rifiuto alla penetrazione delle aste alle profondità media di circa 5.0 m.

Vista la tipologia della struttura da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta già dal primo spessore di terreno (inferiore ad 1 metro) possa consentire una buona infissione delle chiodature.

Queste prove sono state pienamente compatibili ed omogenee anche rispetto alle 2 prove P1 e P2, a testimonianza che le due formazioni geologiche dell'area Impianto sono geotecnicamente, oltre che geologicamente, omogenee tra di loro.

La falda non è stata individuata.

Prova penetrometrica P1 Area SET e centrale di accumulo

La prova è stata fatta sulla litologia caratterizzata dai Conglomerati di Campomarino.

Il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato da una formazione conglomeratica per tutto lo spessore indagato di circa 4,90 m profondità oltre la quale si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

La prove ha dato risultati di resistenza molto soddisfacenti già dal primo metro. Dal punto di vista della resistenza le formazioni sono state suddivise anche qui in 3 livelli a resistenza crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova) ma tutti litologicamente simili. Complessivamente si hanno soddisfacenti valori di buona resistenza nei tre livelli fino al rifiuto alla penetrazione delle aste alla profondità di circa 4.90 m.

Vista la tipologia della struttura da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta già dal primo spessore di terreno (inferiore a 2 metri) possa consentire una fondazione di tipo diretto

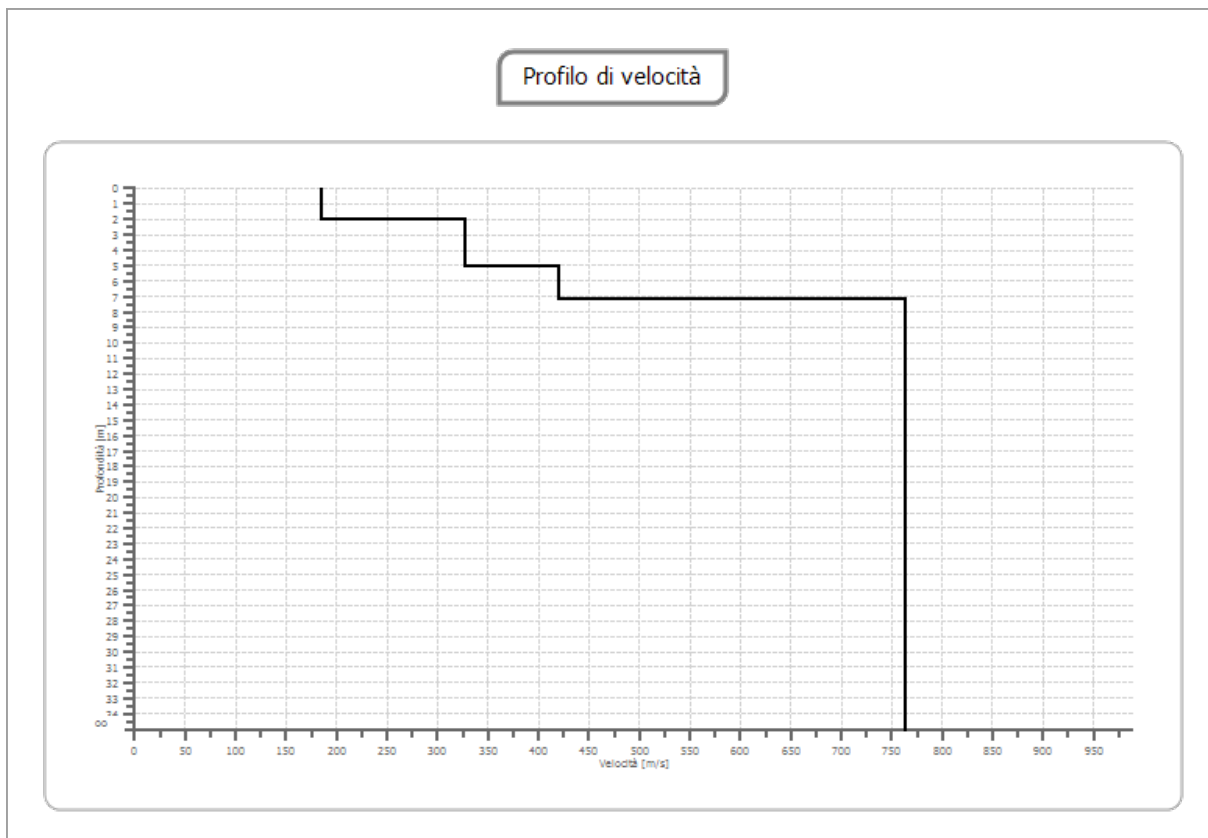
La falda non è stata individuata.

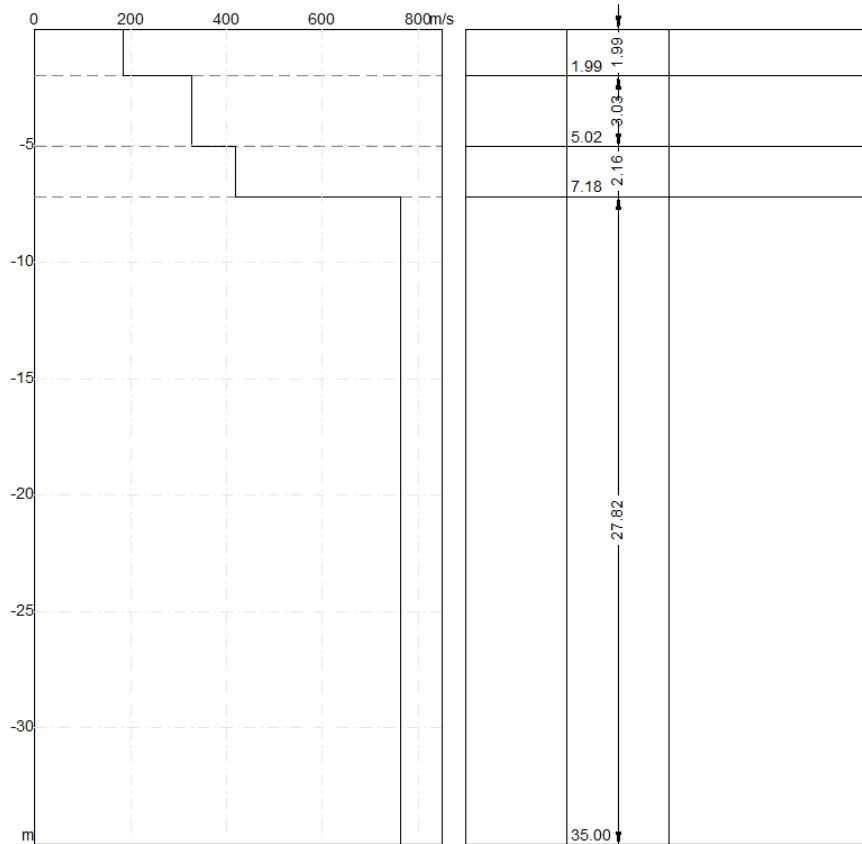
5.3 MASW

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.

Qui di seguito si sintetizzano gli esiti delle indagini compiute sui due siti di interesse, la relazioni complete sono allegate in fondo alla relazione.

MASW 1



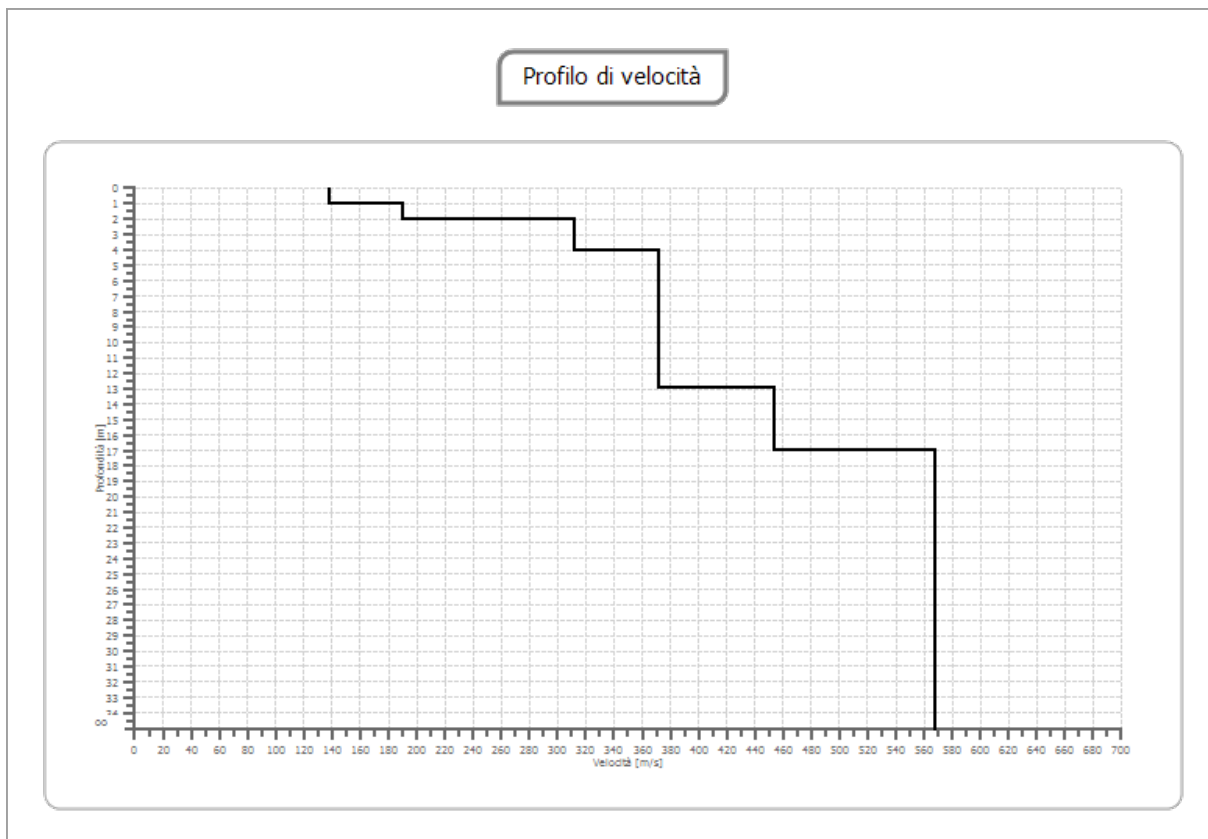


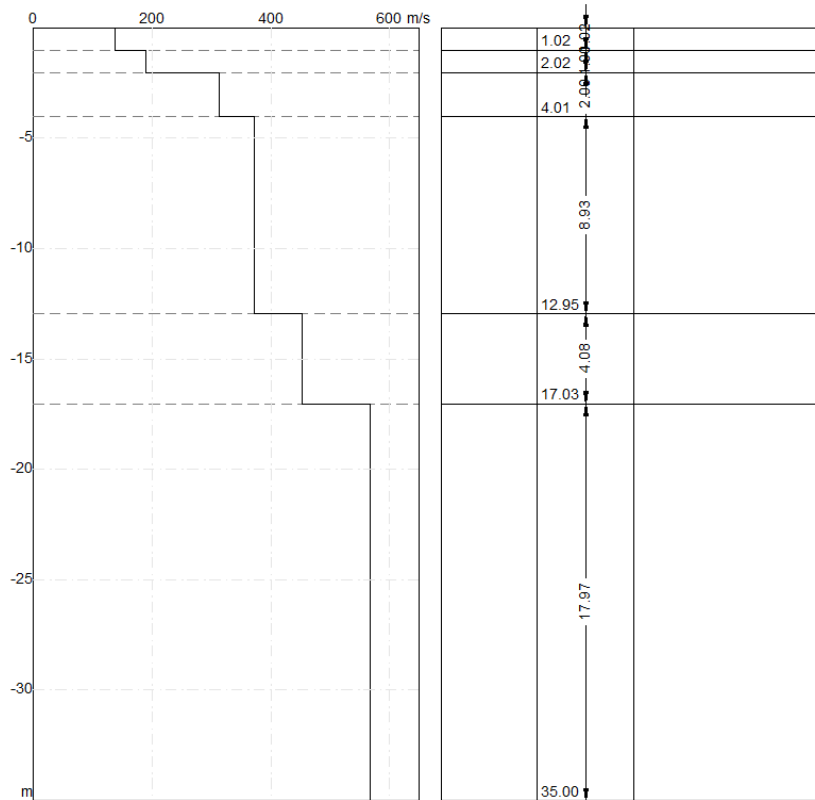
Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	588.28
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	2.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	639.81
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	664.48
Categoria del suolo	B

