

# COMUNE DI CASTELLANETA

(Provincia di Taranto)

Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp, denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in zona agricola del Comune di Castellaneta (TA) in località "Papatonno"

Proponente

**PIVEXO 6 S.r.l.**

PIVEXO 6 S.R.L.  
Via Stazione snc - 74011 Castellaneta (TA) ,  
Tel +39 0998441860, Fax +39 0998445168,  
P.IVA 03358000739, REA TA-210853,  
mail: pivexo6@pec.it

Sviluppatore

 **Greenergy**

GREENERGY SRL  
Via Stazione snc - 74011 Castellaneta (TA)  
Tel +39 0998441860, Fax +39 0998445168  
P.IVA 02599060734, REA TA-157230  
www.greenergy.it, mail:info@greenergy.it

**Elaborato** RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

(caratterizzazione e modellazione del sito, "pericolosità sismica di base" e "indagini")

**Data**

02/05/2024

**Codice Progetto**

GREEN GP - 16

**Nome File** MPGHVQ4\_RelazioneGeologica\_01

**Codice Elaborato**

P\_08\_A

**Revisione**

00

**Foglio**

A4

**Scala**

-

00

Prima emissione

02/05/2024

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Pivexo 6 S.r.l.

**Rev.**

**Descrizione**

**Data**

**Redatto**

**Verificato**

**Approvato**

## INDICE

<b>1) Premessa.....</b>	<b>2</b>
<b>2) Descrizione degli interventi in progetto .....</b>	<b>4</b>
<b>3) Normativa di riferimento .....</b>	<b>11</b>
<b>4) Ubicazione e sismicità dell'area .....</b>	<b>12</b>
<b>5) Inquadramento geologico .....</b>	<b>13</b>
<b>6) Idrogeologia ed idrologia.....</b>	<b>17</b>
<b>7) Note morfologiche e statiche .....</b>	<b>21</b>
<b>8) Geologia dell'area e costituzione del sottosuolo.....</b>	<b>22</b>
<b>9) Caratterizzazione geotecnica delle rocce.....</b>	<b>25</b>
<b>9.1) Prove in sito .....</b>	<b>25</b>
<b>9.2) Caratterizzazione geotecnica .....</b>	<b>25</b>
<b>10) Prospezioni e caratterizzazione sismica del sito.....</b>	<b>27</b>
<b>11) Conclusioni .....</b>	<b>37</b>

### Bibliografia

### Figura

Carta e sezione geologica

Corografia

Stralcio della Carta Tecnica Regionale (CTR)

Stralcio delle tavole del Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)

### Relazione di calcolo della pericolosità sismica di base e di sito

### Risultati delle analisi MASW

### Rapporto delle indagini geognostiche (Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH))



## 1) Premessa

Il presente lavoro fa seguito all'incarico conferito allo scrivente dalla società Pivexo 6 srl, con sede in Castellaneta (TA) alla via Stazione s.n.c., ed ha lo scopo di definire la stratimetria e le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto di un impianto agrivoltaico, per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, tramite conversione fotovoltaica avente potenza nominale in Corrente Alternata (AC o CA) pari a 40,00 MW e potenza del Generatore Fotovoltaico in Corrente Continua (DC o CC) pari a 46,65 MWp. Il progetto fotovoltaico unito alle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) sarà denominato "Romanazzi" ed è situato in agro del comune di Castellaneta.

Nel settore in parola si rinvengono i termini litologici appartenenti ad una serie di depositi sabbiosi, argillosi e limosi, poggianti su uno spesso banco pelitico giacente sul basamento calcareo-calcarenitico. Il settore in esame si mostra subpianeggiante, lievemente ondulato e degradante verso meridione, ed appare stabile, con assenza di fenomeni di dissesto geologico, per cui nel seguito del lavoro non sarà effettuata la verifica di stabilità del pendio. L'idrografia superficiale, legata alle caratteristiche dei terreni, al loro assetto ed al regime pluviometrico tipico del clima mediterraneo, nel tratto interessato dai lavori le acque di precipitazione meteorica, che non vengono assorbite dai terreni, confluiscono nelle linee di deflusso superficiale naturali e artificiali esistenti.

Lo studio viene finalizzato alla ricostruzione delle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area in parola ed alla caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geomeccanico; inoltre l'allegata cartografia permette di restituire, sotto l'aspetto geologico, quanto osservato durante i sopralluoghi. Allo scopo di ottenere un corretto inquadramento geologico è stato effettuato un rilevamento del settore in esame,



esteso anche alle superfici limitrofe, oltre a ricerche e correlazioni bibliografiche e cartografiche e la conoscenza della stratigrafia dei pozzi esistenti nel settore.

Per l'espletamento dell'incarico conferito sono state compiute, in questa fase, delle indagini profonde dirette, consistite nella realizzazione di quattro sondaggi del tipo penetrometrico dinamico continuo (DPSH), in aggiunta ed in approfondimento delle conoscenze della costituzione del sottosuolo, nota dagli studi eseguiti in precedenza nel territorio comunale di Castellaneta, e dall'osservazione degli scavi, eseguiti per l'edificazione di fabbricati, e delle colonne stratigrafiche dei pozzi realizzati, per la ricerca di acque sotterranee, e dalla visione dei versanti degli spaccati naturali ed artificiali esistenti e delle pareti delle cave, sparse nel territorio. Inoltre la conoscenza della stratimetria locale è stata ottenuta mediante la realizzazione di un'indagine di tipo indiretto, per la precisione quattro prospezioni geosismiche a rifrazione, secondo la metodologia MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), aventi il fine di conoscere l'andamento dei terreni nel suolo e sottosuolo e di caratterizzare sismicamente la successione stratigrafica esistente.

In merito alle opere di fondazione, alla geologia locale e alle caratteristiche geotecniche del sito, la particolare struttura dei litotipi rinvenuti è ben nota in letteratura geologica, per cui i parametri geotecnici, che di seguito si forniranno, scaturiscono da studi precedenti, eseguiti su siti contermini e su materiali appartenenti allo stesso ambiente geologico, facendo salve indagini geognostiche in situ più dettagliate che si dovessero rendere necessarie in una fase successiva fase di studio.

Nel presente lavoro uno speciale riferimento sarà dato alla permeabilità, elemento utile per avere un quadro, quanto più possibile preciso del potere assorbente del terreno. In merito alle opere di fondazione, alla geologia locale e alle caratteristiche geotecniche del sito saranno seguite le indicazioni contenute nella normativa vigente.



## 2) Descrizione degli interventi in progetto

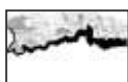
La PIVEXO 6 s.r.l. con sede in via Stazione s.n.c. – 74011 Castellaneta (TA), intende sviluppare il progetto di un impianto agrivoltaico su di un terreno con destinazione agricola (destinazione di PUG prevalente – contesto rurale), l'area catastale in disponibilità è di circa 68,54 Ha, distinto in Catasto al Foglio 101 Particelle 1, 26, 55, 56, 57, 58, 228. La stazione di elevazione e stazione elettrica verrà realizzata su di un terreno distinto in Catasto al Foglio 101 Particella 126 e Foglio 110 Particella 197.

L'impianto agrivoltaico sarà collegato tramite cavidotto interrato in Media Tensione (MT) alla Stazione di Elevazione Utenza 30/150 kV la quale a sua volta verrà collegata in antenna a 150 kV su di una futura Stazione Elettrica di Smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla direttrice a 150kV denominata "Pisticci – Taranto N2", previa realizzazione di:

- Nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150kV da collegare in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN "Pisticci – Taranto N2" e "Ginosa-Matera";
- Potenziamento/Rifacimento della linea a 150 kV della RTN "Ginosa - Matera" nel tratto compreso tra la nuova SE succitata e la SE RTN a 380/150 kV di Matera;
- Potenziamento/Rifacimento della direttrice a 150 kV della RTN "Ginosa – Palagianò".

TERNA S.p.A. ha rilasciato la "Soluzione Tecnica Minima Generale" sopra evidenziata ed identificata dal Codice Pratica 202001562 in data 05/07/2022. La Società Greenergy SRL ha proceduto all'accettazione della STMG in data 09/08/2022.

L'impianto agrivoltaico sarà costituito da un totale di 64.792 moduli fotovoltaici con una potenza di 720 Wp cadauno per una potenza totale complessiva installata di



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

46,65 MWp. L'impianto agrivoltaico sarà suddiviso in stringhe sezionabili direttamente a bordo inverter.

Le caratteristiche tecniche/elettriche dei due lotti sono disponibili in forma estesa all'interno dell'elaborato di progetto: "P\_01\_B Relazione tecnica elettrica"

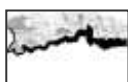
I cavi in corrente continua in uscita da ciascuna delle stringhe dell'impianto, verranno collegate direttamente agli ingressi MPPT disponibili per ciascun inverter. La configurazione elettrica adottata prevede l'utilizzo di inverter da 320 kW. L'uscita di ciascun inverter a 1500 V (AC) risulta collegata, mediante opportune protezioni, ad un quadro BT; quest'ultimo è collegato al rispettivo trasformatore BT/MT (alloggiato in adiacenza al vano contenente il quadro BT) con uscita a 30kV.

Trasformatore e inverter risultano installati con tutte le necessarie protezioni elettriche richieste; ogni singolo sottocampo è dotato di un proprio trasformatore MT/BT 30/0,8 kV contenente tutte le protezioni previste dalla normativa.

Tutta la distribuzione, BT e MT, avviene tramite cavidotto.

Nella progettazione dell'impianto sono stati adottati i seguenti accorgimenti:

- Collocamento dei moduli FV in configurazione Tracker (1P) aventi l'asse verso il Sud geografico ( $0^\circ$  SUD) e con una inclinazione (Est-Ovest) rispetto al piano orizzontale di  $\pm 55^\circ$ , al fine di massimizzare la captazione della radiazione solare;
- Disposizione ottimale dei moduli allo scopo di minimizzare gli ombreggiamenti sistematici;
- Configurazione ottimale delle stringhe di moduli allo scopo di minimizzare le perdite per mismatching;
- Configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle



varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc...) nel pieno rispetto delle prescrizioni della normativa per i produttori allacciati in Media Tensione;

- Utilizzo di cavi per il trasporto dell'energia progettati specificatamente per l'impiego nelle applicazioni fotovoltaiche per le sue caratteristiche elettriche-termiche-meccaniche e chimiche. Tali cavi presentano, infatti, un'ottima resistenza alla corrosione, all'acqua, all'abrasione, agli agenti chimici (oli minerali, ammoniaca, sostanze acide ed alcaline) ed un buon comportamento in caso di incendio (bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi).



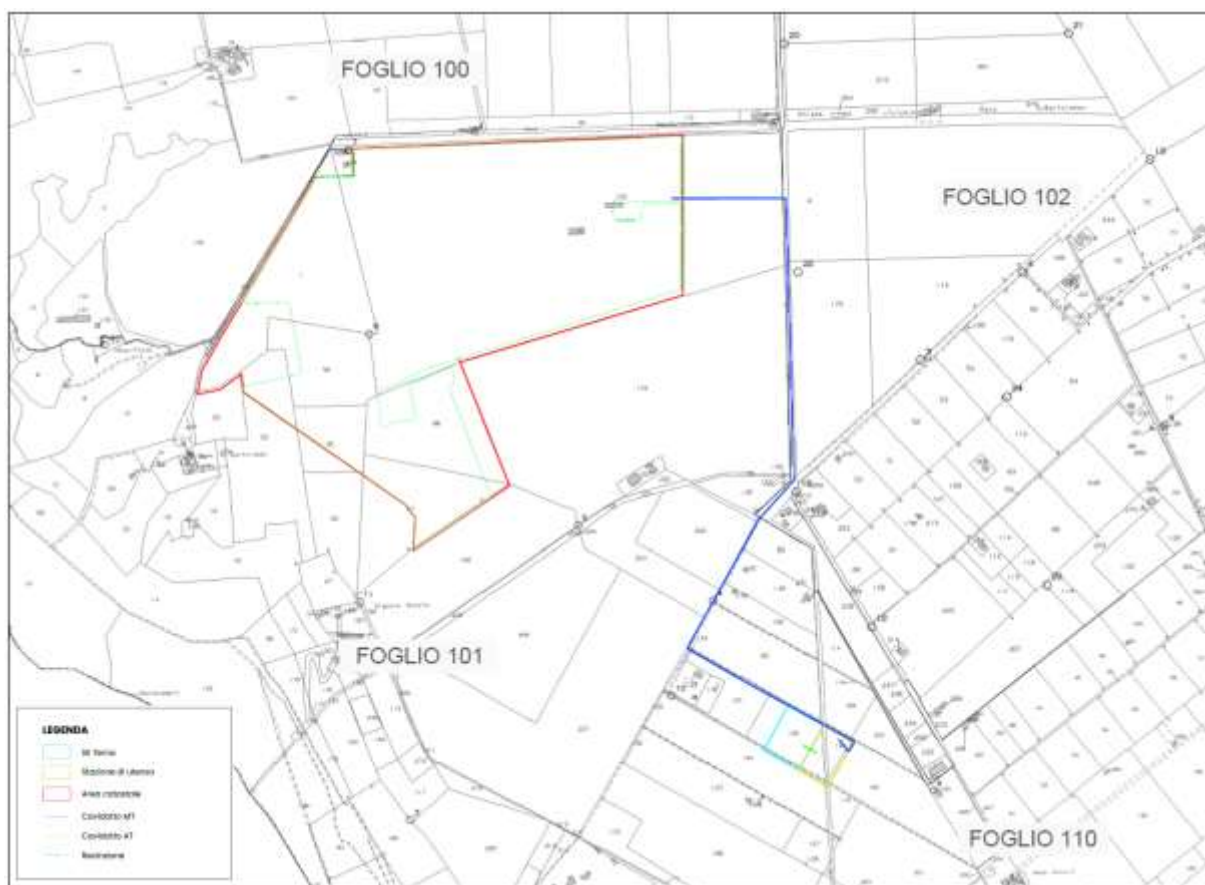
Vista ortofoto dell'area oggetto dell'intervento



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345



Inquadramento catastale dell'area oggetto dell'intervento

Nel caso specifico, il luogo prescelto per l'intervento in esame, infatti, risulta essere da un lato economicamente sfruttabile in quanto area esclusivamente utilizzata per la trasformazione agricola, lontana dai centri abitati e urbanisticamente coerente con l'attività svolta, con conseguenti minori impatti a causa della ridotta visibilità rispetto ad impianti posizionati in aree diverse, dall'altro la zona risulta non essere interessata da vincoli ambientali insostenibili. La potenza dell'impianto agrivoltaico progettato è pari a 46,65 MWp; esso risulta composto nella sua interezza da 64.792 moduli fotovoltaici da 720 W, montati su strutture ad inseguimento solare.