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

MASW 2



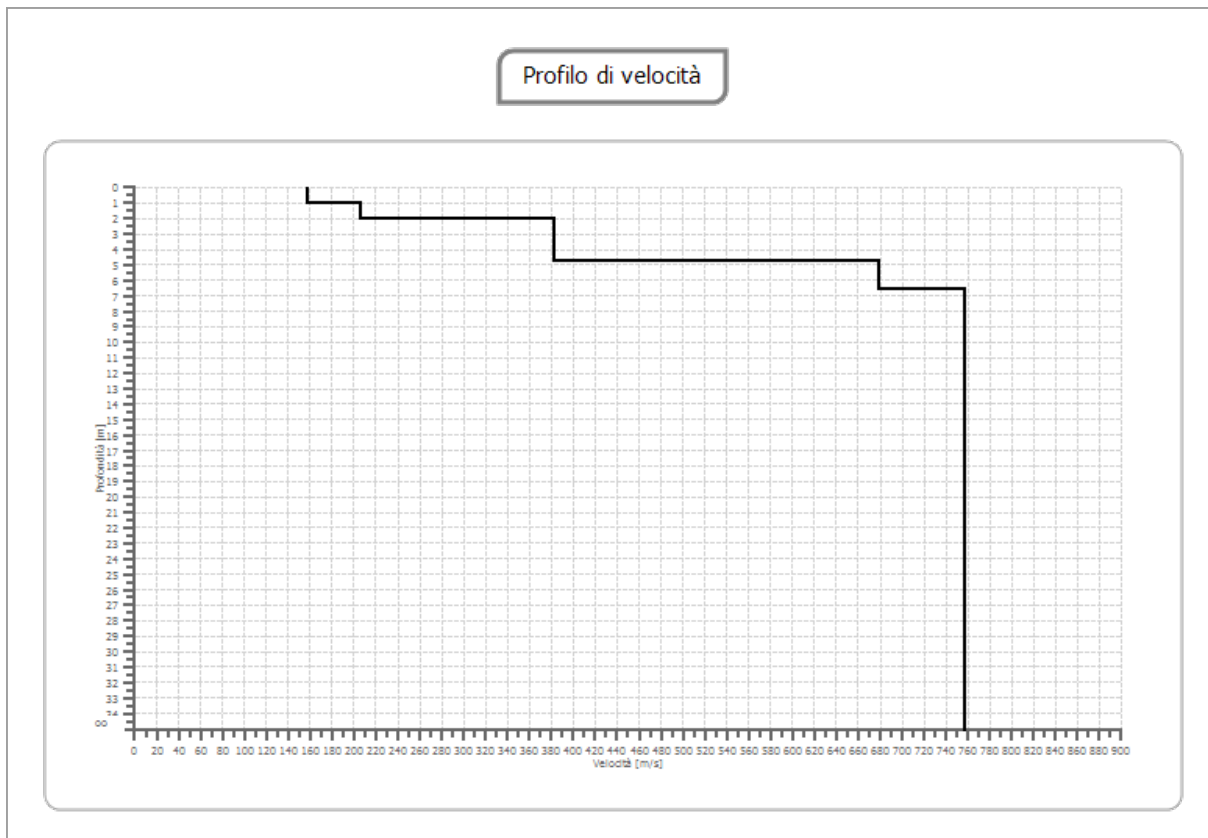


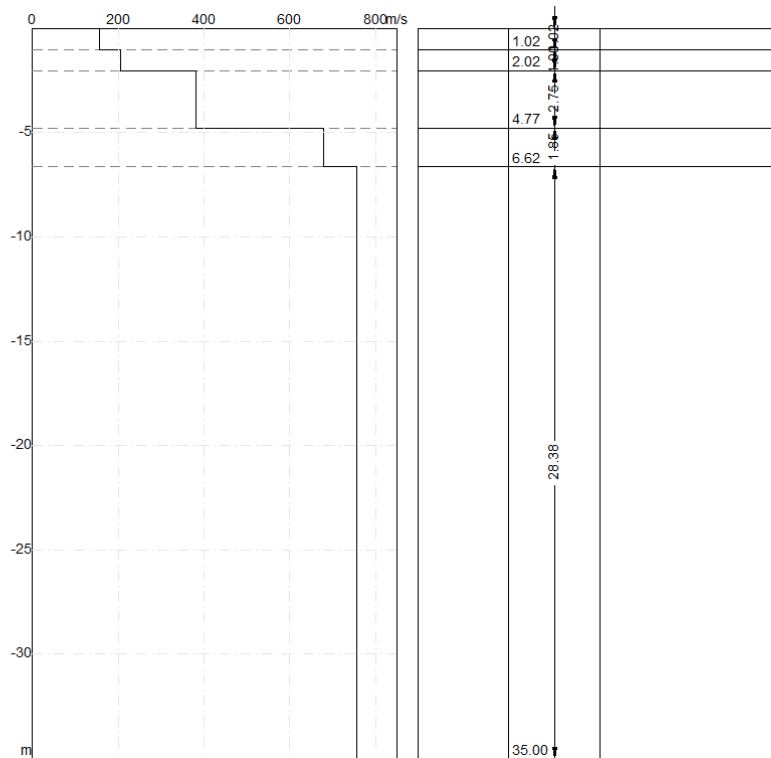
Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	432.09
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	2.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	455.34
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	465.79
Categoria del suolo	B

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

MASW 1 Area SET





Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	636.68
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	2.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	688.75
Categoria del suolo	B
Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	710.58
Categoria del suolo	B

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

5.4 Parametri geotecnici

Allo scopo di individuare le caratteristiche fisico - meccaniche dei materiali di fondazione, è stato fatto riferimento ai valori geomeccanici delle sei prove penetrometriche tipici dell'orizzonte stratigrafico caratterizzato dalla litologia sabbiosa e/o conglomeratica che caratterizzano l'area in oggetto di studio. I valori fisico-meccanici compatibili geotecnicamente sono stati pienamente simili tra le due litologie presenti nell'area.

Considerando quanto appena affermato sulla omogeneità dei terreni è possibile attribuire al terreno di fondazione, i seguenti valori rappresentativi per i primi 5 metri di spessore:

Area Impianto Fotovoltaico e SET

Livello Sabbioso e/o conglomeratico	Profondità base strato	Coesione	Angolo di attrito (Owasaki & Iwasaki)	Peso di volume
A e B	5,0 m	0,1 Kg/cmq	$\phi = 28 - 32$	$\gamma = 1,65 - 1,80 \text{ gr/cc}$
CATEGORIA SISMICA DEI SITI				B

I valori sopra citati possono servire per la verifica della portanza con il calcolo della formula di vari autori per lo studio della tipologia di fondazione più opportuna.

6. Conclusioni

Il sito che dovrà accogliere le strutture dell'Impianto Fotovoltaico, della centrale di accumulo e della sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT, previste in progetto, è stato esaminato sotto l'aspetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.

Si è constatato che le litologie tipiche dei materiali su cui si realizzeranno le fondazioni delle strutture sono caratterizzate da materiale sabbioso e/o conglomeratico.

Tutte le aree, dato il loro andamento, sono risultate essere indenni da qualsiasi fenomeno di instabilità geomorfologica, come emerso dalla consultazione degli elaborati del PAI ad eccezione dell'area SET, ubicata nel territorio comunale di San Paolo di Civitate (FG), inclusa in una vasta area a pericolosità moderata o media.

La circolazione idrica sotterranea è molto rapida, segue la naturale pendenza del terreno ed è presente in uno spessore molto limitato (4- 5 m) non in regime stazionario.

Per quanto riguarda le acque meteoriche superficiali, le stesse dovranno essere regimate e smaltite lontano dal sito di interesse.

Concludendo viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del terreno di fondazione, si ritiene di esprimere un parere favorevole alla fattibilità del progetto in oggetto.

Cerisano lì 09/11/2021

Dott. Geol. Pasquale GRECO



The image shows a circular blue stamp of the 'Ordine dei Geologi Regione Calabria'. The text inside the stamp reads: 'DOTT. GEOLOGO PASQUALE GRECO' and 'ALBO N° 43'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

INDAGINI GEOMECCANICHE E GEOFISICHE

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere 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 δ = 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

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:

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

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 R_{pd}

Formula Olandesi

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

R_{pd} = 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:

$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60}$ con $C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{v0})}$ $C_N < 1.7$ $Pa = 101.32 \text{ kPa}$ (Liao e Whitman 1986)

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

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 resistenze 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:

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

dove $s_{N_{spt}}$ 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:

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

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 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

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

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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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° .
- 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°).
- 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 mt. sopra falda e > 15 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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
- Buisman-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 Gamma

- 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/sec)

- 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_0)

- 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_0)

- 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_0 (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_γ)

- 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.

SITO DI APRICENA

PROVA ...P1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)
 Prova eseguita in data 05/07/2019
 Profondità prova 5,10 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)
0,10	7	0,857	12,52	14,61	0,63	0,73
0,20	8	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	7	0,853	12,46	14,61	0,62	0,73
0,40	7	0,851	12,43	14,61	0,62	0,73
0,50	9	0,849	15,95	18,78	0,80	0,94
0,60	9	0,847	15,91	18,78	0,80	0,94
0,70	7	0,845	12,35	14,61	0,62	0,73
0,80	6	0,843	10,56	12,52	0,53	0,63
0,90	6	0,842	10,00	11,88	0,50	0,59
1,00	7	0,840	11,64	13,86	0,58	0,69
1,10	8	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	10	0,836	16,56	19,81	0,83	0,99
1,30	12	0,835	19,84	23,77	0,99	1,19
1,40	13	0,783	20,16	25,75	1,01	1,29
1,50	21	0,731	30,41	41,59	1,52	2,08
1,60	13	0,780	20,07	25,75	1,00	1,29
1,70	12	0,828	19,68	23,77	0,98	1,19
1,80	12	0,826	19,64	23,77	0,98	1,19
1,90	16	0,775	23,36	30,15	1,17	1,51
2,00	16	0,773	23,31	30,15	1,17	1,51
2,10	13	0,772	18,90	24,50	0,95	1,22
2,20	13	0,770	18,87	24,50	0,94	1,22
2,30	11	0,819	16,97	20,73	0,85	1,04
2,40	10	0,817	15,40	18,84	0,77	0,94
2,50	10	0,816	15,37	18,84	0,77	0,94
2,60	14	0,764	20,16	26,38	1,01	1,32
2,70	13	0,763	18,69	24,50	0,93	1,22
2,80	10	0,811	15,29	18,84	0,76	0,94
2,90	11	0,810	16,01	19,77	0,80	0,99
3,00	13	0,759	17,72	23,36	0,89	1,17
3,10	15	0,757	20,42	26,96	1,02	1,35
3,20	20	0,756	27,17	35,94	1,36	1,80
3,30	13	0,755	17,63	23,36	0,88	1,17
3,40	16	0,753	21,66	28,75	1,08	1,44
3,50	16	0,752	21,63	28,75	1,08	1,44
3,60	16	0,751	21,59	28,75	1,08	1,44
3,70	10	0,800	14,37	17,97	0,72	0,90
3,80	11	0,798	15,78	19,77	0,79	0,99
3,90	10	0,797	13,69	17,18	0,68	0,86
4,00	14	0,746	17,94	24,05	0,90	1,20
4,10	13	0,745	16,63	22,33	0,83	1,12
4,20	14	0,744	17,88	24,05	0,89	1,20
4,30	17	0,743	21,68	29,20	1,08	1,46
4,40	14	0,741	17,83	24,05	0,89	1,20
4,50	13	0,740	16,53	22,33	0,83	1,12
4,60	15	0,739	19,05	25,76	0,95	1,29
4,70	16	0,738	20,29	27,48	1,01	1,37

4,80	20	0,737	25,32	34,35	1,27	1,72
4,90	32	0,636	33,48	52,63	1,67	2,63
5,00	33	0,635	34,47	54,28	1,72	2,71
5,10	100	0,584	96,05	164,47	4,80	8,22

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	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
1,1	7,36	15,17	Incoerente	0	1,47	1,88	0,08	0,47	3,46	STRATO 1
4,8	13,21	24,3	Incoerente	0	1,59	1,89	0,46	0,47	6,21	STRATO 2
5,1	32,5	53,45	Incoerente	0	1,89	1,95	0,78	0,47	15,27	STRATO 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	18,59	44,21	59,88	16,61
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	22,8	48,68	50,34	23,99
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	36,05	67,49	67,26	43,5

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] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	27,99	20,99	28,97	32,47	31,01	0	<30	22,2	28,04	29,53	23,32
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	28,77	21,77	29,74	29,66	32,17	0	<30	24,65	28,86	33,21	26,14
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	31,36	24,36	32,28	29,96	35,56	37,45	30-32	30,13	31,58	39,84	32,48

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] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	---	27,68	---	---	---
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	---	49,68	---	---	---
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	278,93	122,16	180,89	294,52	151,35

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] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	---	34,57	24,57	53,43
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	---	40,22	44,09	65,70
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	91,62	58,83	108,42	106,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	Meyerhof ed altri	1,47
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	Meyerhof ed altri	1,59
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	Meyerhof ed altri	1,89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,88
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,89
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	(A.G.I.)	0,34
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	208,76	266,86
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	361,76	381,50
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	842,80	661,05

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	Navfac 1971-1982	0,62
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	Navfac 1971-1982	1,27
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	Navfac 1971-1982	3,18

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

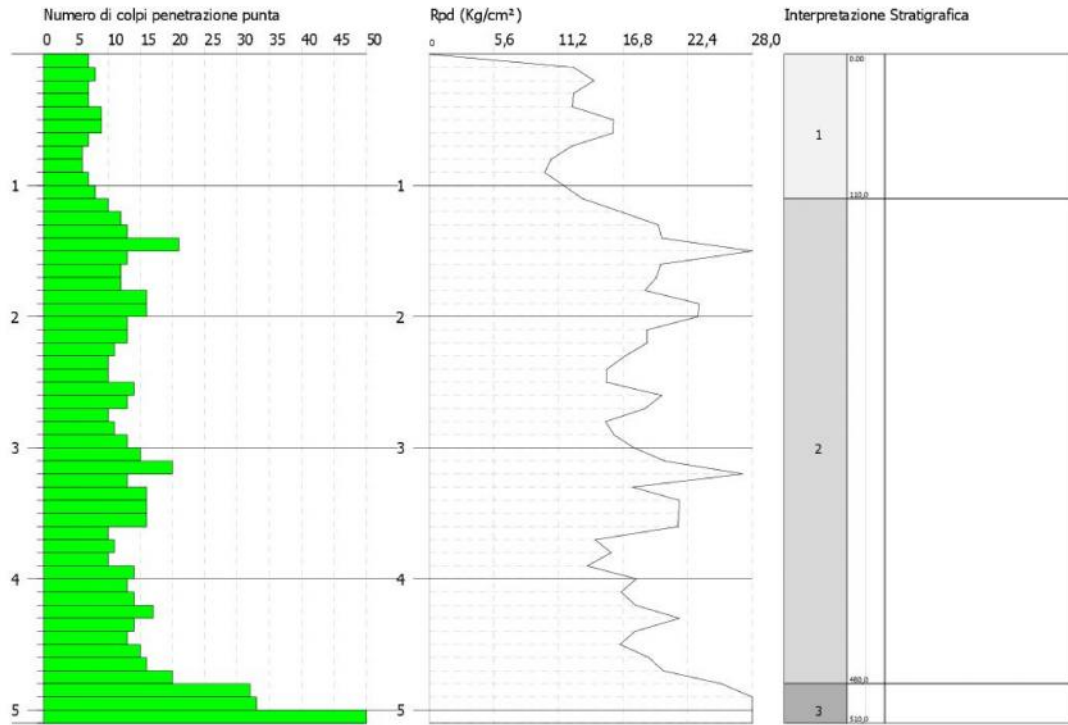
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,46	1,10	3,46	Robertson 1983	6,92
[2] - STRATO 2	6,21	4,80	6,21	Robertson 1983	12,42
[3] - STRATO 3	15,27	5,10	15,27	Robertson 1983	30,54

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)

Committente:
Cantiere:
Località: APRICENA

Data: 05/07/2019

Scala 1:50





PROVA ...P2

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPM (DL030 16) (Medium)
 05/07/2019
 4,90 mt

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)
0,10	7	0,857	12,52	14,61	0,63	0,73
0,20	8	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	9	0,853	16,02	18,78	0,80	0,94
0,40	9	0,851	15,98	18,78	0,80	0,94
0,50	9	0,849	15,95	18,78	0,80	0,94
0,60	8	0,847	14,14	16,70	0,71	0,83
0,70	8	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	8	0,843	14,08	16,70	0,70	0,83
0,90	12	0,842	20,00	23,77	1,00	1,19
1,00	13	0,790	20,33	25,75	1,02	1,29
1,10	17	0,788	26,53	33,67	1,33	1,68
1,20	13	0,786	20,24	25,75	1,01	1,29
1,30	10	0,835	16,53	19,81	0,83	0,99
1,40	5	0,833	8,25	9,90	0,41	0,50
1,50	4	0,831	6,59	7,92	0,33	0,40
1,60	5	0,830	8,22	9,90	0,41	0,50
1,70	5	0,828	8,20	9,90	0,41	0,50
1,80	10	0,826	16,37	19,81	0,82	0,99
1,90	18	0,775	26,28	33,92	1,31	1,70
2,00	5	0,823	7,76	9,42	0,39	0,47
2,10	7	0,822	10,84	13,19	0,54	0,66
2,20	7	0,820	10,82	13,19	0,54	0,66
2,30	15	0,769	21,73	28,27	1,09	1,41
2,40	16	0,767	23,13	30,15	1,16	1,51
2,50	11	0,816	16,91	20,73	0,85	1,04
2,60	16	0,764	23,04	30,15	1,15	1,51
2,70	11	0,813	16,85	20,73	0,84	1,04

2,80	16	0,761	22,96	30,15	1,15	1,51
2,90	11	0,810	16,01	19,77	0,80	0,99
3,00	15	0,759	20,45	26,96	1,02	1,35
3,10	17	0,757	23,14	30,55	1,16	1,53
3,20	14	0,756	19,02	25,16	0,95	1,26
3,30	15	0,755	20,34	26,96	1,02	1,35
3,40	16	0,753	21,66	28,75	1,08	1,44
3,50	12	0,802	17,30	21,57	0,86	1,08
3,60	13	0,751	17,54	23,36	0,88	1,17
3,70	14	0,750	18,86	25,16	0,94	1,26
3,80	12	0,798	17,22	21,57	0,86	1,08
3,90	15	0,747	19,25	25,76	0,96	1,29
4,00	14	0,746	17,94	24,05	0,90	1,20
4,10	13	0,745	16,63	22,33	0,83	1,12
4,20	12	0,794	16,36	20,61	0,82	1,03
4,30	11	0,793	14,97	18,89	0,75	0,94
4,40	10	0,791	13,59	17,18	0,68	0,86
4,50	20	0,740	25,43	34,35	1,27	1,72
4,60	32	0,639	35,13	54,96	1,76	2,75
4,70	31	0,638	33,98	53,24	1,70	2,66
4,80	34	0,637	37,20	58,40	1,86	2,92
4,90	100	0,586	96,39	164,47	4,82	8,22

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	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	8,25	17,22	Incoerente	0	1,49	1,88	0,06	0,47	3,88	STRATO 1
4,5	11,62	21,48	Incoerente	0	1,56	1,89	0,41	0,47	5,46	STRATO 2
4,9	32,33	55,53	Incoerente	0	1,89	1,95	0,73	0,47	15,2	STRATO 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	21,04	47,46	68,51	17,79
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	21,17	46,62	48,73	22,05
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	36,57	68,37	68,15	43,38

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	28,11	21,11	29,09	33,32	31,19	0	<30	22,63	28,16	30,61	23,81
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	28,56	21,56	29,53	29,7	31,86	0	<30	24,05	28,64	32,27	25,45
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	31,34	24,34	32,26	30,08	35,54	37,57	30-32	30,1	31,56	39,97	32,44

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] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	---	31,04	---	---	---
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	---	43,68	---	---	---
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	278,29	121,60	180,06	294,00	151,00

3							
---	--	--	--	--	--	--	--

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] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	---	35,43	27,55	55,30
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	---	38,68	38,77	62,35
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	91,20	58,69	107,92	105,79

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	Meyerhof ed altri	1,56
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	Meyerhof ed altri	1,89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	(A.G.I.)	0,34
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

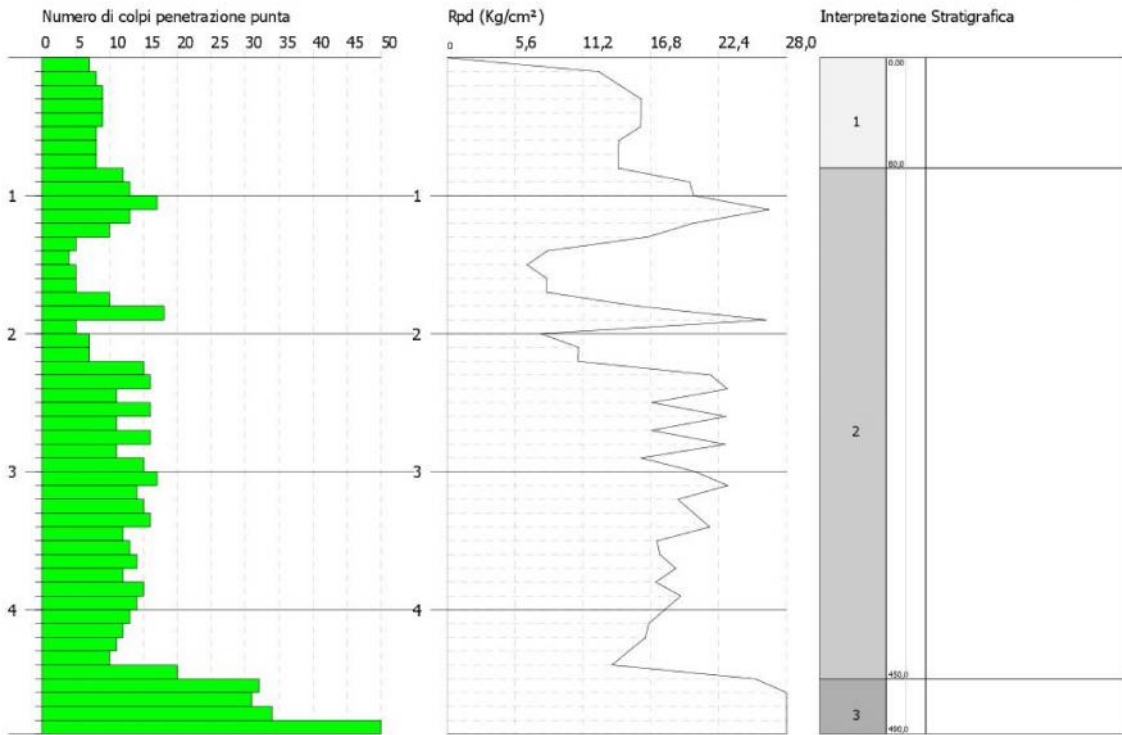
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	232,50	286,21
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	320,53	352,64
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	839,16	659,20

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	Navfac 1971-1982	0,72
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	Navfac 1971-1982	1,09
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	Navfac 1971-1982	3,16

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,88	0,80	3,88	Robertson 1983	7,76
[2] - STRATO 2	5,46	4,50	5,46	Robertson 1983	10,92
[3] - STRATO 3	15,2	4,90	15,2	Robertson 1983	30,40



PROVA ...P3

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPM (DL030 16) (Medium)
 05/07/2019
 4,30 mt