La tipologia di struttura che si andrà ad utilizzare risulta appositamente progettata e infissa nel terreno in assenza di opere in cemento armato. Le modalità di installazione prevedono la realizzazione di un impianto poggiato sul terreno,



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

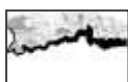


ascrivibile alla categoria altri impianti fotovoltaici. Non si prevede la realizzazione di particolari volumetrie, fatte salve quelle associate ai poli tecnici, inverter e cabine del tipo outdoor, indispensabili per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico. Al termine della sua vita utile, l'impianto dovrà essere smesso e il soggetto esercente provvederà al ripristino dello stato dei luoghi, come disposto dall'art. 12 comma 4 del D. Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

L'intervento proposto:

- Consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- Utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- Consente il risparmio di combustibile fossile;
- Non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- Non è fonte di inquinamento acustico;
- Non è fonte di inquinamento atmosferico;
- Utilizza viabilità di accesso già esistente;
- Comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio, relativamente alle fondazioni superficiali, delle undici cabine e inverter.

La fonte fotovoltaica, inoltre, essendo sensibile agli ombreggiamenti necessita di superfici alquanto pianeggianti che riescono a conferire all'impianto regolarità e facilità di installazione delle strutture che, ormai non necessitano più di opere di fondazione in calcestruzzo ma vengono installate mediante semplice infissione.



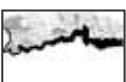


Tecnica di realizzazione di fondazioni Tracker

I criteri di progettazione che hanno fatto ricadere la scelta dell'area nel Comune di Castellaneta, sono di seguito sintetizzati:

L'impianto agrivoltaico sarà collegato tramite cavidotto interrato in Media Tensione (MT) alla Stazione di Elevazione Utenza 30/150 kV la quale a sua volta verrà collegata in antenna a 150 kV su di una futura Stazione Elettrica di Smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla direttrice a 150kV denominata "Pisticci – Taranto N2", previa realizzazione di:

- Nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150kV da collegare in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN "Pisticci – Taranto N2" e "Ginosa-Matera";
- Potenziamento/Rifacimento della linea a 150 kV della RTN "Ginosa - Matera" nel tratto compreso tra la nuova SE succitata e la SE RTN a 380/150 kV di Matera;
- Potenziamento/Rifacimento della direttrice a 150 kV della RTN "Ginosa – Palagiano".



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

- 1) l'area risulta ben servita dalla infrastrutturazione elettrica MT;
- 2) la Società proponente ha già nella sua disponibilità i terreni su cui sarà installato l'impianto e che sarà coinvolto per le attività agricole e le mitigazioni;
- 3) l'area si presenta orograficamente adatta all'installazione di impianti agrivoltaici in quanto pianeggiante oltre che fertile e adatta alle colture previste dal progetto agricolo.

L'intervento proposto:

- Consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- Utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- Consente il risparmio di combustibile fossile per la medesima produzione energetica;
- Produce limitati rifiuti e/o scarti di lavorazione;
- Non è fonte di inquinamento acustico;
- Non è fonte di inquinamento atmosferico;
- Utilizza viabilità di accesso già esistente;
- Consente il mantenimento e la continuità della vocazione agricola dell'area;
- Si pone come ulteriore presidio dell'area per la presenza di manutentori, agricoltori, tecnici;
- Permette di ottimizzare e trasferire il know how dell'agricoltura 4.0 grazie ai sistemi di controllo e precisione legati alla gestione agricola/irrigazione/infestanti e parametri micro climatici;
- Comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio perché reversibili e perché l'artificializzazione sarà limitata a circa il 2/3% dell'area di intervento.



### 3) Normativa di riferimento

Secondo quanto contenuto nelle *"Nuove Norme Tecniche per le costruzioni"*, le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica devono essere esposti in una specifica relazione geologica e le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove, che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive. Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una successiva e specifica relazione geotecnica. I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, i sopralluoghi diretti e la conoscenza della zona valutata dallo scrivente, hanno permesso di esaminare e definire i seguenti argomenti dell'area studiata:

- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico,
- caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni,
- caratterizzazione sismica del sito,
- eventuali prescrizioni.

Le indagini geognostiche e la presente relazione sono conformi a quanto disposto nelle normative seguenti:

- A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977);
- D.M. del 11/03/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni ecc.";
- Circolare Ministero LL.PP. del 24/09/1988 n. 30483;
- D.P.R. 554/1999;
- D.P.R. 328/2001;

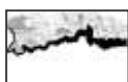


- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003;
- D.M. 14/01/2008 Nuove Norme Tecniche per le costruzioni;
- Circolare LL.PP. n. 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni";
- D.M. 17/01/2018 aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".

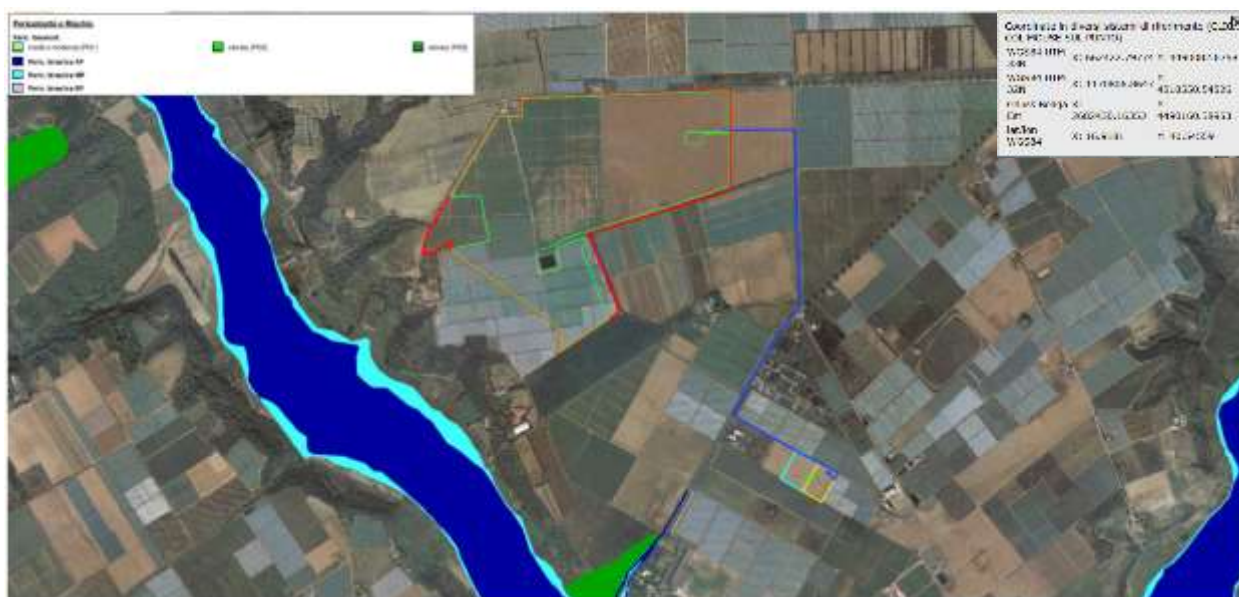
Nei riguardi dell'azione sismica le NTC hanno come obiettivo il controllo del livello di danneggiamento della struttura a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica, che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese. Si fa presente, per quanto riportato, che le opere in progetto, in ogni caso, dovranno essere dimensionate nell'osservanza e nel rispetto delle vigenti norme di legge per l'edilizia civile ed industriale e della normativa per la disciplina delle opere strutturali.

#### 4) Ubicazione e sismicità dell'area

Il settore interessato dagli interventi si rinviene a circa dieci chilometri di distanza, verso meridione, dal centro abitato di Castellaneta, ricade in parte della tavoletta 201 I S.E. "*Masseria Casamassima*", della carta topografica d'Italia, edita dall'Istituto Geografico Militare, alla scala 1:25.000, ad una quota altimetrica variabile, da nord a sud, compresa tra le isoipse di circa 65 e 51 metri sul livello del mare, ed è riportato in catasto al foglio di mappa 101 particelle 1, 26, 55, 56, 57, 58 e 228. La stazione di elevazione e stazione elettrica verrà realizzata su di un terreno distinto in Catasto al Foglio 101 particella 126 e foglio 110 particella 197. Si riporta, di seguito, l'ubicazione del sito, tratta dalle tavole del Piano dell'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto



dall'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale (ex AdB di Puglia) e le coordinate del punto baricentrico, con diversi sistemi di riferimento, precisamente:

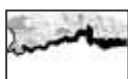


da cui si evince che il sito è privo di qualsiasi vincolo sia geomorfologico che idraulico.

Dal punto di vista sismico il comune in oggetto (Castellaneta - Codice ISTAT 2001 n° 16073003), secondo quanto riportato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 – *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica* (Ordinanza n. 3274) pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 08 maggio 2003, e dal provvedimento regionale di cui alla Deliberazione della Giunta della Regione Puglia del 02 marzo 2004 n° 153 (B.U.R. N° 33 del 18 marzo 2004), passa da area non classificata a Zona 3 (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni 0,05-0,15 ed accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche) 0,15).

## 5) Inquadramento geologico

### a) Stratigrafia



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

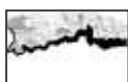
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

Nel territorio comunale di Castellaneta affiorano estesamente depositi plio-pleistocenici, essenzialmente calcarenitico-sabbiosi ed argillosi, a struttura tabulare, sovrapposti ad una spessa successione di strati rocciosi di natura carbonatica, di età cretacea. Dalle più antiche alle più recenti, si riconoscono le seguenti formazioni note in letteratura geologica con il nome di:

- *Calccare di Altamura;*
- *Calcarenite di Gravina;*
- *Argille subappennine;*
- *Depositi marini terrazzati.*

Le rocce costituenti la piattaforma di base sono note in letteratura geologica, per l'area in esame, con il nome formazionale di *Calccare di Altamura*. Tale unità risulta formata da strati o banchi, con spessori variabili da 10 a 15 centimetri fino a 2 metri, di calcari finemente detritici, compatti, con frattura concoide, a luoghi mostrano irregolari e ripetute alternanze di calcari dolomitizzati e di dolomie grigio-nerastre. Il colore è variabile dal bianco al grigio, al grigio nocciola; sono rossastri in presenza di residui ferrosi ("*terra rossa*"), derivanti dalla degradazione. Gli strati di questa formazione appaiono disarticolati, frantumati, alterati e in vario modo carsificati. Si rilevano nella parte settentrionale del territorio comunale di Castellaneta e, da quanto rilevato durante i lavori di escavazione di pozzi, al di sotto degli altri sedimenti che si andranno ad illustrare.

La Formazione della *Calcarenite di Gravina* è costituita da calcareniti organogene di colore bianco giallastro o grigio, con resti di micro e macrofossili. In particolare si è in presenza di calcareniti bianco-giallastre, variamente diagenizzate, tenere e porose, massicce o con accenni di stratificazione e si rinvengono generalmente massive ("*tufo calcareo*"), con un buon grado di diagenesi. La base di questa formazione, spesso in evidente discordanza angolare, è in trasgressione sui calcari cretacei; al tetto



affiorano, sovrapposti, i tipi litologici appartenenti all'unità delle *Argille subappennine*. Le migliori esposizioni si rinvengono lungo i versanti delle gravine e sui fronti delle cave aperte in zona per l'estrazione di conci di tufo.

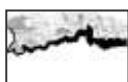
I sedimenti costituenti la Formazione delle *Argille subappennine*, continuano la serie sedimentaria della Fossa bradanica, e sono formati da limi più o meno marnosi di colore grigio-azzurro, bianco giallastro in superficie, per l'alterazione. Si rilevano spesso inferiormente ai depositi a prevalente componente psammitica che si vanno a descrivere.

A chiusura della serie si osservano i tipi litologici appartenenti ai *Depositi marini terrazzati*, in lembi di spessore variabile. Nelle aree di affioramento risultano formati principalmente da sabbie giallastre, variamente argillose e limose e con scheletro ghiaioso, con diverso grado di cementazione, a luoghi a stratificazione incrociata; si possono inoltre rinvenire inclusioni di strati ghiaiosi addensati e cementati, costituiti da clasti centimetrici subarrotondati eterogenei. Nella porzione sommitale il complesso in parola si presenta alquanto degradato ed alterato, specie nella parte interessata dalle pratiche agricole. I litotipi in oggetto si rinvengono in diretta sovrapposizione sulle formazioni prima descritte.