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)
0,10	1	0,857	1,79	2,09	0,09	0,10
0,20	1	0,855	1,78	2,09	0,09	0,10
0,30	1	0,853	1,78	2,09	0,09	0,10
0,40	2	0,851	3,55	4,17	0,18	0,21
0,50	8	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	10	0,847	17,68	20,87	0,88	1,04
0,70	8	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	6	0,843	10,56	12,52	0,53	0,63
0,90	7	0,842	11,67	13,86	0,58	0,69
1,00	7	0,840	11,64	13,86	0,58	0,69
1,10	7	0,838	11,62	13,86	0,58	0,69
1,20	8	0,836	13,25	15,85	0,66	0,79
1,30	9	0,835	14,88	17,83	0,74	0,89
1,40	12	0,833	19,80	23,77	0,99	1,19
1,50	13	0,781	20,11	25,75	1,01	1,29
1,60	10	0,830	16,43	19,81	0,82	0,99
1,70	10	0,828	16,40	19,81	0,82	0,99
1,80	16	0,776	24,60	31,69	1,23	1,58
1,90	12	0,825	18,65	22,61	0,93	1,13
2,00	12	0,823	18,61	22,61	0,93	1,13
2,10	14	0,772	20,36	26,38	1,02	1,32
2,20	10	0,820	15,45	18,84	0,77	0,94
2,30	11	0,819	16,97	20,73	0,85	1,04
2,40	12	0,817	18,48	22,61	0,92	1,13
2,50	15	0,766	21,64	28,27	1,08	1,41
2,60	16	0,764	23,04	30,15	1,15	1,51
2,70	13	0,763	18,69	24,50	0,93	1,22
2,80	14	0,761	20,09	26,38	1,00	1,32
2,90	12	0,810	17,47	21,57	0,87	1,08
3,00	12	0,809	17,44	21,57	0,87	1,08
3,10	10	0,807	14,51	17,97	0,73	0,90
3,20	11	0,806	15,93	19,77	0,80	0,99
3,30	12	0,805	17,35	21,57	0,87	1,08
3,40	13	0,753	17,60	23,36	0,88	1,17
3,50	13	0,752	17,57	23,36	0,88	1,17
3,60	13	0,751	17,54	23,36	0,88	1,17
3,70	22	0,700	27,66	39,54	1,38	1,98
3,80	28	0,698	35,14	50,32	1,76	2,52
3,90	29	0,697	34,73	49,81	1,74	2,49
4,00	31	0,646	34,40	53,24	1,72	2,66
4,10	32	0,645	35,44	54,96	1,77	2,75
4,20	34	0,644	37,59	58,40	1,88	2,92
4,30	100	0,593	101,78	171,76	5,09	8,59

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	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
1,3	4,44	8,93	Incoerente	0	1,41	1,87	0,09	0,47	2,09	STRATO 1
3,7	12,43	23,32	Incoerente	0	1,57	1,89	0,37	0,47	5,84	STRATO 2
4,3	30,8	53,35	Incoerente	0	1,87	1,95	0,62	0,47	14,48	STRATO 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	10,09	34,12	45,54	12,65
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	22,95	49,02	51,56	23,04

[3] - STRATO 3	14,48	4,30	37,27	69,65	69,72	42,06
----------------	-------	------	-------	-------	-------	-------

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	27,6	20,6	28,59	31,38	30,41	0	<30	20,6	27,63	25,09	21,47
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	28,67	21,67	29,64	30,01	32,02	0	<30	24,36	28,75	32,99	25,81
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	31,14	24,14	32,05	30,38	35,29	37,75	30-32	29,74	31,34	39,99	32,02

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] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	---	16,72	---	---	---
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	---	46,72	---	---	---
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	271,62	115,84	171,56	288,60	147,40

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] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	---	31,76	14,84	47,32
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	---	39,46	41,46	64,05
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	86,88	57,21	102,81	102,58

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	Meyerhof ed altri	1,41
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	Meyerhof ed altri	1,57
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	Meyerhof ed altri	1,87

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Poisson
--	------	--------------	-------------------	--------------	---------

		(m)	presenza falda		
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	(A.G.I.)	0,34
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	129,97	196,12
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	341,46	367,44
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	801,74	639,94

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	Navfac 1971-1982	0,29
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	Navfac 1971-1982	1,18
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	Navfac 1971-1982	3,02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

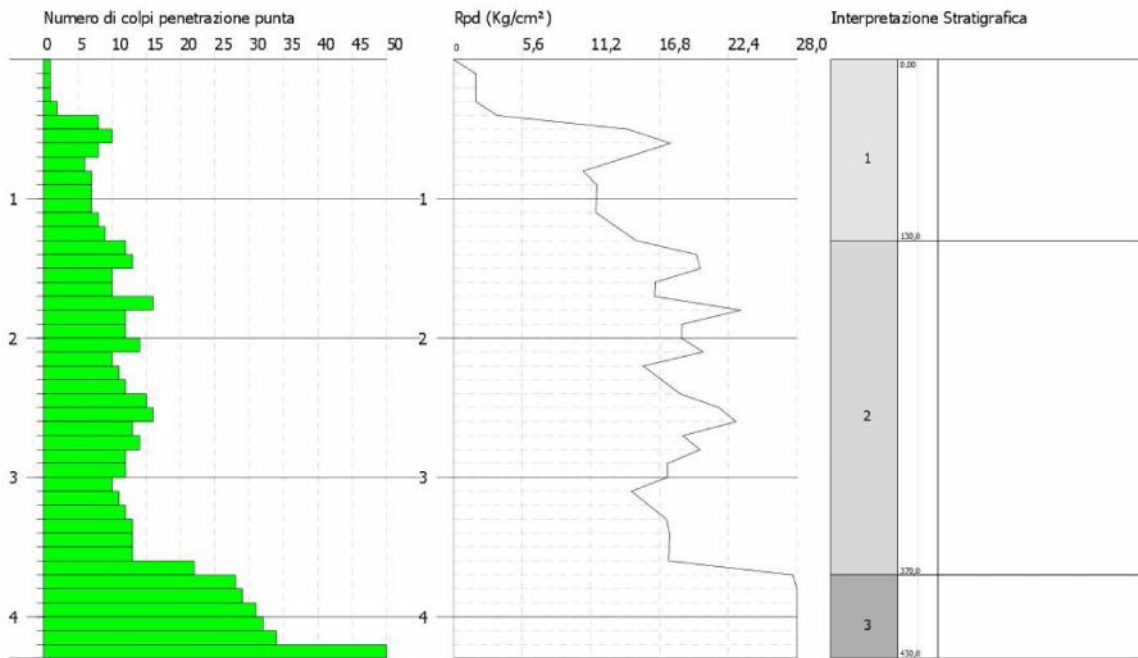
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	2,09	1,30	2,09	Robertson 1983	4,18
[2] - STRATO 2	5,84	3,70	5,84	Robertson 1983	11,68
[3] - STRATO 3	14,48	4,30	14,48	Robertson 1983	28,96

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3
Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)

Committente:
Cantiere:
Località: APRICENA

Data: 05/07/2019

Scala 1:50



PROVA ...P4

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPM (DL030 16) (Medium)
 05/07/2019
 4,10 mt

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)
0,10	2	0,857	3,58	4,17	0,18	0,21
0,20	2	0,855	3,57	4,17	0,18	0,21
0,30	3	0,853	5,34	6,26	0,27	0,31
0,40	2	0,851	3,55	4,17	0,18	0,21
0,50	4	0,849	7,09	8,35	0,35	0,42
0,60	10	0,847	17,68	20,87	0,88	1,04
0,70	12	0,845	21,17	25,05	1,06	1,25
0,80	12	0,843	21,12	25,05	1,06	1,25
0,90	14	0,792	21,95	27,73	1,10	1,39
1,00	13	0,790	20,33	25,75	1,02	1,29
1,10	12	0,838	19,92	23,77	1,00	1,19
1,20	10	0,836	16,56	19,81	0,83	0,99
1,30	11	0,835	18,18	21,79	0,91	1,09
1,40	11	0,833	18,15	21,79	0,91	1,09
1,50	10	0,831	16,46	19,81	0,82	0,99
1,60	9	0,830	14,79	17,83	0,74	0,89
1,70	8	0,828	13,12	15,85	0,66	0,79
1,80	9	0,826	14,73	17,83	0,74	0,89
1,90	10	0,825	15,54	18,84	0,78	0,94
2,00	11	0,823	17,06	20,73	0,85	1,04
2,10	12	0,822	18,58	22,61	0,93	1,13
2,20	13	0,770	18,87	24,50	0,94	1,22
2,30	14	0,769	20,28	26,38	1,01	1,32
2,40	12	0,817	18,48	22,61	0,92	1,13
2,50	15	0,766	21,64	28,27	1,08	1,41
2,60	13	0,764	18,72	24,50	0,94	1,22
2,70	16	0,763	23,00	30,15	1,15	1,51
2,80	13	0,761	18,65	24,50	0,93	1,22
2,90	10	0,810	14,56	17,97	0,73	0,90
3,00	9	0,809	13,08	16,17	0,65	0,81
3,10	10	0,807	14,51	17,97	0,73	0,90
3,20	12	0,806	17,38	21,57	0,87	1,08
3,30	16	0,755	21,70	28,75	1,09	1,44
3,40	14	0,753	18,96	25,16	0,95	1,26
3,50	15	0,752	20,28	26,96	1,01	1,35
3,60	14	0,751	18,89	25,16	0,94	1,26
3,70	23	0,700	28,92	41,33	1,45	2,07
3,80	31	0,648	36,12	55,71	1,81	2,79
3,90	32	0,647	35,57	54,96	1,78	2,75
4,00	34	0,646	37,73	58,40	1,89	2,92
4,10	100	0,595	102,17	171,76	5,11	8,59

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	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
0,5	2,6	5,43	Incoerente	0	1,36	1,86	0,03	0,47	1,22	STRATO 1
3,7	11,94	22,76	Incoerente	0	1,56	1,89	0,32	0,47	5,61	STRATO 2
4,1	32,33	56,36	Incoerente	0	1,89	1,95	0,61	0,47	15,2	STRATO 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	3,09	27,07	45,65	10,03
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	23,07	49,31	52,71	22,44
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	38,5	71,67	71,7	43,38

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	27,35	20,35	28,34	32,66	30,03	0	<30	19,28	27,37	20,61	19,94
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	28,6	21,6	29,57	30,28	31,92	0	<30	24,17	28,68	32,85	25,59
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	31,34	24,34	32,26	30,5	35,54	38,03	30-32	30,1	31,56	40,46	32,44

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] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	---	9,76	---	---	---
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	---	44,88	---	---	---
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	278,29	121,60	180,06	294,00	151,00

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)
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	---	29,97	8,66	43,44
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	---	38,99	39,83	63,02
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	91,20	58,69	107,92	105,79

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	Meyerhof ed altri	1,36
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	Meyerhof ed altri	1,56
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	Meyerhof ed altri	1,89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	(A.G.I.)	0,34

[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	(A.G.I.)	0,32
----------------	------	------	------	----------	------

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	78,36	141,15
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	328,81	358,53
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	839,16	659,20

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	Navfac 1971-1982	0,08
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	Navfac 1971-1982	1,13
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	Navfac 1971-1982	3,16

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

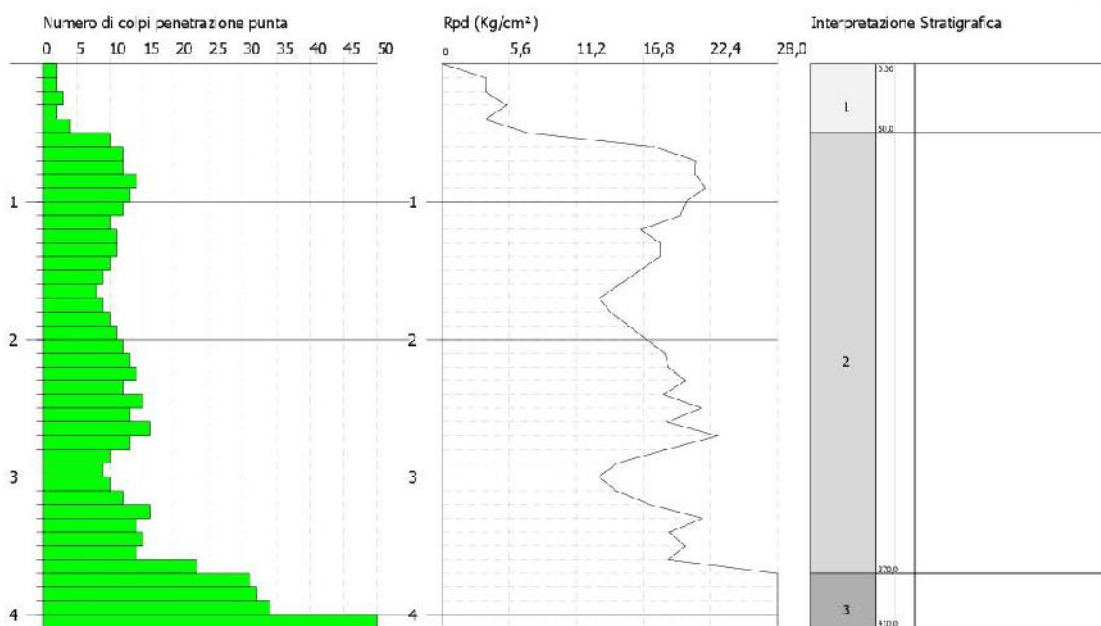
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	1,22	0,50	1,22	Robertson 1983	2,44
[2] - STRATO 2	5,61	3,70	5,61	Robertson 1983	11,22
[3] - STRATO 3	15,2	4,10	15,2	Robertson 1983	30,40