Si fa presente che si può osservare, inoltre, una coltre detritica, derivante dal disfacimento dei terreni in sito, che presenta uno spessore variabile, anche superiore al metro e nelle aree depresse, quali le gravine e le lame, affiorano dei depositi alluvionali, a luoghi terrazzati.

#### b) *Morfologia e tettonica*

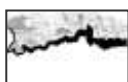
La disarticolazione della piattaforma carbonatica pugliese, con un complesso sistema di faglie, originate da sforzi di compressione, ha dislocato in vario modo gli strati, permettendo la corrispondenza tra tettonica e morfologia. I rilievi calcarei coincidono con gli alti strutturali e le superfici pianeggianti con aree depresse, colmate





dalla deposizione dei sedimenti calcarenitici ed argillosi. I calcari sono piegati in blande ondulazioni, con generale immersione degli strati verso nord-ovest, si mostrano interessati da un sistema di faglie dirette, di età pleistocenica, a prevalente andamento NW-SE. Le tracce di tali superfici di discontinuità sono in gran parte sepolte al di sotto dei sedimenti plio-pleistocenici.

In complesso il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste di sollevamento, con ampie superfici pianeggianti situate a varie altezze sul livello del mare, separate da scarpate, subparallele all'attuale linea di riva. Alle quote altimetriche più elevate affiorano i calcari, con la caratteristica struttura a pilastro tettonico. I depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi, che si rinvengono alle quote più basse, risultano interessati da fenomeni di sollevamento in blocco; non si rilevano infatti pieghe e/o faglie. I calcari cretacei risultano, a luoghi, piegati in blande ondulazioni diretto E-O; tali deformazioni sono in qualche raro caso associate ad evidenti faglie direzionali. A queste strutture se ne sovrappongono altre, in genere limitate da faglie, dirette da NO a SE: l'infossamento della zona compresa tra la parte settentrionale dell'abitato di Castellaneta e l'altopiano delle Murge è dovuto ad una seconda fase tettonica, appunto caratterizzata da tali deformazioni disgiuntive. In questa depressione, bagnata dal mare è avvenuta la deposizione dei sedimenti plio-pleistocenici, nell'ordine dal basso verso l'alto e dal più antico al più recente: *Calcareniti di Gravina*, *Argille subappennine* e *Depositi marini terrazzati*. Successivamente, in epoche recenti dal punto di vista geologico, delle forze orogenetiche hanno permesso il sollevamento, a scatti, di questa parte della regione. Infatti la morfologia dell'area in questione è condizionata da superfici di abrasione marina, degradanti verso il Golfo di Taranto, a meridione del sito, ed interrotte da scarpate, che costituiscono le antiche linee di costa, pressoché parallele a quella attuale, che si rinvengono a circa sei chilometri di distanza.

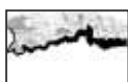


Nell'area in oggetto uno dei principali agenti morfogenetici sono le acque meteoriche che hanno inciso il territorio, sia il basamento calcareo che i sovrastanti sedimenti plio-pleistocenici, favorendo la formazione di profondi solchi erosivi, noti con il nome di *gravine* o *lame*, fiumi in corrispondenza della foce. Questi solchi, caratterizzati a luoghi da pareti subverticali, si sono impostati sui ripiani di abrasione, approfondendosi per sovraimposizione ed erosione rimontante, in corrispondenza delle scarpate, collegate ai sollevamenti regionali, in combinazione con le variazioni eustatiche del livello marino. La loro sezione trasversale presenta spesso una forma a V, leggermente svasata, con fondo generalmente piatto, occupato da terra rossa frammista a ciottoli, a tratti terrazzati. Le pareti di questi solchi erosivi sono in lenta, ma continua evoluzione, a causa di innumerevoli fattori che concorrono alle mutazioni morfogenetiche. Le suddette incisioni, tra loro parallele e dirette verso il Golfo di Taranto, svolgono la funzione di drenaggio delle acque superficiali.

Scendendo in dettaglio il settore in esame si mostra con una superficie subpianeggiante, degradante blandamente verso settentrione e meridione, esente all'attualità da movimenti del terreno in atto o potenziale, ed è caratterizzato dall'affioramento di litotipi prevalentemente sabbiosi variamente argillosi e limosi a scheletro ghiaioso.

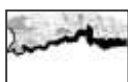
## 6) Idrogeologia ed idrologia

L'idrografia superficiale è evidenziata dalle linee di drenaggio, a direzione prevalente nord-sud, le quali drenano sia le acque, che cadono nel settore in parola, che quelle provenienti dal bacino idrografico dell'area murgiana, situato verso settentrione e caratterizzato da quote altimetriche più elevate rispetto al settore di studio, e le convogliano verso il Mar Ionio. Tali acque nel loro percorso, nelle aree di attraversamento delle formazioni calcaree e calcarenitiche, alimentano,



principalmente a causa della notevole fratturazione delle rocce, la falda idrica profonda presente nel basamento calcareo. La circolazione idrica endogena risulta quindi piuttosto evoluta ed estesa, per la presenza di ampie superfici di accumulo e per le caratteristiche idrologiche dei complessi, prima descritti, che sono dotati di potere assorbente, soprattutto negli strati superficiali, dovuto alla permeabilità per fessurazione (*calcari*) o porosità (*sabbie e calcareniti*). In genere le acque meteoriche di corrivazione vengono drenate dalla rete idrografica superficiale, costituita da depressioni, variamente incise, e dalle cunette stradali. Il grado di permeabilità è in funzione dei vuoti e può essere variabile per i depositi a componente sabbiosa, a seconda della percentuale di fino presente, mentre per i termini lapidei che si rinvengono, è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie, esistenti nell'ammasso roccioso.

Nell'area si rinviene una circolazione idrica "profonda" o di "base", che si mostra a pelo libero, o compressa al di sotto di strati calcarei compatti, e galleggia, a causa del differente grado di densità, sull'acqua del mare che, insinuatasi attraverso le discontinuità strutturali del blocco calcareo-calcarenitico, invade il continente. Il contatto con le acque dolci, dotate di minore densità, costituente una fascia di acque salmastre definenti una zona di transizione, corre in direzione della costa con una cadente piezometrica dell'ordine del 2 per mille. Essa si viene a trovare, secondo quanto riportato nel Piano di Tutela delle Acque, nella tavola 6.2 "*distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento*" relativa all'andamento della superficie piezometrica della falda, in un settore non studiato ("zona bianca" senza alcuna indicazione), si può supporre possa essere caratterizzato dall'isopiezia di 10 metri sul livello del mare (vedasi stralcio allegato grafico). Prendendo come riferimento la quota topografica media dell'area in esame corrispondente all'isoipsa di



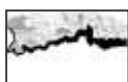
60 metri, la profondità di rinvenimento della falda si viene a trovare ad una distanza di circa 50 metri, rispetto al piano di campagna.

Si fa presente che, localmente e stagionalmente, in presenza di litotipi impermeabili, si può rinvenire una falda "superficiale" o "freatica", legata alle precipitazioni meteoriche, avente come serbatoio i litotipi prevalentemente psammitici superficiali e come fondo gli strati argillosi.

Un quadro di dettaglio più completo sulla locale stratimetria ed idrologia locale si è ottenuto mediante l'elaborazione dei risultati dei sondaggi meccanici, eseguiti nell'area in esame, relativi all'escavazione di pozzi per la ricerca di acqua dalla falda idrica sotterranea. Gli esiti di tali lavori si possono schematicamente così sintetizzare:

- a) la coltre di materiale detritico (eluvium e colluvium) costituente il terreno agrario, presenta una consistenza modesta e raggiunge e supera soltanto localmente qualche metro;
- b) i sedimenti prevalentemente psammitici variamente argillosi, con scheletro e strati ghiaiosi, a diverso grado di cementazione e a luoghi a stratificazione incrociata, si rinvencono con spessori anche maggiori di 30 metri;
- c) uno spesso banco di argille (*Argille subappennine*) con potenza variabile localmente superiore ai 100 metri;
- d) il banco calcarenitico (*Calcarenite di Gravina*) ha uno spessore stimato di circa 30 m;
- e) la potenza del basamento calcareo, con i mezzi a disposizione, non è ancora ben definita, supera abbondantemente i 3.000 metri (1.000 m per il *Calcare di Altamura*).

I terreni superficiali, oltre a fenomeni di erosione, sono soggetti a continui processi di degradazione, che si esplicano mediante l'ammorbidimento (nelle stagioni piovose) ed il successivo disseccamento, nei periodi aridi; gli effetti possono risultare evidenti anche ad alcuni metri di profondità dal piano di campagna. Particolare cura dovrà essere posta, nella fase di realizzazione delle opere in progetto, nella regimazione dello



scorrimento delle acque superficiali, evitando che queste possano arrecare disturbo alle erigende strutture.

In merito alle condizioni idrogeologiche dei terreni è stato possibile verificare, anche tramite prove dirette di assorbimento, che:

- la Formazione del *Calcarea di Altamura*, per le discontinuità che la caratterizzano, mostra un valore della permeabilità compreso tra  $10$  e  $10^{-4}$  cm/s;
- le argille (*Argille subappennine*) sono praticamente impermeabili ( $k < 10^{-6}$  cm/s);
- i tipi litologici appartenenti alle formazioni prevalentemente psammitiche (*Calcarenite di Gravina* e *Depositi marini terrazzati*), per la porosità di cui sono dotati, presentano valori della permeabilità compresi tra  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  cm/s.

Si riporta, di seguito, una tabella riassuntiva delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, tipo e grado di permeabilità, e sul ruolo strutturale dei tipi litologici affioranti.

Colonna Stratigrafica	Litotipi prevalenti	Età	Permeabilità		Ruolo idrostrutturale
			Tipo	Grade	
	Sabbie con ciottoli e limi	Olocene	per porosità di interstizi	Poco permeabile	
	Conglomerato poligenico a matrice sabbiosa	Pleistocene Medio-Inferiore		Mediamente permeabile	
	Limi organici con noduli calcarei			Da poco permeabile a impermeabile	
	Sabbie fini rossastre con ciottoli				
	Calcareniti con interstrati sabbiosi fini giallastre	Pleistocene Inferiore	per porosità interstiziale e per fessurazione	Da poco a mediamente permeabile	Acquifero superiore
	Limi argillosi e argille limose grigio-azzurre			Impermeabile	Acquicludo
	Calcareniti bioclastiche bianche giallastre	Pleistocene Inferiore Pliocene Superiore		Poco permeabile a mediamente permeabile	Acquitrando
	Calcarei micritici a luoghi dolomitici	Cretaceo Superiore	per fessurazione e carsismo	Da poco permeabile a molto permeabile	Acquifero profondo inferiore

Serie idrogeologica delle unità



Comune di Castellana (TA) - Località: Papattono - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

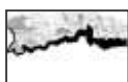
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

Si fa presente che l'area in oggetto non risulta interessata da evidenti fenomeni di alluvionamento e di instabilità dei terreni. Quanto detto è confermato dalla lettura delle tavole del Piano dell'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto dall'Autorità di Bacino di Puglia (AdB), che caratterizza la zona in esame come esente da rischio idraulico e geomorfologico (vedasi lo "Stralcio delle tavole del PAI - AdB Puglia" a pagina 13).

## 7) Note morfologiche e statiche

L'area indagata si mostra subpianeggiante, lievemente degradante prevalentemente verso meridione, e la morfologia risulta regolare, senza indizi di movimenti di masse in atto o in preparazione. La situazione dei luoghi è in accordo con la struttura geologica, in precedenza descritta, interessata da pratiche agricole. Inoltre l'osservazione dei fabbricati esistenti, edificati da molti anni, ha messo in evidenza che questi si presentano stabili ed esenti dagli effetti connessi a cedimenti differenziali.

Si mette in evidenza come, per la particolare disposizione dell'area, la scelta progettuale preveda che saranno eseguiti movimenti di terra, in corrispondenza degli scavi per il posizionamento dei pali di sostegno dei pannelli e nell'estirpazione delle piante esistenti, quali vigneto, e nella realizzazione degli scavi in cui allocare le nuove piante di mandorleto e la piantumazione di colture orticole, dopo aver effettuato la preparazione del terreno. Tali lavori permetteranno l'allontanamento dei materiali superficiali, dotati generalmente di caratteristiche tecniche più scadenti, rispetto a quelli profondi e non costituiranno pregiudizio per la stabilità del sito. La messa in opera delle strutture fotovoltaiche non necessita di fondazioni in calcestruzzo, in quanto verranno installate mediante semplice infissione di un palo. Inoltre le costruzioni che si andranno a realizzare saranno tali da non trasmettere al suolo ed al sottosuolo sollecitazioni da sovraccaricare i terreni, con valori che possano turbare lo stato di equilibrio delle masse. Gli interventi in oggetto interesseranno le sabbie giallo-grigiastre

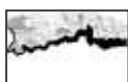


e saranno eseguiti in modo da non variare il naturale deflusso delle acque, né tanto meno turbano l'andamento della falda, in quanto questa è rilevabile a quote più profonde rispetto al piano di sedime, inoltre non potranno provocare alcun pregiudizio di tipo idrogeologico.