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4
Strumento utilizzato... DPM (D1030 16) (Medium)

Committente:
Cantiere:
Località: APRICENA

Data: 05/07/2019

Scala 1:50



AREA RTN

PROVA ...P1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)
 Prova eseguita in data 05/07/2019
 Profondità prova 4,90 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)
0,10	15	0,807	25,25	31,31	1,26	1,57
0,20	20	0,805	33,59	41,74	1,68	2,09
0,30	11	0,853	19,58	22,96	0,98	1,15
0,40	11	0,851	19,53	22,96	0,98	1,15
0,50	10	0,849	17,72	20,87	0,89	1,04
0,60	10	0,847	17,68	20,87	0,88	1,04
0,70	9	0,845	15,88	18,78	0,79	0,94
0,80	7	0,843	12,32	14,61	0,62	0,73
0,90	10	0,842	16,67	19,81	0,83	0,99
1,00	9	0,840	14,97	17,83	0,75	0,89
1,10	8	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	9	0,836	14,91	17,83	0,75	0,89
1,30	9	0,835	14,88	17,83	0,74	0,89
1,40	10	0,833	16,50	19,81	0,82	0,99
1,50	10	0,831	16,46	19,81	0,82	0,99
1,60	11	0,830	18,07	21,79	0,90	1,09
1,70	10	0,828	16,40	19,81	0,82	0,99
1,80	12	0,826	19,64	23,77	0,98	1,19
1,90	19	0,775	27,74	35,80	1,39	1,79
2,00	21	0,723	28,62	39,57	1,43	1,98
2,10	20	0,772	29,08	37,69	1,45	1,88
2,20	19	0,770	27,57	35,80	1,38	1,79
2,30	19	0,769	27,52	35,80	1,38	1,79
2,40	19	0,767	27,47	35,80	1,37	1,79
2,50	22	0,716	29,67	41,46	1,48	2,07
2,60	23	0,714	30,96	43,34	1,55	2,17
2,70	19	0,763	27,31	35,80	1,37	1,79
2,80	18	0,761	25,83	33,92	1,29	1,70
2,90	20	0,760	27,32	35,94	1,37	1,80
3,00	22	0,709	28,02	39,54	1,40	1,98
3,10	22	0,707	27,97	39,54	1,40	1,98
3,20	21	0,706	26,64	37,74	1,33	1,89
3,30	20	0,755	27,13	35,94	1,36	1,80
3,40	19	0,753	25,73	34,15	1,29	1,71
3,50	18	0,752	24,33	32,35	1,22	1,62
3,60	21	0,701	26,45	37,74	1,32	1,89
3,70	20	0,750	26,94	35,94	1,35	1,80
3,80	21	0,698	26,36	37,74	1,32	1,89
3,90	20	0,747	25,67	34,35	1,28	1,72
4,00	19	0,746	24,35	32,63	1,22	1,63
4,10	23	0,695	27,45	39,50	1,37	1,98
4,20	21	0,694	25,02	36,07	1,25	1,80
4,30	20	0,743	25,51	34,35	1,28	1,72
4,40	29	0,691	34,44	49,81	1,72	2,49
4,50	32	0,640	35,19	54,96	1,76	2,75
4,60	34	0,639	37,33	58,40	1,87	2,92
4,70	32	0,638	35,07	54,96	1,75	2,75
4,80	33	0,637	36,11	56,68	1,81	2,83

4,90	100	0,586	96,39	164,47	4,82	8,22
------	-----	-------	-------	--------	------	------

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	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
1,8	9,5	19,17	Incoerente	0	1,52	1,88	0,14	0,47	4,47	STRATO 1
4,3	20,24	36,74	Incoerente	0	1,71	1,91	0,49	0,47	9,51	STRATO 2
4,9	32	54,96	Incoerente	0	1,88	1,95	0,76	0,47	15,04	STRATO 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	22,09	48,54	58,96	19,41
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	30,52	59,43	60,64	31,9
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	36,01	67,46	67,25	43,09

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] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	28,28	21,28	29,25	31,75	31,45	0	<30	23,19	28,34	31,55	24,46
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	29,72	22,72	30,66	30,21	33,48	0	<30	26,94	29,85	36,81	28,79
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	31,3	24,3	32,21	29,99	35,48	37,44	30-32	30,02	31,51	39,79	32,34

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] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	---	35,76	---	---	---
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	---	76,08	112,92	---	---
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	276,82	120,32	178,17	292,80	150,20

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] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	---	36,65	31,74	57,94
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	---	47,00	67,52	80,41
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	90,24	58,36	106,78	105,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE

				1977	ADDENSATO
--	--	--	--	------	-----------

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	Meyerhof ed altri	1,52
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	Meyerhof ed altri	1,71
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	Meyerhof ed altri	1,88

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	(A.G.I.)	0,34
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	(A.G.I.)	0,34
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	265,58	312,07
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	540,01	494,97
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	830,86	654,95

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	Navfac 1971-1982	0,86
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	Navfac 1971-1982	2,00
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	Navfac 1971-1982	3,13

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

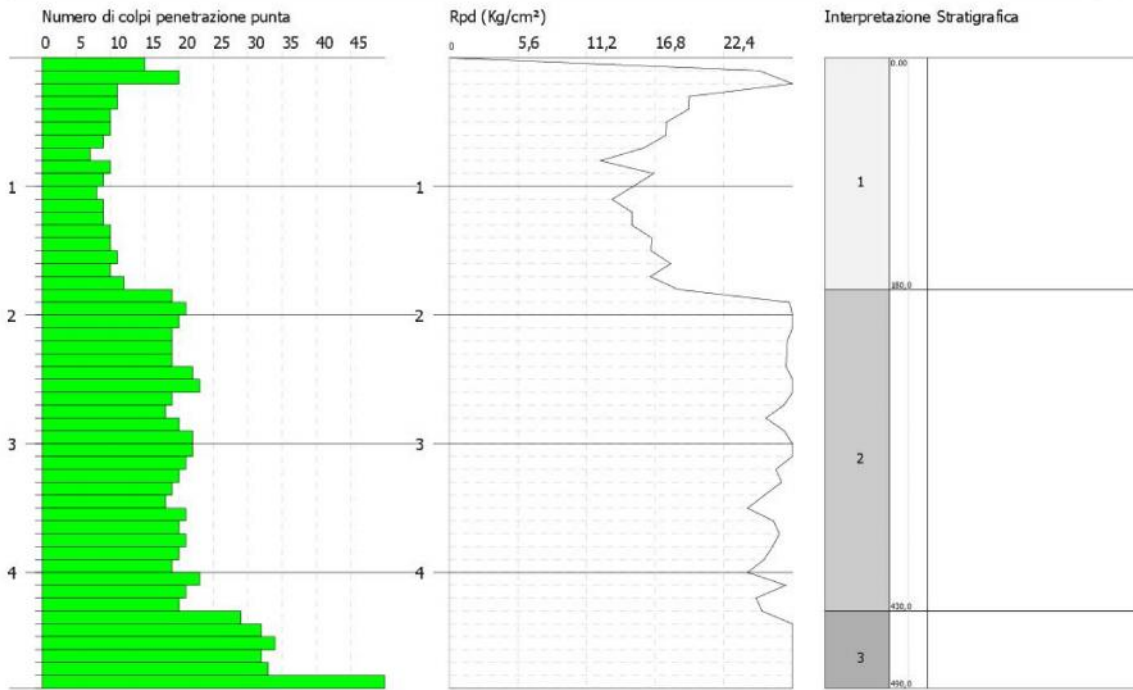
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	4,47	1,80	4,47	Robertson 1983	8,94
[2] - STRATO 2	9,51	4,30	9,51	Robertson 1983	19,02
[3] - STRATO 3	15,04	4,90	15,04	Robertson 1983	30,08

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 05/07/2019

Scala 1:50



MASW 1

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

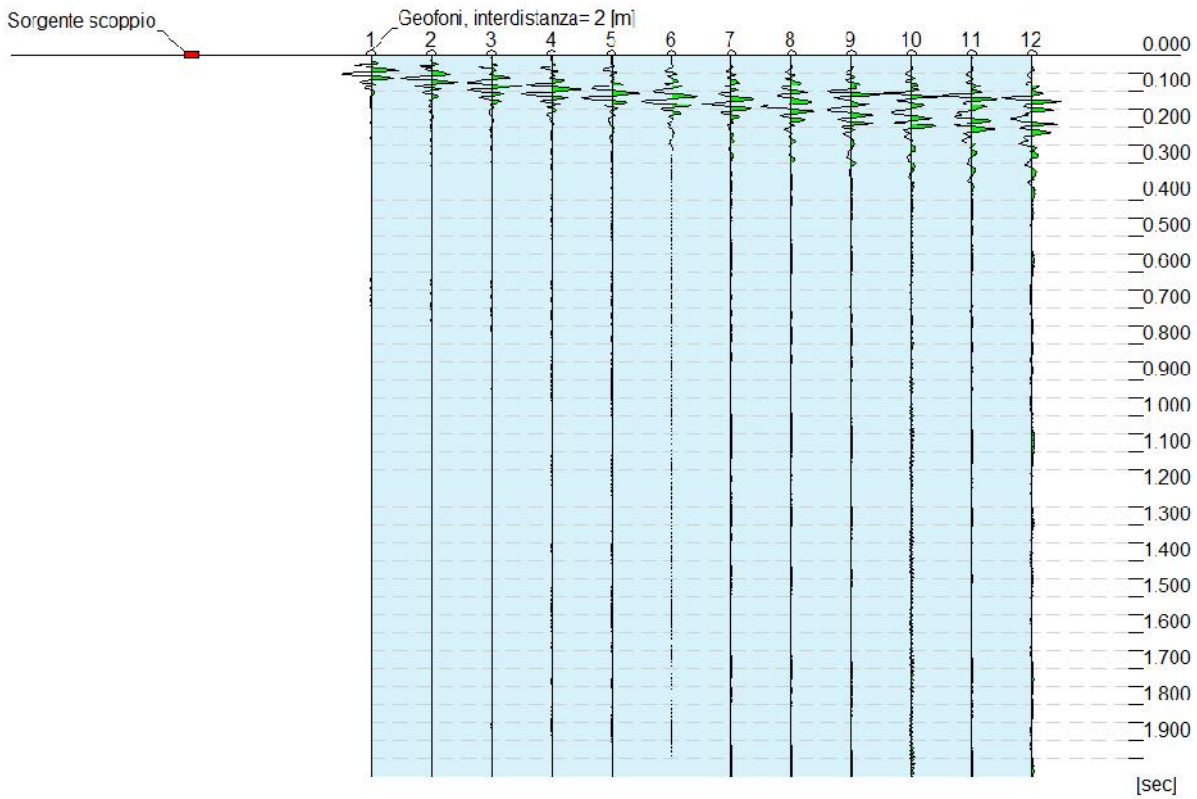
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

Tracce

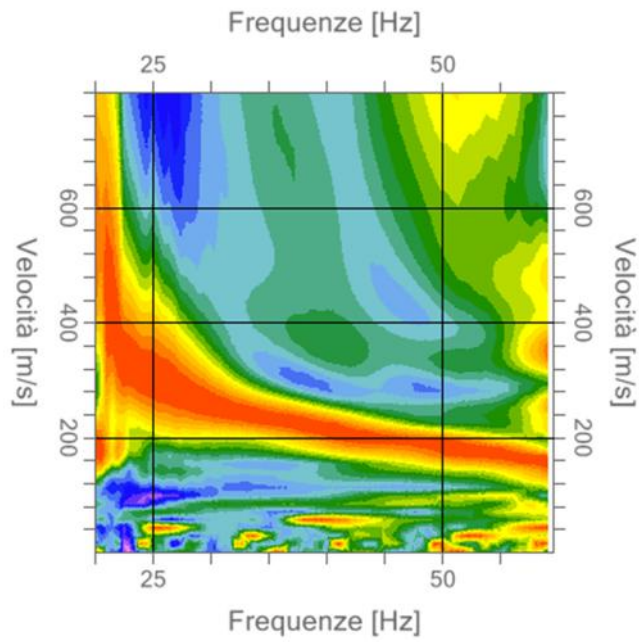
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	20
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