## 8) Geologia dell'area e costituzione del sottosuolo

La conoscenza del sottosuolo si è ottenuta mediante la realizzazione di una campagna geognostica, consistita nell'esecuzione, da parte della Geoprove S.r.l., con sede in Ruffano (LE) alla Via Il Giugno, 2, di quattro prove utilizzando un penetrometro dinamico superpesante DPSH (Dinamic Penetrometer Super Heavy) Pagani TG 63-200, con avanzamento delle aste e dei rivestimenti ogni 30 cm. Al termine delle indagini geognostiche è stata redatta la relazione, allegata al presente studio, di cui si riporta di seguito uno stralcio, che ha permesso di ricostruire il modello geologico stratigrafico, una definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione e di verificare la presenza di un'eventuale falda acquifera dell'area studiata, precisamente:

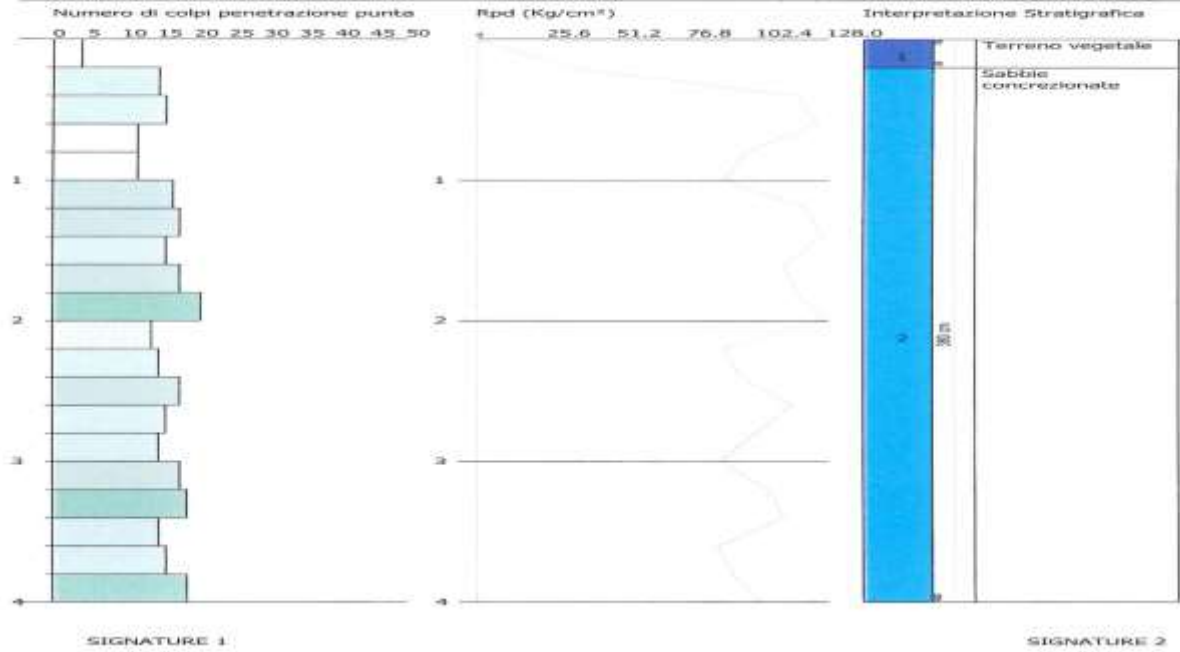
- presso il capannone



Committente:  
Descrizione:  
Località:

02/06/2024

Scala 1:20

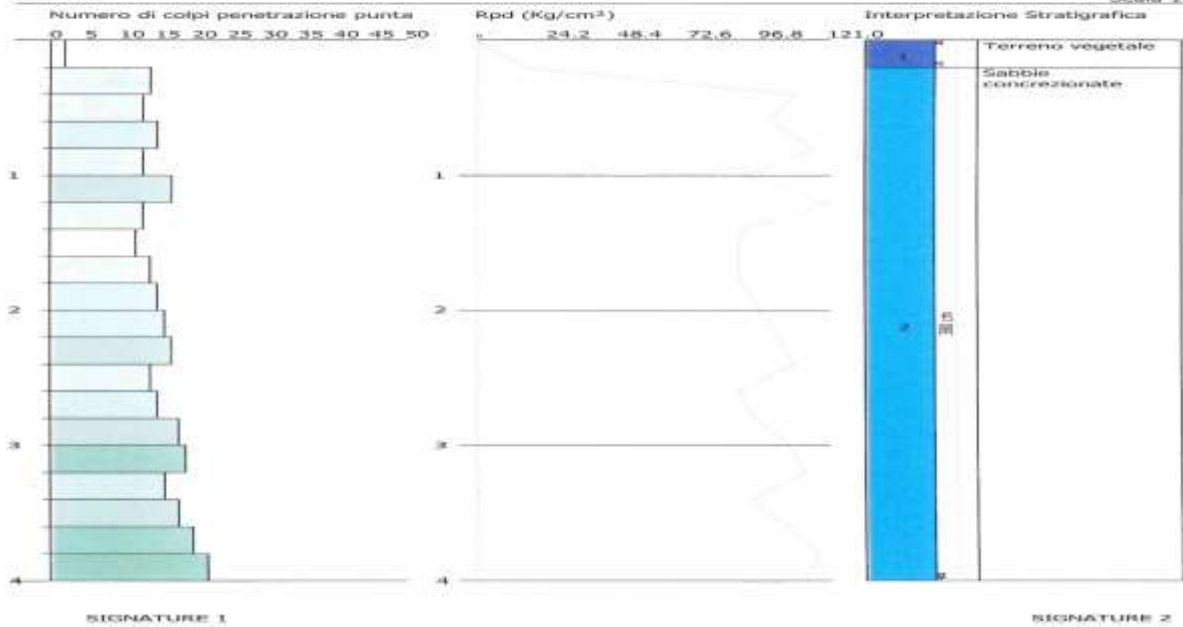


- tendone

Committente:  
Descrizione:  
Località:

02/06/2024

Scala 1:20



- vasca irrigazione

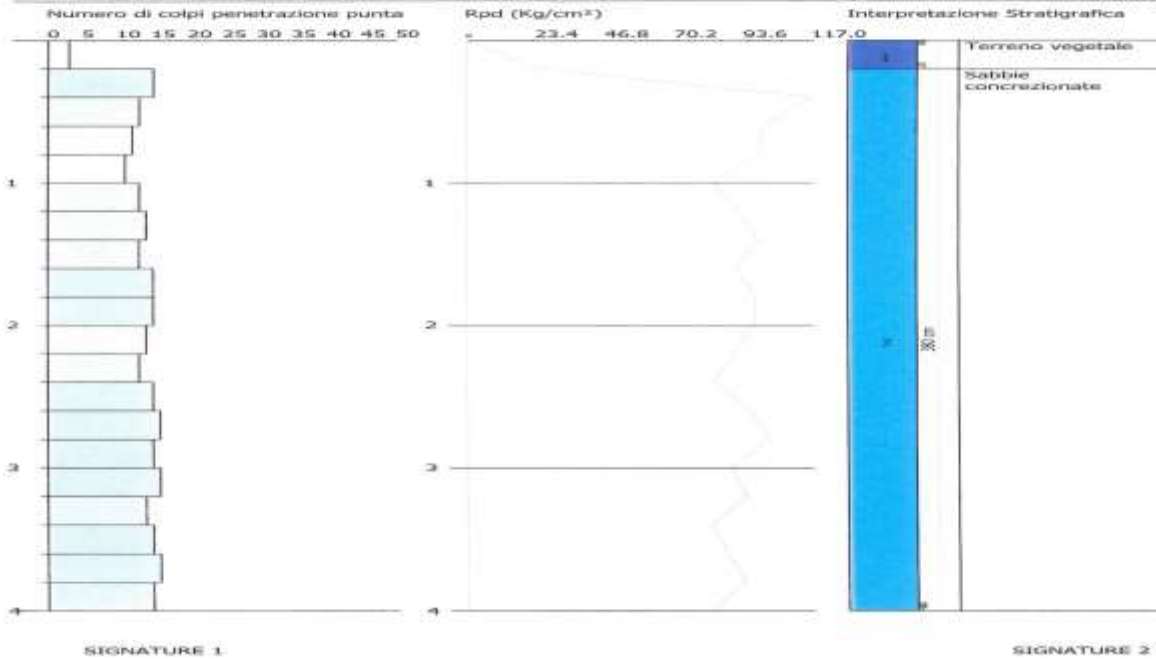




Committente:  
Descrizione:  
Località:

02/06/2024

Scala 1:20

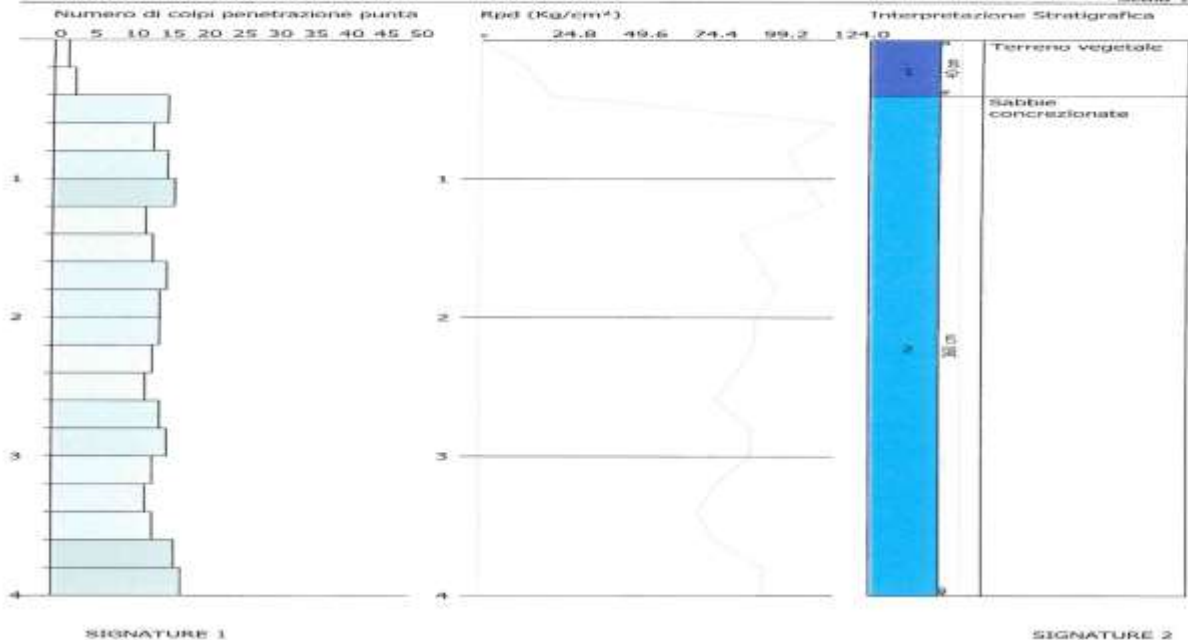


- strada di accesso aziendale

Committente:  
Descrizione:  
Località:

02/06/2024

Scala 1:20



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papattono - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

## 9) Caratterizzazione geotecnica delle rocce

La caratterizzazione geotecnica dei terreni, fino alla massima profondità indagata, si è resa possibile attraverso l'esecuzione di prove geotecniche in sito e/o con riferimenti a provini provenienti dallo stesso contesto geologico.

### 9.1) *Prove in situ*

Nell'area in esame è stata eseguita una campagna costituita da quattro prove DPSH della profondità di 4,00 metri. La successione litostratigrafica ricostruita è la seguente:

\* capannone

- da 0,00 m a 0,20 m *Terreno Vegetale*

- da 0,20 m a 4,00 m *Sabbie concrezionate*

\* tendone

- da 0,00 m a 0,20 m *Terreno Vegetale*

- da 0,20 m a 4,00 m *Sabbie concrezionate*

\* vasca irrigazione

- da 0,00 m a 0,20 m *Terreno Vegetale*

- da 0,20 m a 4,00 m *Sabbie concrezionate*

\* strada di accesso aziendale

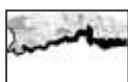
- da 0,00 m a 0,40 m *Terreno Vegetale*

- da 0,40 m a 4,00 m *Sabbie concrezionate*

Per i parametri risultanti dalle prospezioni in oggetto si rinvia all'allegato rapporto di prova.

### 9.2) *Caratterizzazione geotecnica*

Dal punto di vista tecnico i sedimenti prevalentemente sabbiosi, che sono stati incontrati nel corso delle indagini e che saranno interessati dalle opere fondali dell'intervento in parola, sono da considerarsi in linea di massima sciolti, da incoerenti a variamente coerenti. Si fa osservare che la natura del terreno è caratterizzata da una



consistenza variabile, con presenza, al di sotto di un sottile strato di terreno agrario, di sabbie limose giallo-grigiastre a scheletro ghiaioso, a luoghi, con termini e livelli addensati e cementati. Si riporta, di seguito, la caratterizzazione geologico-tecnica delle rocce che saranno interessate dalle opere fondali, precisamente:

*Sabbie limose ed argillose giallo-grigiastre a scheletro ghiaioso addensate*

Le proprietà geotecniche dei materiali rinvenuti e che saranno interessati dai lavori in progetto, dato che la natura delle rocce rilevate, anche se variabile localmente sia in senso verticale che orizzontale, possono essere considerate nel complesso uniformi e che, nell'area interessata dalle opere fondali, le proprietà tecniche debbano mantenersi pressoché costanti, cautelativamente possono essere quantificate "a stima" tramite i seguenti parametri delle caratteristiche fisiche e dei parametri di resistenza al taglio, desunti anche dalle indicazioni precedenti e dalla letteratura in materia, precisamente:

Peso	N/m <sup>3</sup>	18000
Kx	N/cm <sup>3</sup>	60
Ky	N/cm <sup>3</sup>	60
Kx	N/cm <sup>3</sup>	200
φ		25-30°
σslu	N/mm <sup>2</sup>	0,2
Coesione non drenata	kg/cm <sup>2</sup>	0,10-0,20
Coesione efficace	kg/cm <sup>2</sup>	0,10-0,20
Modulo edometrico	N/mm <sup>2</sup>	25
Coefficiente di Poisson (ν)		0,3

*Coefficiente di reazione verticale*

Riguardo al valore del coefficiente di reazione verticale (il coefficiente di reazione k, secondo il modello alla Winkler, non è una caratteristica del terreno: il suo valore dipende, oltre che dalla deformabilità del terreno, anche dalla geometria della fondazione e dall'entità dei carichi applicati), da assumere ai fini del dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione si può far riferimento ai seguenti valori:



## 10) Prospezioni e caratterizzazione sismica del sito

### 10.1) Premessa

L'azione sismica (art. 3.2 *Norme Tecniche Costruzioni*) sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno per effetto delle onde sismiche: il moto sismico sollecita la struttura provocandone la risposta dinamica, che deve essere verificata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese. Sotto l'effetto dell'azione sismica allo Stato Limite Ultimo le strutture, pur subendo danni di rilevante entità, devono mantenere una resistenza e rigidità residua nei confronti delle azioni orizzontali e dei carichi verticali.