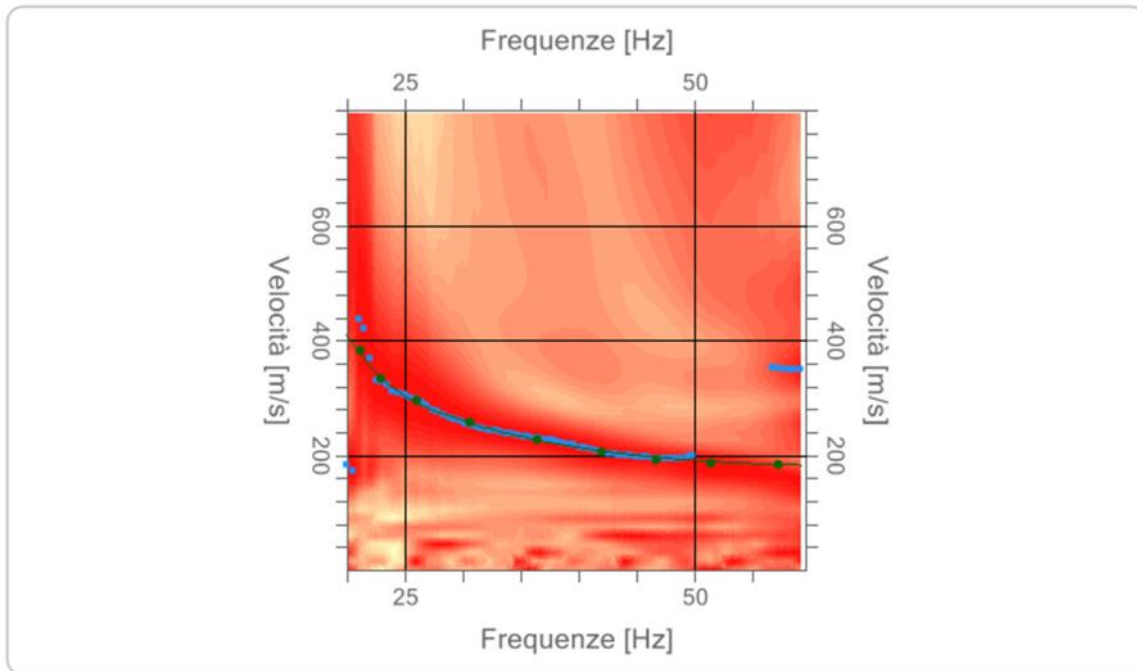
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	21.2	381.5	0
2	22.9	334.6	0
3	26.1	296.6	0
4	30.5	258.6	0
5	36.5	226.4	0
6	41.9	205.9	0
7	46.7	191.2	0
8	51.3	185.4	0
9	57.2	182.5	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.99	1.99	344.4	184.1
2	5.02	3.03	613.2	327.8
3	7.18	2.16	784.7	419.4
4	35.00	27.82	1427.9	763.2

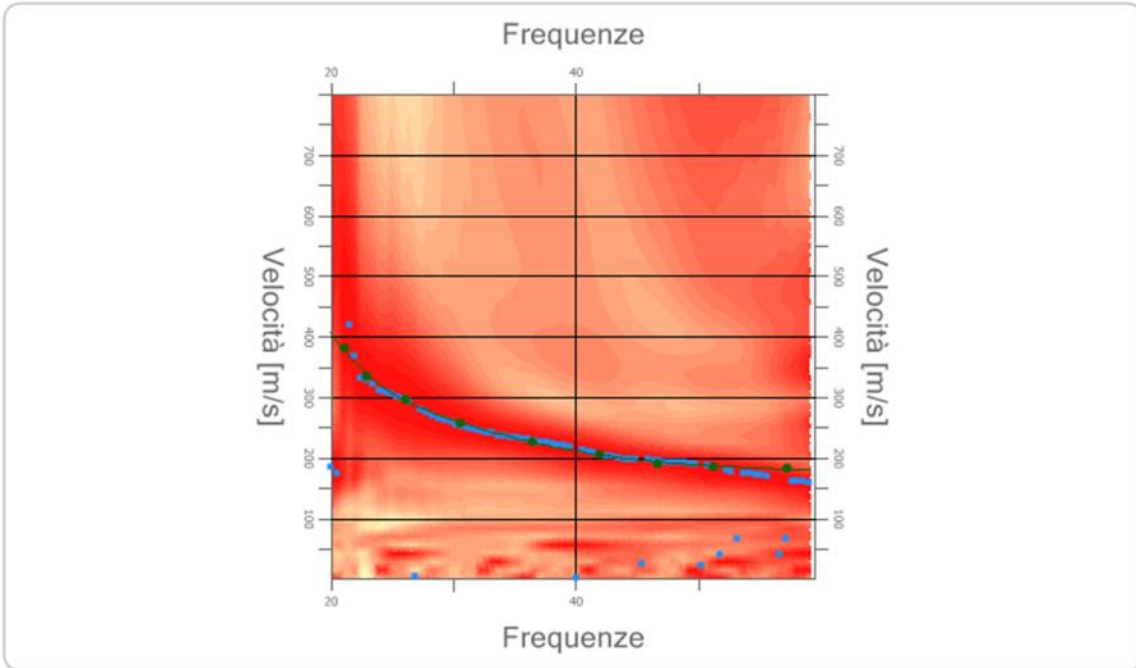
Percentuale di errore

0.009 %

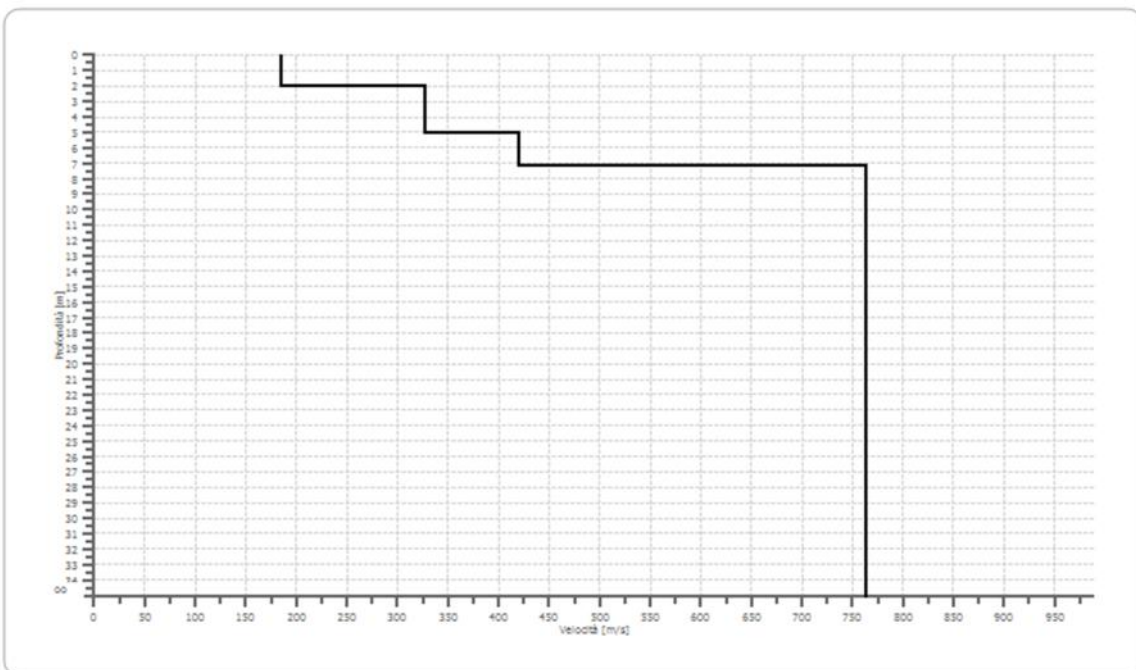
Fattore di disadattamento della soluzione

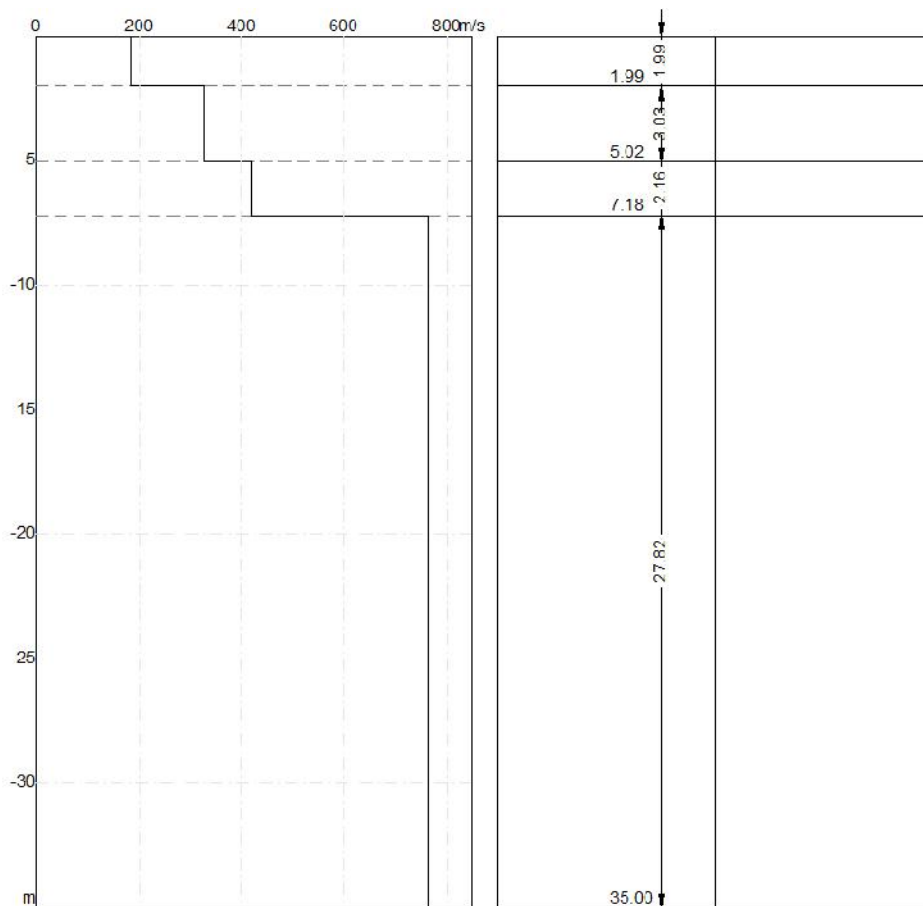
0.008

Inversione



Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m] | 1.00
 $V_{s,eq}$ [m/sec] (H=30.00 m) | 588.28
Categoria del suolo | B

Profondità piano di posa [m] | 2.00
 $V_{s,eq}$ [m/sec] (H=30.00 m) | 639.81
Categoria del suolo | B

Profondità piano di posa [m] | 3.00
 $V_{s,eq}$ [m/sec] (H=30.00 m) | 664.48
Categoria del suolo | B

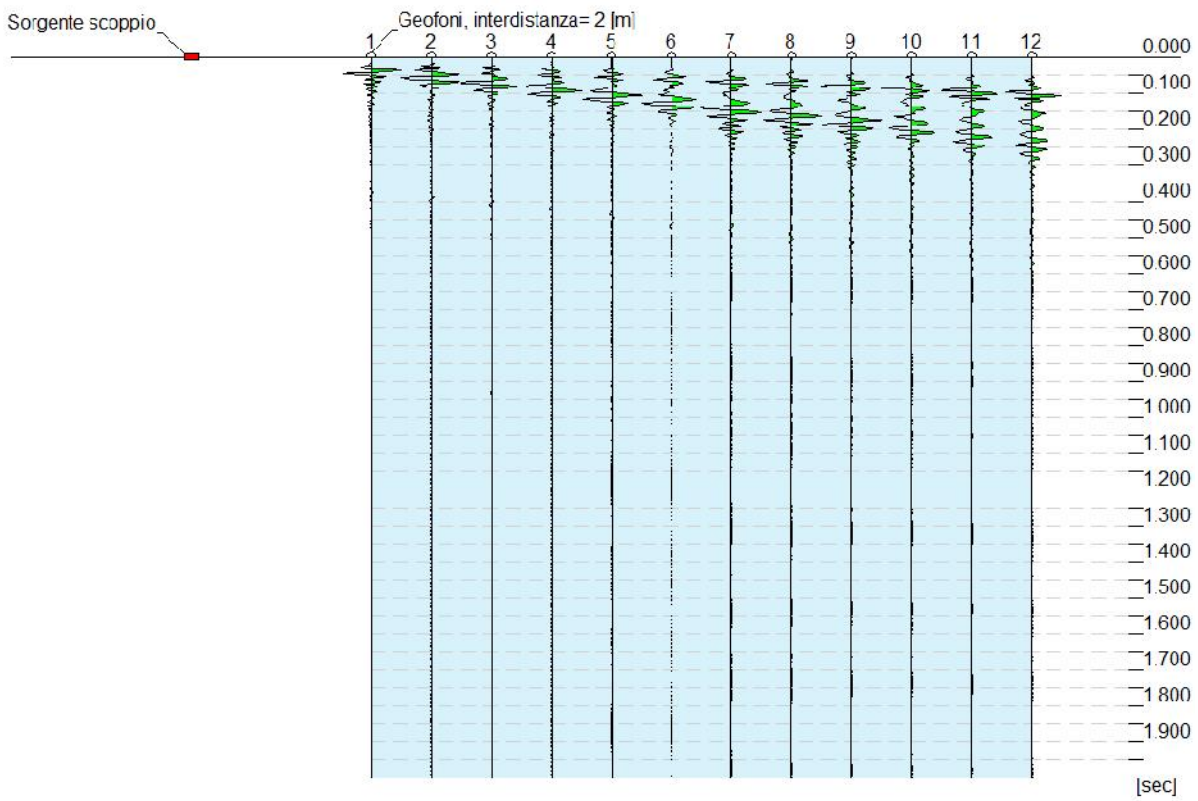
Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