La recente normativa sismica nazionale (OPCM 3274-2003 e successive modifiche ed integrazioni, e N.T.C.) riprendendo l'Eurocodice 8, impone la classificazione sismica del sottosuolo in base al parametro  $V_{s,eq}$  o  $V_{s30}$  per la progettazione in zona sismica. Tale parametro, che rappresenta la velocità equivalente delle onde di taglio del sottosuolo, può essere calcolato come media pesata delle velocità di propagazione delle onde  $s$  all'interno di ogni strato noti gli spessori degli strati presenti. Per la precisione le NTC2018 prescrivono la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove  $N$  è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore ( $h(strato)$ ) e dalla velocità delle onde  $s$  ( $V_s(strato)$ ). Per  $H$  si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità  $H$



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papattono - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente relazione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Di seguito verranno definiti alcuni parametri necessari alla determinazione dell'azione sismica di progetto, di pertinenza del geologo, rimandando l'analisi degli spettri di risposta elastici e degli spettri di progetto relativi ai vari stati limite alle fasi successive della progettazione. Ai sensi del punto 3.2.1 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni", ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto in superficie, prendendo in considerazione il terreno compreso tra il piano di posa delle fondazioni ed un substrato rigido di riferimento. A tal fine la norma individua cinque diversi tipi di sottosuolo (indicati con la lettera da A ad E) a rigidezza via via decrescente (vedi sotto)

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

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

## 10.2) Descrizione della campagna d'indagine

Le prospezioni sismiche a rifrazione sono tra le indagini geofisiche più diffuse ed utilizzate, grazie all'elevato contenuto di informazioni che possono fornire sul



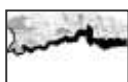
sottosuolo, in alternativa o ad integrazione dei classici metodi di indagine diretta (perforazioni di sondaggio). Il metodo si basa sulla proprietà dei terreni (grado di cementazione e fratturazione, porosità, contenuto in acqua, ecc.), di farsi attraversare con diversa velocità dalle onde sismiche, registrando mediante geofoni il tempo di arrivo della prima onda sismica. L'indagine consiste nel generare onde elastiche longitudinali, in un punto del terreno, e di rilevarne il loro arrivo in altri punti per poter ricostruire, attraverso lo studio dei percorsi e delle velocità, la disposizione geometrica dei litotipi presenti al di sotto della sezione indagata.

Il sistema è concepito con un'unità di acquisizione indipendente per ogni geofono, per cui il segnale proveniente dal geofono raggiunge l'elettronica dopo pochi centimetri di cavo. La presenza di un convertitore per ogni canale, inoltre, garantisce la massima qualità delle registrazioni; esso è pilotato da uno stadio di amplificazione differenziale a guadagno variabile e dotato di filtri passa banda (4-200 Hz). Il segnale amplificato e filtrato raggiunge il convertitore analogico digitale posto a pochi millimetri di distanza. Ogni unità è dotata di un proprio microprocessore e memoria, che colloquia con l'unità centrale di raccolta dati (personal computer dotato di apposito software) tramite un bus corrispondente allo standard RS485.

Le varie unità di acquisizione sono collegate fra loro con un cavo a 2 coppie, una coppia di alimentazione e una coppia dati.

### 10.3) Determinazione della $V_{s,eq}$ o $V_{s30}$ – Tecnica MASW

La prospezione geosismica eseguita utilizzando la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, avente il fine di conoscere l'andamento dei terreni nel suolo e sottosuolo e caratterizzare sismicamente la successione stratigrafica esistente, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo.



La prova in parola, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo" (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006):

1) Nel "metodo attivo" le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano di campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

2) Nel "metodo passivo" lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche "microtremori") prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

In allegato viene mostrata l'interpretazione dei profili sismici utilizzando il "metodo attivo", prima descritto.

La profondità massima di penetrazione, diversamente dalla sismica a rifrazione tradizionale, è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e le sue frequenze, quindi non dipende dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafica del terreno investigato. L'obiettivo



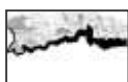
della registrazione è l'individuazione del treno di onde superficiali (onde di Rayleigh). Il treno d'onda attraversando il mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate con la velocità di propagazione delle onde di taglio  $Sh$ . Le caratteristiche di un'acquisizione per la tecnica MASW prevedono una o più energizzazioni registrate per tempi di 1-2 secondi con intervallo di campionamento di  $250 \mu s^{-1} ms$ .

Dal sismogramma, note le caratteristiche geometriche dell'acquisizione, si ottiene lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale viene individuata la curva di dispersione. La curva di dispersione viene sottoposta ad un processo di inversione basato su complessi algoritmi genetici che lavorano in un campo assegnato dall'operatore di  $\Delta V$  (range di variazione della velocità) e  $\Delta p$  (range di variazione dello spessore di terreno a velocità "costante") che porta all'elaborazione di un modello del terreno espresso nel grafico profondità-velocità delle onde  $Sh$  con il relativo calcolo della  $V_{s,eq}$  o  $V_{s30}$ . L'attendibilità e l'affidabilità del modello matematico viene espressa in termini di deviazione standard del valore di velocità delle onde  $Sh$  e del rispettivo spessore assegnato a ciascun strato, ed in termini di "misfit" indice di qualità del processo di elaborazione matematica. Si ricorda che l'errore caratteristico del metodo rimane generalmente all'interno del 10% dello spessore individuato.

#### 10.4) Acquisizione dati sismici

Per l'esecuzione delle indagini in oggetto è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 12 canali - modello Dolang DBS270;
- computer portatile con programma dedicato di acquisizione;
- N° 12 geofoni PE-3 S da 4,5 Hz, geofono starter e cavo geofonico da 12 Geofoni;
- Attrezzatura per l'energizzazione in superficie costituito da piattello e massa battente.





### 10.5) Elaborazione dati acquisiti

I dati acquisiti sono stati elaborati utilizzando il programma specifico per la MASW, ideato e prodotto dall'Ingegnere Vitantonio Roma.

### 10.6) Classificazione sismica

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, caratterizzanti la successione stratigrafica in parola, secondo quanto emerso dalle indagini eseguite e secondo quanto riportato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 (Ordinanza n. 3274) relativamente al punto 3. azione sismica, 3.1 Categorie di suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, che definisce le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni), è rappresentata dai valori della  $V_{s,eq}$  di 327 (strada di accesso aziendale), 290 (capannone), 338 (tendone) e 229 (vasca irrigazione) metri al secondo, riscontrato nella prova MASW, può essere classificata, in applicazione della normativa delle N.T.C., come appartenente al terzo gruppo, precisamente:

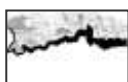
“Categoria C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*”

Una volta assegnata la classe di riferimento del suolo oggetto di studio, si possono definire, secondo gli schemi seguenti, i parametri per le espressioni dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali (Tabella 1) e verticali (Tabella 2).

Tabella 1

Categoria del suolo	S	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A	1,0	0,15	0,40	2,0
<b>B, C, E</b>	<b>1,25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,50</b>	<b>2,0</b>
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Tabella 2



Categoria del suolo	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Le ultime considerazioni sono in merito ai valori dello spostamento e delle velocità orizzontali massime del suolo ( $d_g$ ) e ( $v_g$ ) che derivano dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_g =$$

$$v_g = 0,16 * S * T_C * a_g =$$

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{S30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti della griglia di accelerazioni, tramite media pesata utilizzando la formula

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

in cui:

$p$  = valore parametro di interesse nel punto in esame;

$P_i$  = valore parametro di interesse nell' $i$ -simo punto della maglia elementare contenete il punto in esame;

$d_i$  = distanza del punto in esame dall' $i$ -simo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i parametri spettrali  $P$  ( $a_g, F_0, T_C^*$ ), con:

$a_g$  = accelerazione massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri, vedasi allegato, descrivono i caratteri del moto sismico orizzontale del sito di riferimento rigido le cui grandezze definiscono le forme spettrali relative alla particolare PVR. Dall'elaborazione si ottengono i valori dei parametri caratteristici per il



calcolo delle azioni sismiche, relativi all'area di verifica, riferiti al suolo di categoria A, riportati nella relazione sulla pericolosità sismica di base e del sito.

#### 10.7) Estrapolazione dei dati geotecnici dall'elaborazione dei dati sismici

È possibile, tramite la conoscenza della densità del materiale e della velocità delle onde S, risalire ad alcuni parametri di carattere geotecnico.

I terreni riscontrati dall'indagine sismica sono pressoché omogenei e ad essi è stato attribuito un determinato valore di peso di volume naturale, in considerazione alle osservazioni litologiche sopra esposte è possibile definire che il peso di volume della sequenza stratigrafica (valori medi desunti da dati bibliografici e da prove di laboratorio) possa essere:  $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$  (sabbie limose ed argille grigio-giallastre con scheletro ghiaioso). Pertanto in base alla valutazione delle velocità dei singoli strati individuati con le onde di taglio ( $V_s$ ) si possono ricavare:

- Modulo di taglio ( $G$ );
- Modulo di elasticità dinamico ( $E_d$ );
- Rigidità sismica ( $R$ ).

I parametri geotecnici sopra menzionati sono stati calcolati nel seguente modo e sintetizzati nelle tabelle 3 e 4:

- Modulo di taglio ( $G$ ) (OHTA Y., GOTO N., 1978) o modulo di taglio a piccole deformazioni  $G_0$

$$G = \frac{\gamma_t}{g} \times (V_s)^2$$

dove:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale

$g$  = accelerazione di gravità ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$V_s$  = velocità delle onde di taglio ( $S$ )

- Modulo di compressibilità dinamico ( $E_d$ )

$$E_d = 2 * G * (1 + \nu)$$



dove:

$E_d$  = modulo di elasticità dinamico

$G$  = modulo di taglio

$\nu$  = coefficiente di Poisson

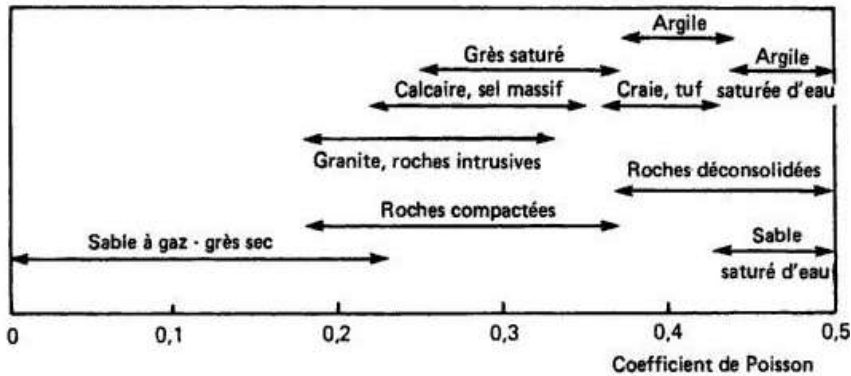
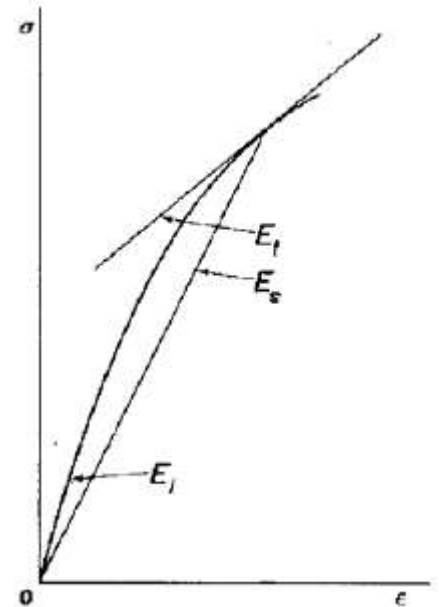


Figure 3.21 Ordre de grandeur du coefficient de Poisson pour différents types de roche (d'après Lavergne, 1986).



Il grafico riportato a lato rappresenta l'andamento

di una curva sollecitazioni/deformazioni di un litotipo con caratteristiche elastiche (da I. W. Farmer).

Il modulo che viene calcolato con l'utilizzo delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) è disegnato dalla  $E_i$  (riportata nel grafico), che rappresenta il modulo tangente iniziale, che è il più elevato, ma anche quello ottenuto con maggiore precisione ed esprime il valore di  $E$  sotto carico nullo.

- Rigidità sismica ( $R$ )

$$R = \gamma_t * V_s$$

È un parametro strettamente legato alla amplificazione sismica locale: infatti l'incidenza dei danni tende a diminuire all'aumentare della rigidità sismica.

- Modulo di incompressibilità o bulk ( $k$ )

$$R = \gamma_t * V_s$$

Espresso dal rapporto tra pressioni totali e variazioni relative di volume.

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$$



Questi moduli vengono espressi in MPa (circa 10 kg/cm<sup>2</sup>). Si osservi che i moduli elastici, calcolati attraverso le misure di velocità in situ, non sono direttamente confrontabili con i valori ottenuti in laboratorio (moduli elastici statici) sia a causa del tipo, grandezza e modalità di sollecitazione sia perché, i moduli calcolati in laboratorio sono relativi a piccoli campioni, mentre i dati ottenuti dalla sismica riguardano grandi volumi di roccia in posto. In generale i moduli elastici dinamici risultano più elevati di quelli calcolati per via statica.

Tabella 3 – Classi litotecniche (valori medi) – Strada di accesso aziendale

Intervallo dell'unità litologica desunta dall'indagine sismica	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G (MPa)	E (MPa)	K (MPa)	R (m/s x kN/m <sup>3</sup> )
0,00-2,00 m <i>sabbie variamente cementate</i>	269	501	132,77	345,21	287,6737	4842
2,00-30,00 m <i>sabbie limose addensate</i>	333	623	203,47	529,01	440,8431	5994
30,00 m ed oltre <i>basamento</i>	393	735	283,39	736,82	614,0174	7074

Tabella 4 – Classi litotecniche (valori medi) - Capannone

Intervallo dell'unità litologica desunta dall'indagine sismica	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G (MPa)	E (MPa)	K (MPa)	R (m/s x kN/m <sup>3</sup> )
0,00-5,00 m <i>sabbie variamente cementate</i>	294	550	158,60	412,36	343,6294	5292
5,00-30,00 m <i>sabbie limose addensate</i>	290	543	154,31	401,21	334,3425	5220
30,00 m ed oltre <i>basamento</i>	344	644	217,13	564,54	470,4489	6192

Tabella 5 – Classi litotecniche (valori medi) - Tendone

Intervallo dell'unità litologica desunta dall'indagine sismica	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G (MPa)	E (MPa)	K (MPa)	R (m/s x kN/m <sup>3</sup> )
0,00-2,00 m <i>sabbie variamente cementate</i>	306	572	171,81	446,70	372,2532	5508
2,00-30,00 m <i>sabbie limose addensate</i>	341	638	213,36	554,74	462,2792	6138
30,00 m ed oltre <i>basamento</i>	393	735	283,39	736,82	614,0174	7074

Tabella 6 – Classi litotecniche (valori medi) – Vasca irrigazione

Intervallo dell'unità litologica desunta dall'indagine sismica	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G (MPa)	E (MPa)	K (MPa)	R (m/s x kN/m <sup>3</sup> )
0,00-8,00 m <i>sabbie variamente cementate</i>	252	471	116,52	302,95	252,4624	4536
8,00-30,00 m <i>sabbie limose addensate</i>	222	415	90,43	235,12	195,9303	3996
30,00 m ed oltre <i>basamento</i>	153	286	42,95	111,68	93,0633	2754

$G = (\gamma * Vs^2) / 10000$  (modulo di rigidità o di taglio)

$E = (2 * \gamma * Vs^2 * (1 + \nu)) / 10000$  (modulo di elasticità o Young)

$K = (\gamma * Vp^2 - (4/3 * Vs^2)) / 10000$  (modulo di volume)



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papattono - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica**

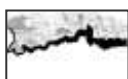
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

$R = (V_s * \gamma)$  (rigidità sismica)

## 11) Conclusioni

Le indagini condotte permettono di pervenire ad una serie di considerazioni di carattere tecnico circa il più idoneo uso del suolo:

- l'area interessata dall'intervento in progetto si mostra subpianeggiante, degradante debolmente e prevalentemente verso meridione, e data la situazione morfologia del sito non si rende necessaria la verifica globale del pendio;
- nel settore in esame si rinvengono in superficie dei depositi prevalentemente psammitici con percentuali di limo e di argilla a scheletro ghiaioso, variamente addensati, cementati e diagenizzati, interessati superficialmente da pratiche agricole, dotati di valori della permeabilità da medio a medio-bassi;
- nell'area in parola non si rileva indizio alcuno di movimento del terreno in atto o potenziale instabilità del versante ed essa appare indenne da dissesti statici a breve e a lungo termine;
- l'impianto fotovoltaico che s'intende realizzare non presenta aree pavimentate, pertanto non rientra tra i vincoli e/o prescrizioni previsti dal PTA e/o del R.R. 26/2013;
- l'intervento in progetto sarà eseguito in aree praticamente prive di significative circolazioni idriche superficiali, che vengono assorbite dai terreni e drenate dalle linee di deflusso superficiale e dalle opere di urbanizzazione esistenti;
- non esistono problemi di inquinamento delle acque in quanto nel sito in oggetto si può rilevare un acquifero profondo, ad una distanza prossima ai 50 metri dal piano di campagna;

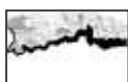


- le scelte progettuali prevedono l'infissione dei pali di fondazione delle strutture fotovoltaiche e delle buche in cui allocare le piante di mandorlo, inoltre saranno effettuate le lavorazioni del terreno per ospitare anche le colture orticole, dopo aver svelto il vigneto presente.

Con riferimento alle opere da realizzare in progetto non si evidenziano particolari problemi, atteso che i terreni presenti sono generalmente caratterizzati da discreti valori delle caratteristiche fisiche e meccaniche e da ridotta deformabilità sotto i carichi attesi. Per quanto attiene la stabilità dei fronti liberi provvisori si fa presente che, per le caratteristiche fisico-meccaniche, che qualificano le rocce interessate dai lavori, i materiali ora citati possono essere considerati, nell'intervallo di tempo che saranno interessati dai lavori, "autosostentanti", con previsione di esecuzione di opere di protezione, al fine di evitare perdita della capacità portante. Le operazioni di scavo potranno essere condotte con gli usuali mezzi meccanici e le rocce e le terre provenienti dagli scavi potranno essere utilizzate nel sito o smaltite secondo le indicazioni legislative. Ad ogni buon conto si consiglia di seguire le prescrizioni e le indicazioni riportate nella normativa esistente e vigente in materia.

In merito alle caratteristiche idrogeologiche del sito ed all'interazione delle acque sotterranee con le fondazioni si fa presente che le rocce affioranti risultano, per le caratteristiche formazionali, nel complesso sufficientemente permeabili, comunque tali da scongiurare la presenza di una vera e propria circolazione idrica superficiale, mentre si suppone l'esistenza di un corpo idrico profondo ad una distanza prossima ai 50 metri dal piano di campagna.

Allo scopo di evitare infiltrazioni e ristagni idrici che possono permettere lo scadere, nel tempo, delle caratteristiche del terreno dal punto di vista geotecnico, particolare attenzione sarà posta a riguardo della regimazione delle acque di corrivazione, nell'intorno delle erigende strutture. Tale fine verrà raggiunto



convogliando le acque verso le naturali linee di deflusso superficiale e la viabilità esistenti.

*Dott. Geol. Pasquale LOPRESTO*





## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura dell'elaborato è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti documenti e testi:

AA. VV. AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2005) – Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI). Relazione di Piano

AA.VV. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e relative note illustrative – Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato;

Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.) (1977): “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*”;

Associazione Geotecnica Italiana (2005): Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica;

Bowles J.E. (1991) Fondazioni. Progetto e analisi – Mc Graw Hill;

BRINCH HANSEN J. (1961): A General Formula for Bearing Capacity. The Danish Geotechnical Institute, Bull. N. 11, Copenhagen;

BRINCH HANSEN J. (1970): A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. The Danish Geotechnical Institute, Bull. N. 28, Copenhagen;

CESTARI F. (1996): Prove geotecniche in sito. Geo-Graph s.n.c.;

Cestari F. – Prove geotecniche in sito – ed. Flaccovio, 2013;

Circ. LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483 “*Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Ministro delle Infrastrutture. Istruzioni per l'applicazione delle “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

COLOMBO P., COLLESELLI F. (2004): Elementi di Geotecnica;

D.M. 03/03/1975; D.M. 07/03/1981 e D.M. 19/06/1984 (norme tecniche per la costruzione in zone sismiche);

D.M. 21/01/1981; D.M. 29/01/1985; D.M. L.L.P.P. 02/07/1981;

D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 “*Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate. i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;

DAL MORO, G. (2012) - Onde di superficie in geofisica applicate. Acquisizione e analisi di dati secondo tecniche MASW e HVSR. D. Flaccovio, Palermo, pp. 191;

DI FRANCESCO R. (2014): Manuale avanzato di meccanica delle terre;

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Catalogo dei Forti Terremoti d'Italia - Italian Seismological Instrumental and Parametric Database (ISIDE) I.S.P.R.A.;

L. 02/02/1974 n. 64;

LAMBE T.W., WHITMAN R.V.(1997): Meccanica dei terreni;

Lancellotta R. - Geotecnica - ed. Zanichelli, 1987;

MEYERHOF G.G. (1951): The Ultimate Bearing Capacity of Foundations. Geotechnique, 2,.

MEISINA Claudia (2008): Metodi di identificazione e di caratterizzazione dei terreni soggetti a ritiro/rigonfiamento;

N.T.C. 2008. Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” e relativa circolare esplicativa;

N.T.C. 2018. Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” e relativa circolare esplicativa;

Nakamura, Y. (1989) – A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly Report of Railway Technical Research Inst. (RTRI), 30, 25-33;

OPCM 3519 del 28/04/2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*";

Ordinanza del PCM n° 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative per le costruzioni in zona sismica*";

Palmer, D. (1982) – An introduction to the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. Geophysics, 46, 1508-1518;

PARK, C. B., MILLER, R. D., & XIA, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves. Geophysics, 64(3), 800-808;

Regione Puglia - Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)

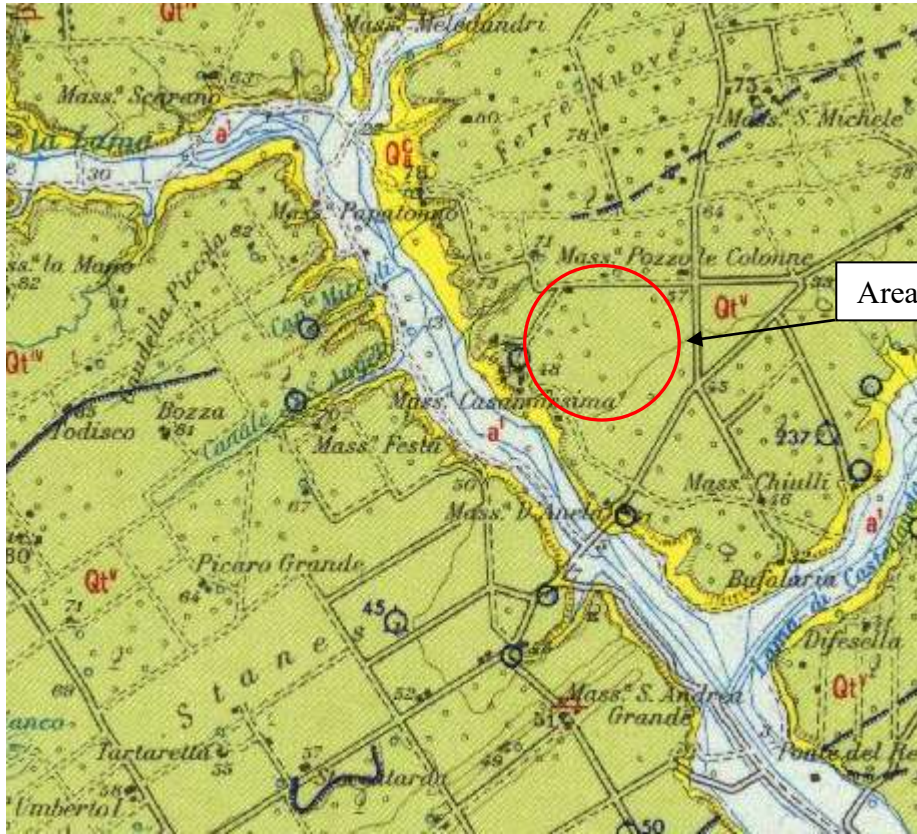
Riga G. (2011) – Metodi per stimare le proprietà geotecniche dei terreni, Correlazioni semi-empiriche dei parametri geotecnici basate su prove in situ, tabelle bibliografiche geologiche e geotecniche di confronto, elaborazione di prove penetrometriche dinamiche. EPC Editore, Roma, pp. 208;

Roccaforte F. & Cucinotta C. (2015) – Stima dei parametri geotecnici in geofisica applicata, correlazione tra parametri sismici e geotecnici per la pratica professionale. Dario Flaccovio Editore, Palermo, pp. 139;

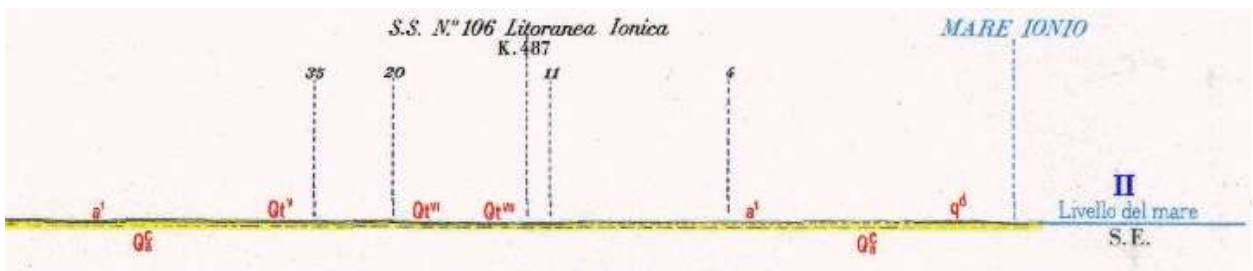
Sesame Project (2004) – Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - Measurements, processing and interpretation. European Commission, n° EVG1-CT-2000- 00026 - <http://sesame-fp5.obs.ujfgrenoble.fr/>;

TERZAGHI K., PECK R.B. (1974): Geotecnica

TERZAGHI Karl, PECK Ralph B., MESRI Gholamreza. Soil mechanics in engineering practice. John Wiley & Sons, 199.