MASW 2

Tracce

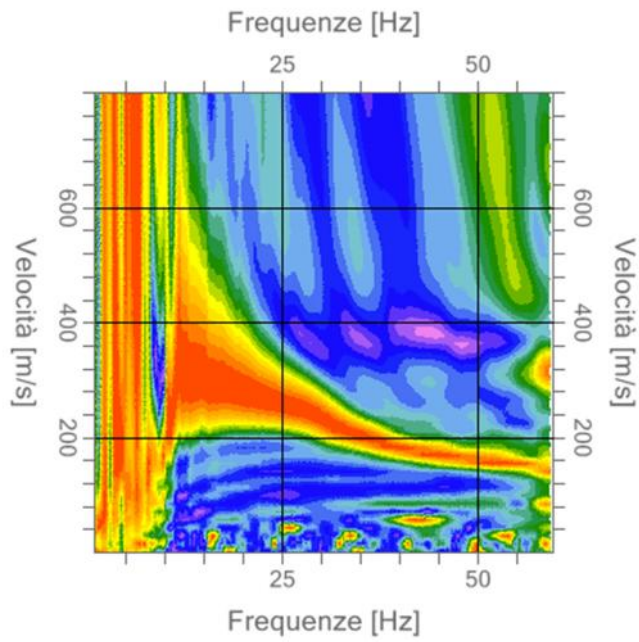
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



Analisi spettrale

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

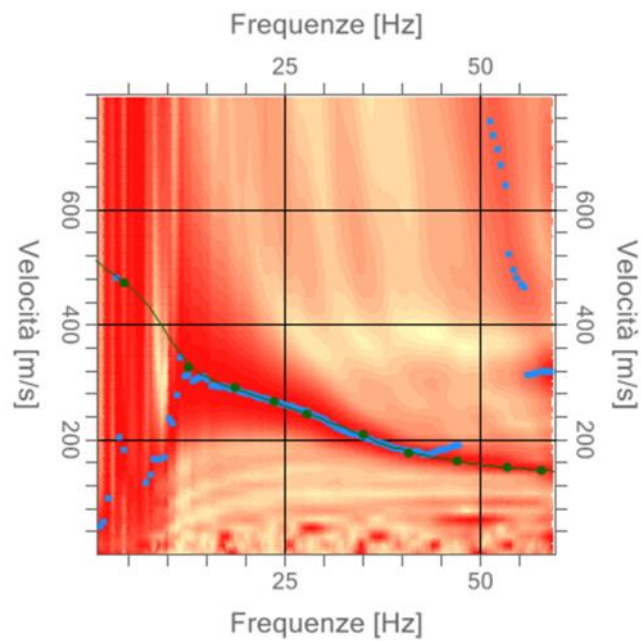
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.4	472.2	0
2	12.8	325.9	0
3	18.7	290.7	0
4	23.7	264.4	0
5	27.9	243.9	0
6	35.0	208.8	0
7	41.0	176.6	0
8	47.2	162.0	0
9	53.4	150.3	0
10	57.9	144.4	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.02	1.02	257.8	137.8
2	2.02	1.00	354.6	189.6
3	4.01	2.00	584.0	312.2
4	12.95	8.93	695.9	372.0
5	17.03	4.08	847.8	453.2
6	35.00	17.97	1061.9	567.6

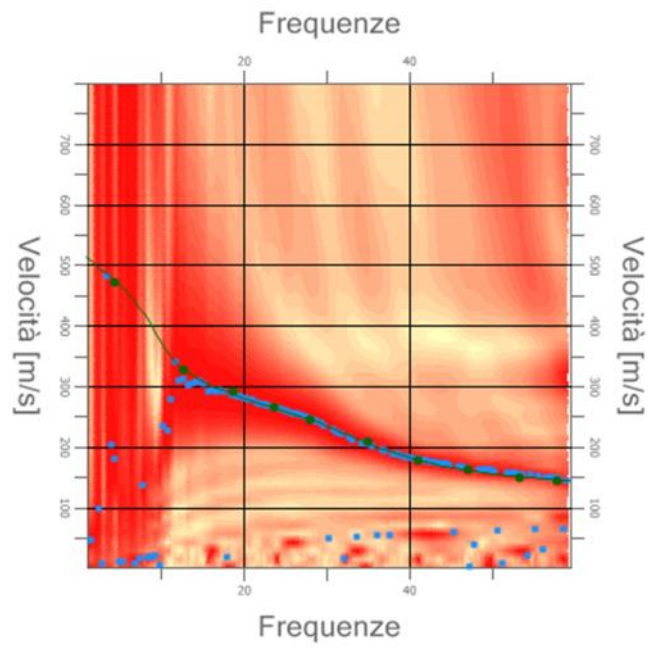
Percentuale di errore

0.006 %

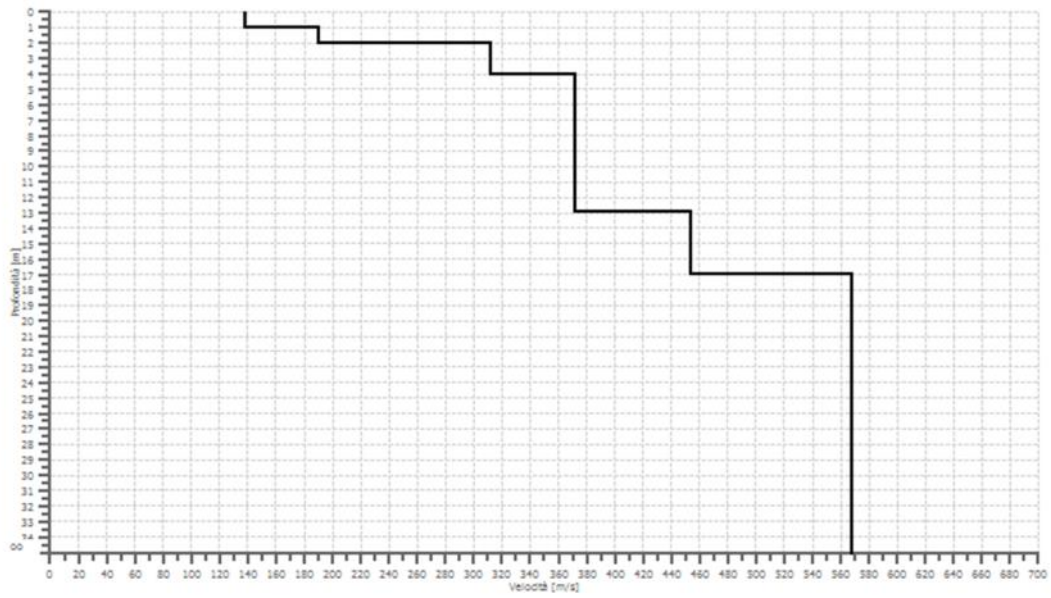
Fattore di disadattamento della soluzione

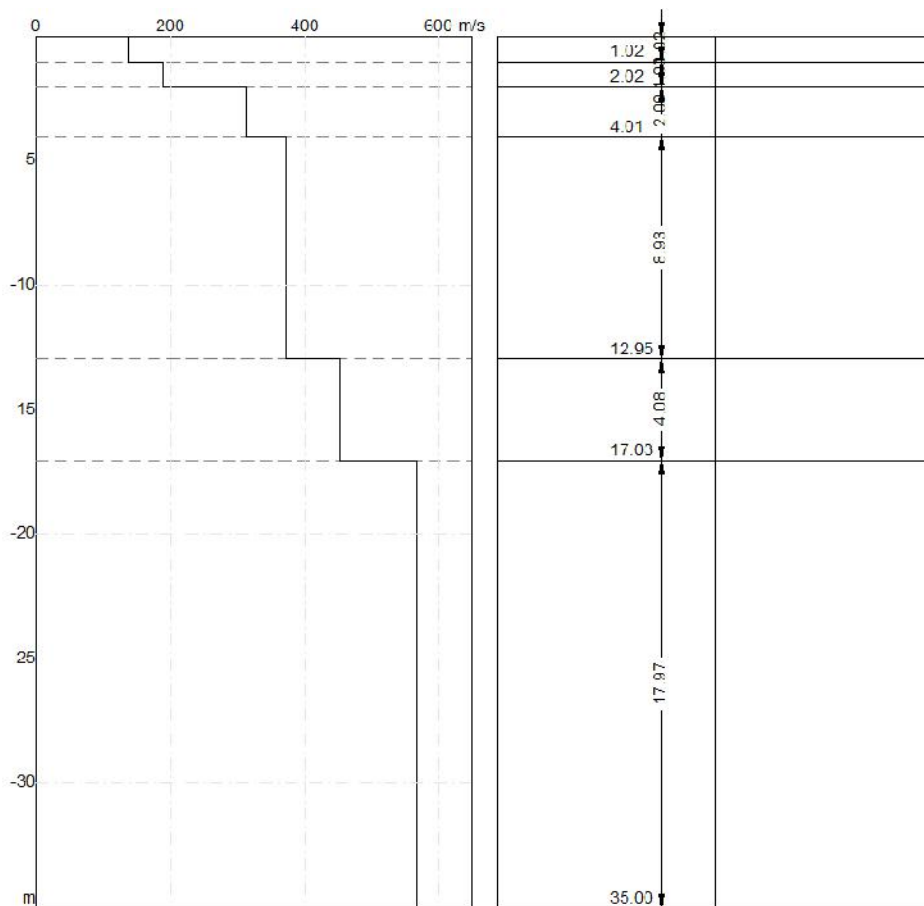
0.008

Inversione



Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m]		1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		432.09
Categoria del suolo		B

Profondità piano di posa [m]		2.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		455.34
Categoria del suolo		B

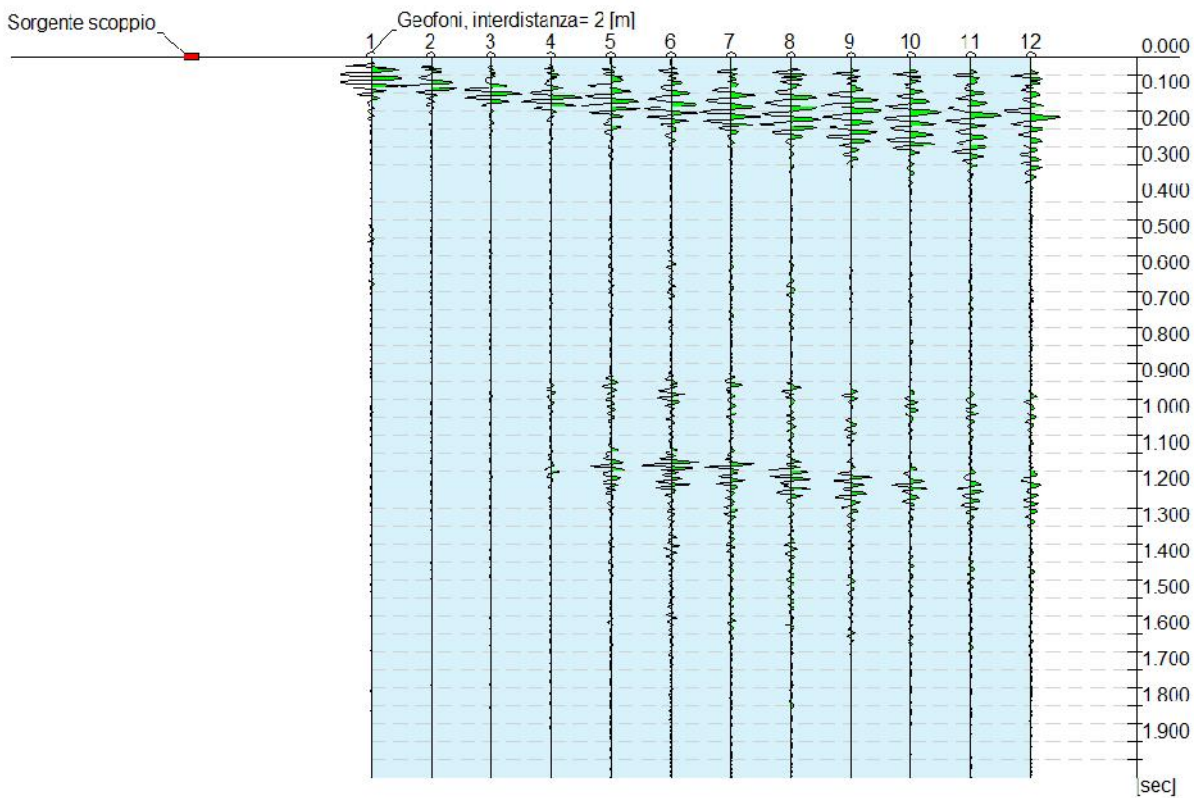
Profondità piano di posa [m]		3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		465.79
Categoria del suolo		B