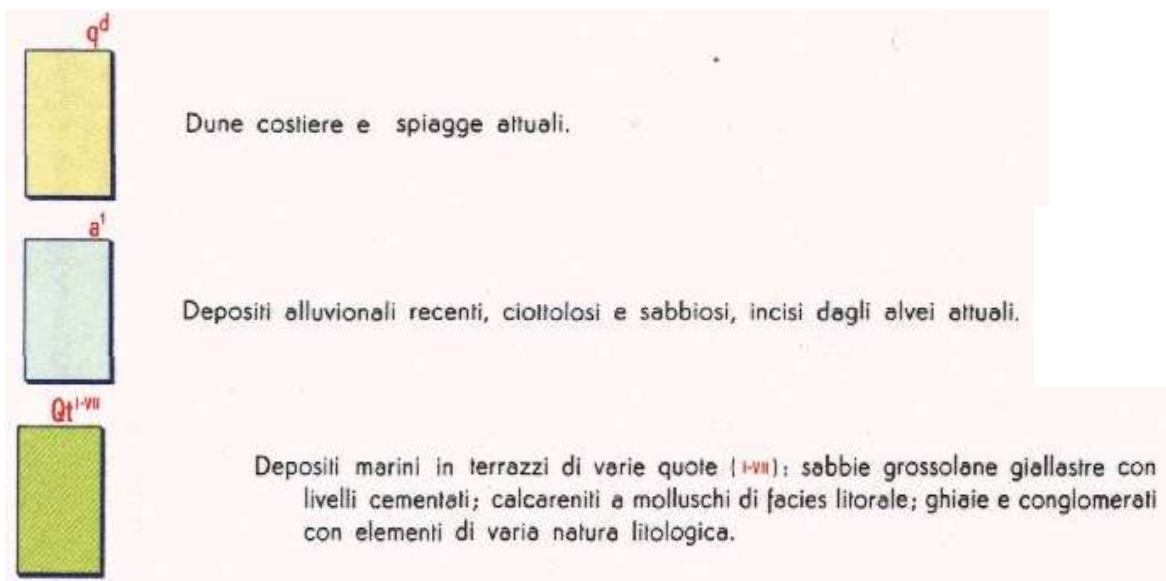
Area dell'intervento



**Carta e sezione geologica**

(estratto del Foglio 201 "Matera" della Carta Geologica d'Italia)

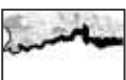
**Legenda**



Comune di Castellana (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Carta e sezione geologica**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

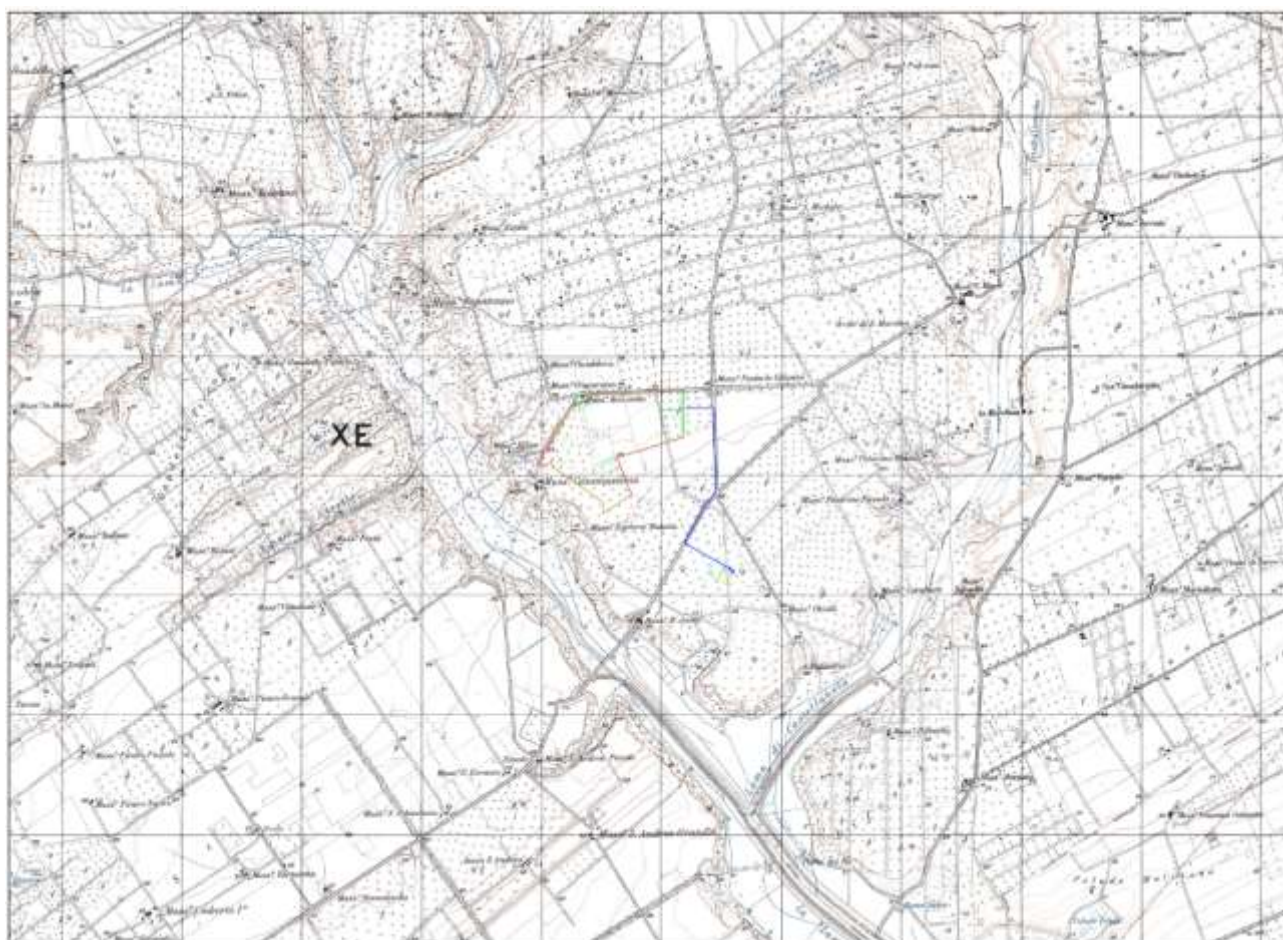


Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

## COROGRAFIA

(estratto della tavoletta 201 I S.E. “*Masseria Casamassima*” alla scala 1:25.000)

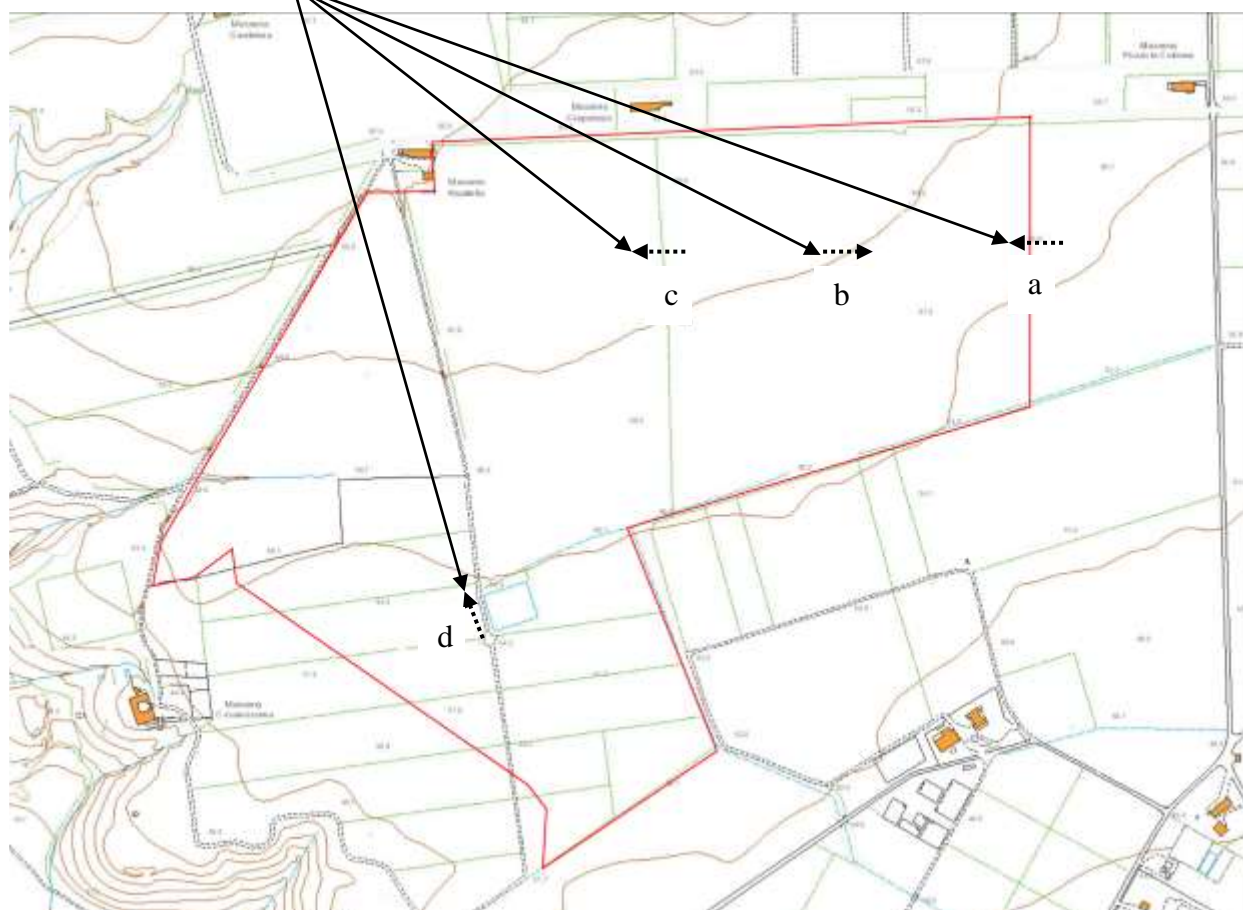


Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

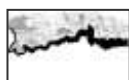
Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Stralcio della Carta Tecnica Regionale  
(Elemento 492084 “Masseria Chiulli”)  
con indicati gli allineamenti sismici**

Allineamento sismico



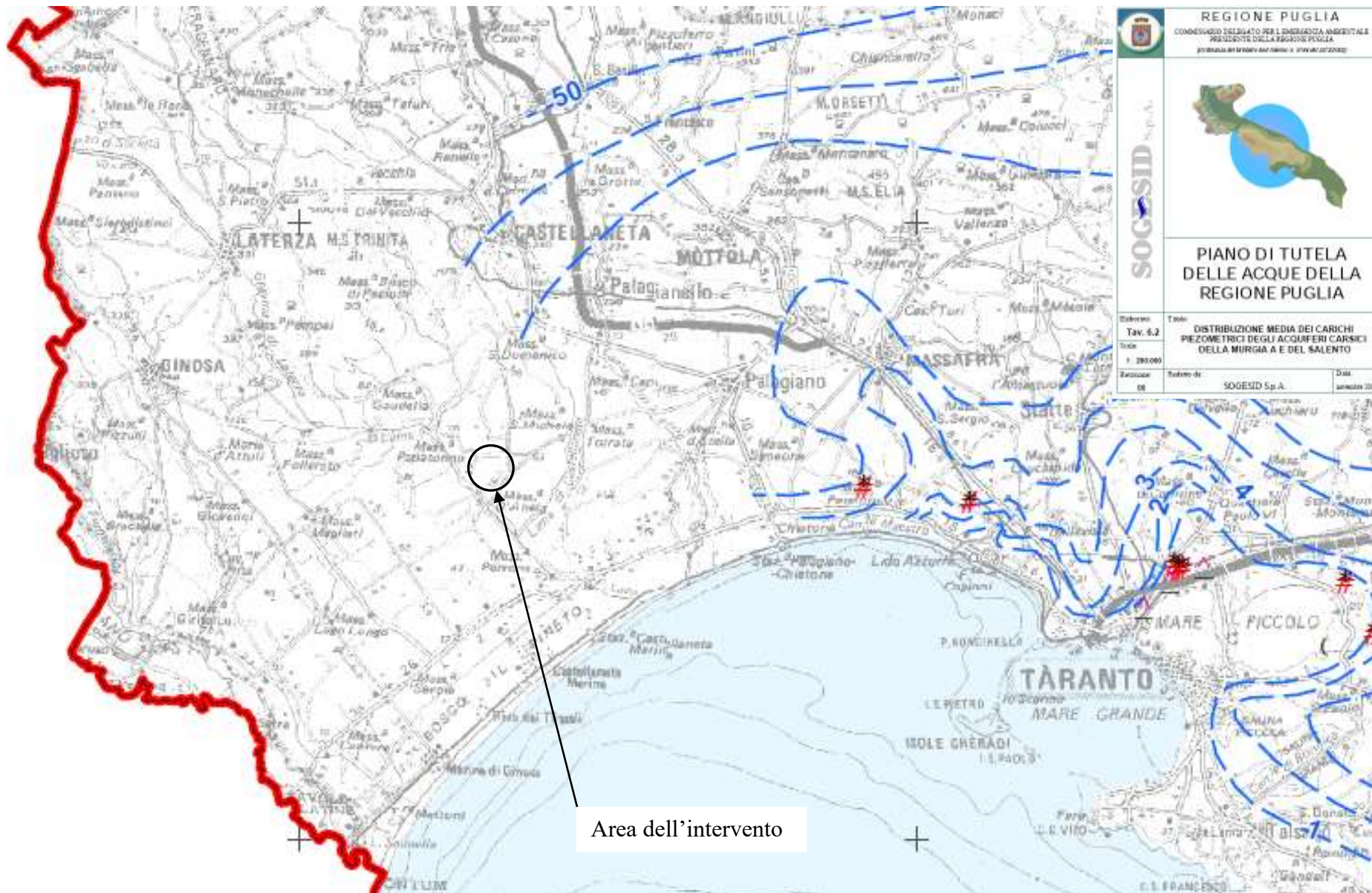
- a) Strada di accesso aziendale
- b) Capannone
- c) Tendone
- d) Vasca irrigazione