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



MASW SET

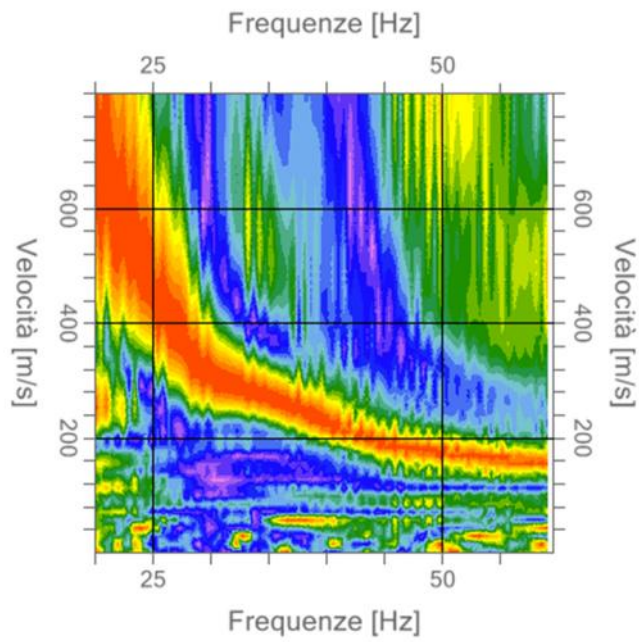
	Tracce
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	20
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

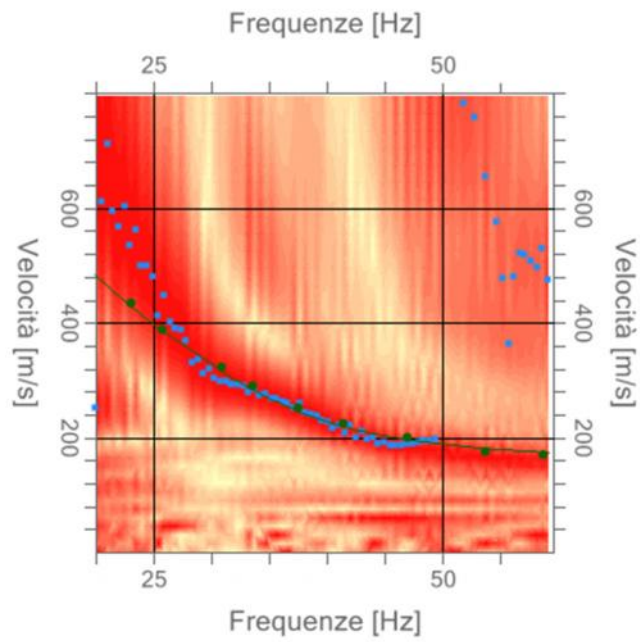
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	23.0	434.2	0
2	25.8	387.3	0
3	30.8	322.9	0
4	33.6	290.7	0
5	37.5	252.7	0
6	41.4	223.4	0
7	47.0	200.0	0
8	53.6	176.6	0
9	58.7	170.8	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.02	1.02	294.0	157.1
2	2.02	1.00	385.2	205.9
3	4.77	2.75	714.4	381.9
4	6.62	1.85	1269.3	678.5
5	35.00	28.38	1416.0	756.9

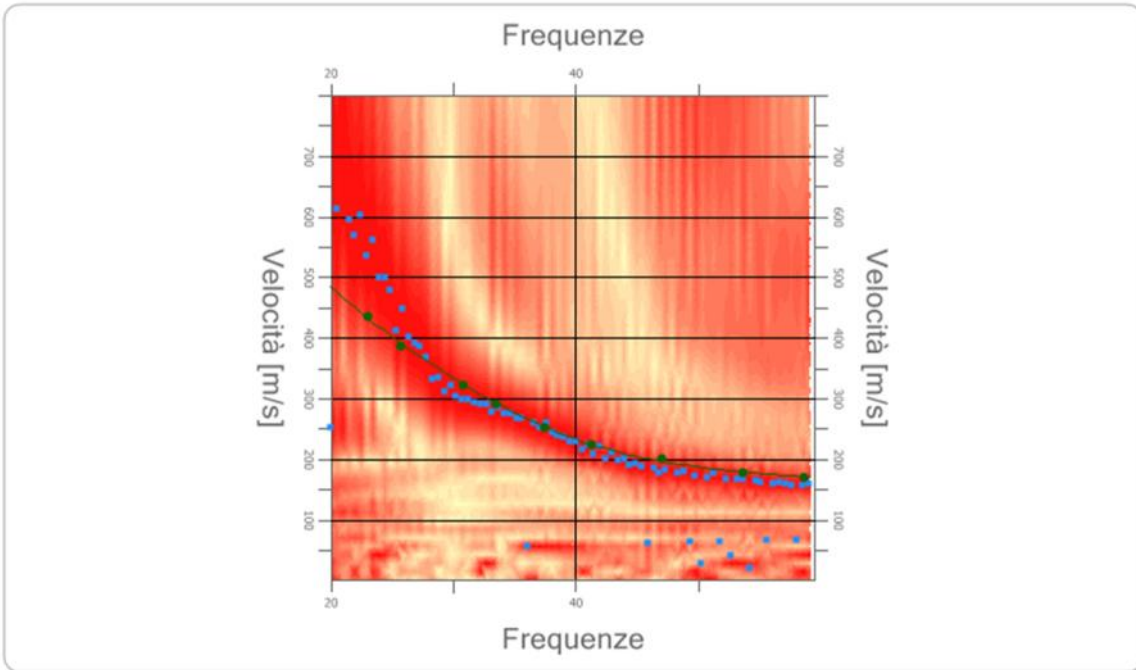
Percentuale di errore

0.005 %

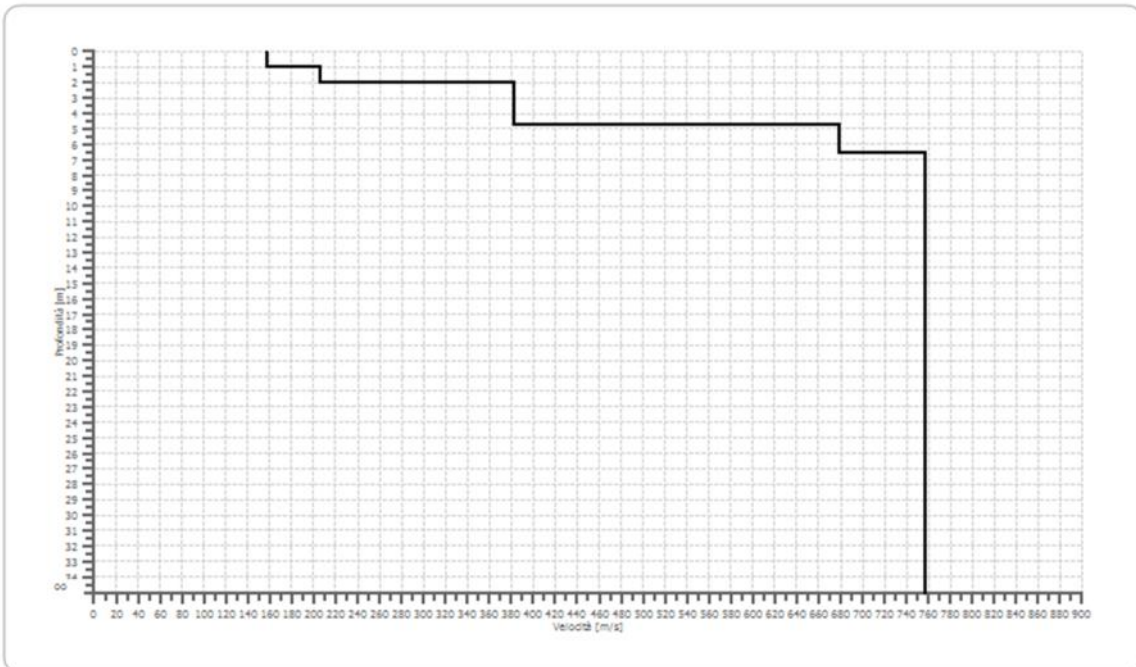
Fattore di disadattamento della soluzione

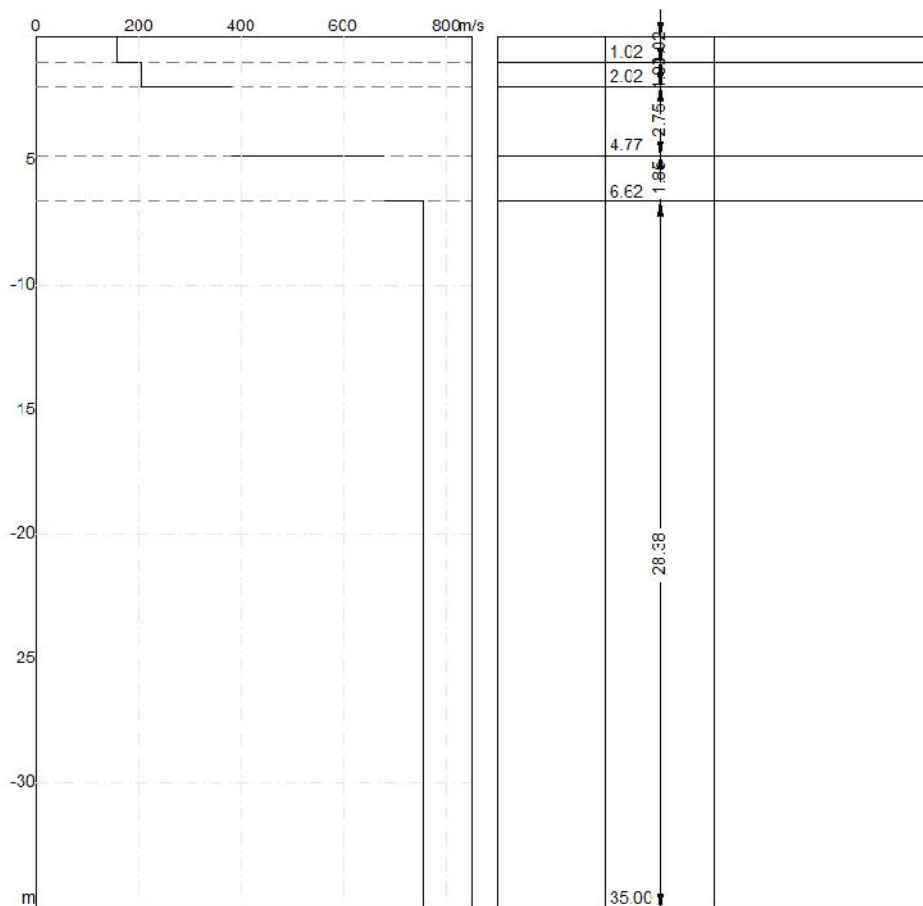
0.008

Inversione



Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m]		1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		636.68
Categoria del suolo		B

Profondità piano di posa [m]		2.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		688.75
Categoria del suolo		B

Profondità piano di posa [m]		3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)		710.58
Categoria del suolo		B

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