Comune di Castellaneta (TA) - Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

**Stralcio della Carta Tecnica Regionale con allineamenti sismici**

Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345



**REGIONE PUGLIA**  
 CONSIGLIO DELEGATO PER L'EMERGENZA AMBIENTALE  
 PRESIDENTE DELLA REGIONE PUGLIA  
 PUBBLICATA IN DATA 04/06/2008 - 17/06/2008

**PIANO DI TUTELA  
 DELLE ACQUE DELLA  
 REGIONE PUGLIA**

**SOGESID S.p.A.**

Edizione: Tav. 6.2	Tipo: DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI CARSIICI DELLA MURGIA E DEL SALENTO
Scala: 1:200.000	
Autore: 08	Redazione: SOGESID Sp.A.      Data: settembre 2007

Area dell'intervento

# COMUNE DI CASTELLANETA

(Provincia di Taranto)

Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp, denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in zona agricola del Comune di Castellaneta (TA) in località "Papatonno"

Proponente

**PIVEXO 6 S.r.l.**

PIVEXO 6 S.R.L.  
Via Stazione snc - 74011 Castellaneta (TA) ,  
Tel +39 0998441860, Fax +39 0998445168,  
P.IVA 03358000739, REA TA-210853,  
mail: pivexo6@pec.it

Sviluppatore

 **Greenergy**

GREENERGY SRL  
Via Stazione snc - 74011 Castellaneta (TA)  
Tel +39 0998441860, Fax +39 0998445168  
P.IVA 02599060734, REA TA-157230  
www.greenergy.it, mailinfo@greenergy.it

Elaborato RELAZIONE DI CALCOLO DELLA PERICOLOSITA'  
SISIMICA DI BASE E DI SITO

Data

02/05/2024

Codice Progetto

Nome File MPGHVQ4\_RelazioneGeologica\_01

Revisione

Foglio

Scala

GREEN GP - 16

Codice Elaborato

P\_08\_A

00

A4

-

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	Prima emissione	02/05/2024	Dott. Geol. Pasquale Lopresto	Dott. Geol. Pasquale Lopresto	Pivexo 6 S.r.l.

## 1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

## 2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = periodo di riferimento

$V_N$  = vita nominale

$C_U$  = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

**Tab. 2.1** – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere



infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso *III* o in Classe d’uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $C_U = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $C_U = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d’uso II** a cui è associato il coefficiente d’uso  $C_U = 1$ .

Ricavati i valori di  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

### 3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l’opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l’incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l’opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d’uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell’interruzione d’uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso** (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

**Tabella 3.1-** Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>P_{VR} = 81\%</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>P_{VR} = 63\%</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>P_{VR} = 10\%</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>P_{VR} = 5\%</math></b>

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana. Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

**Tabella 3.2-** Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>T_R = 30</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>T_R = 50</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>T_R = 475</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>T_R = 975</math></b>

#### 4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “Mappe interattive della pericolosità sismica”.

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell’**Allegato B** delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

**Tabella 4.1-** *Stralcio della tabella contenuta nell’Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.*

ID	LON	LAT	T <sub>R</sub> = 30			T <sub>R</sub> = 50			T <sub>R</sub> = 72			T <sub>R</sub> = 101		
			a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T* <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T* <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T* <sub>c</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T* <sub>c</sub>
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T<sub>R</sub> corrispondente alla V<sub>R</sub> e P<sub>V<sub>R</sub></sub> fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell’Allegato A alle NTC08:

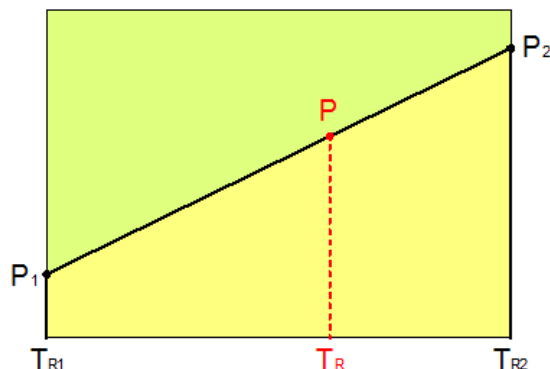
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub>, T<sub>C</sub><sup>\*</sup>) corrispondente al periodo di ritorno T<sub>R</sub> desiderato, mentre p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub> è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T<sub>R1</sub>, T<sub>R2</sub>.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l’espressione dell’Allegato A alle NTC08:

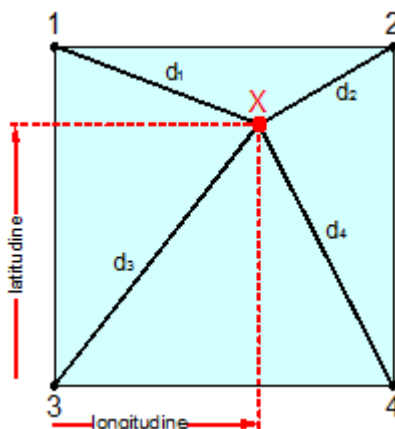
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i d_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, T_C^*$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell’ $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall’ $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.



**Figura 4.1** - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2



**Figura 4.2** - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all’interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall’espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l’inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell’ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d’uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

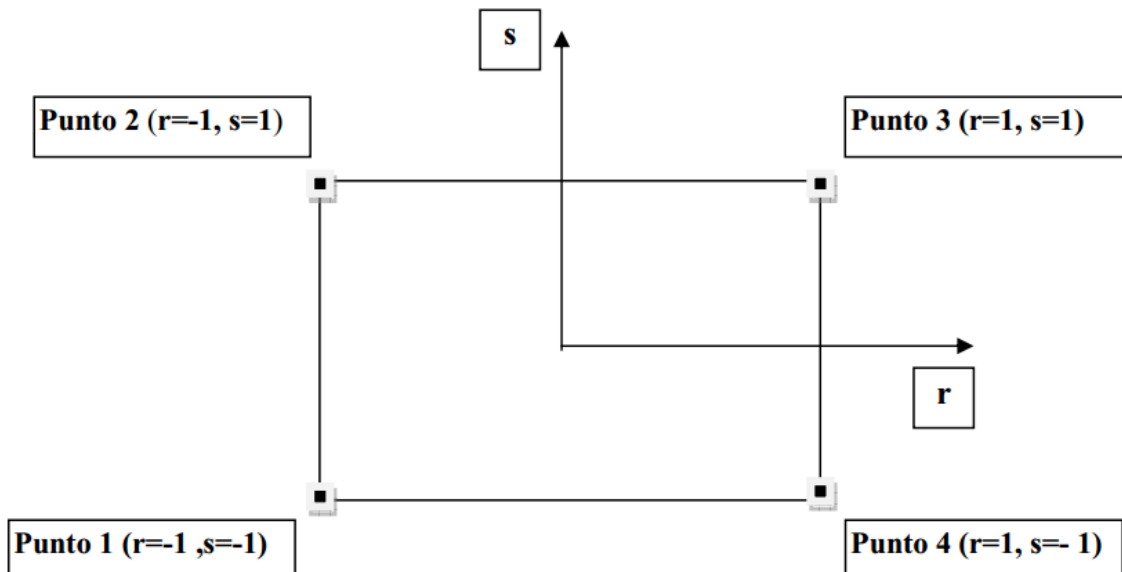


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate  $x, y$  di un punto generico e le coordinate  $r, s$  dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di  $r$  ed  $s$ , si determinano i parametri  $a_g, F_0, T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove  $p$  rappresenta il parametro cercato.

## 5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà

fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### 5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

### 5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella tabella 5.1.

**Tabella 5.1-** Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

**S<sub>s</sub>** (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0.90 \leq S_s \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto  $a_g/g$ .  $S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: S_T = 1.0; T2: S_T = 1.20; T3: S_T = 1.20; T4: S_T = 1.40.}$$

### 5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$  nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$  nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

### 5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

con:

**$\beta_m$**  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

**$\beta_m = 0.38$**  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

**$\beta_m = 0.47$**  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

**$a_{\max}$**  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

**$g$**  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

### 5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici,  $a_h$  (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{\max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

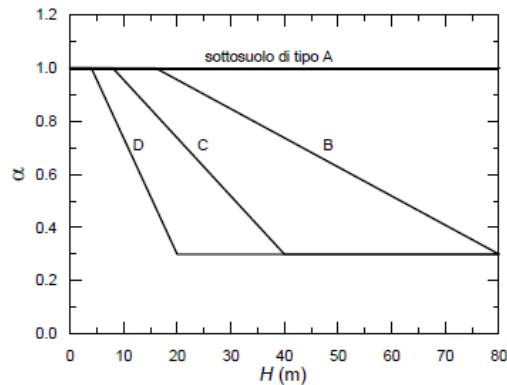
$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} \quad (5.8)$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$k_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

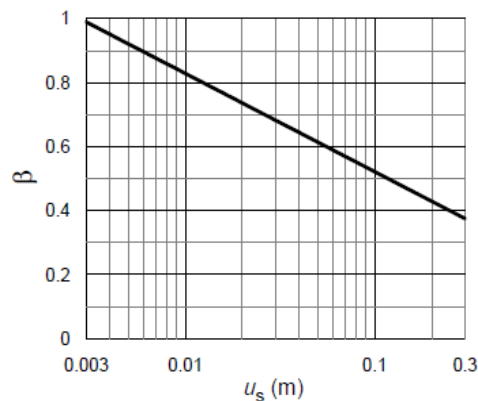


**Figura 5.1** - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente  $V_s$ . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ . Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per  $u_s = 0$  si ha  $\beta = 1$ ;  $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  deve assumersi  $k_h = 0.2 \cdot a_{\max}/g$



**Figura 5.2** - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

L'accelerazione di picco  $a_{\max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come



$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

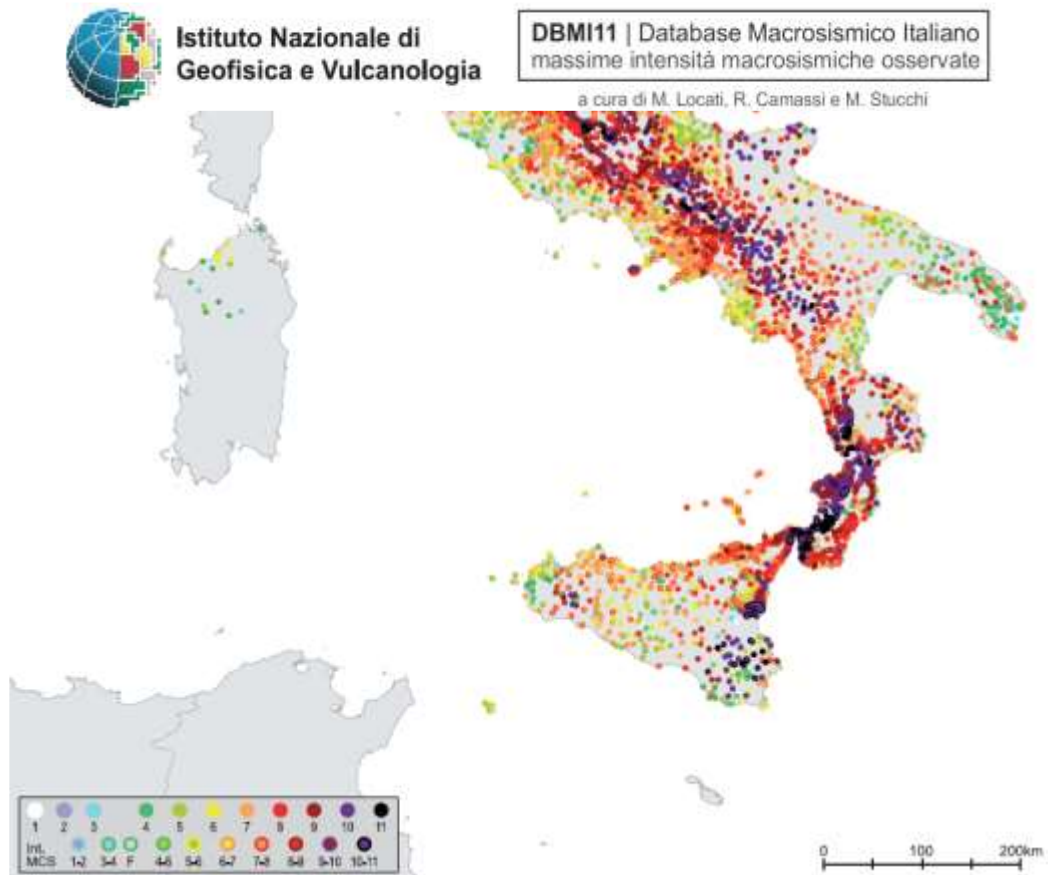
## STORIA SISMICA DEL SITO

### Mappa sismogenetica

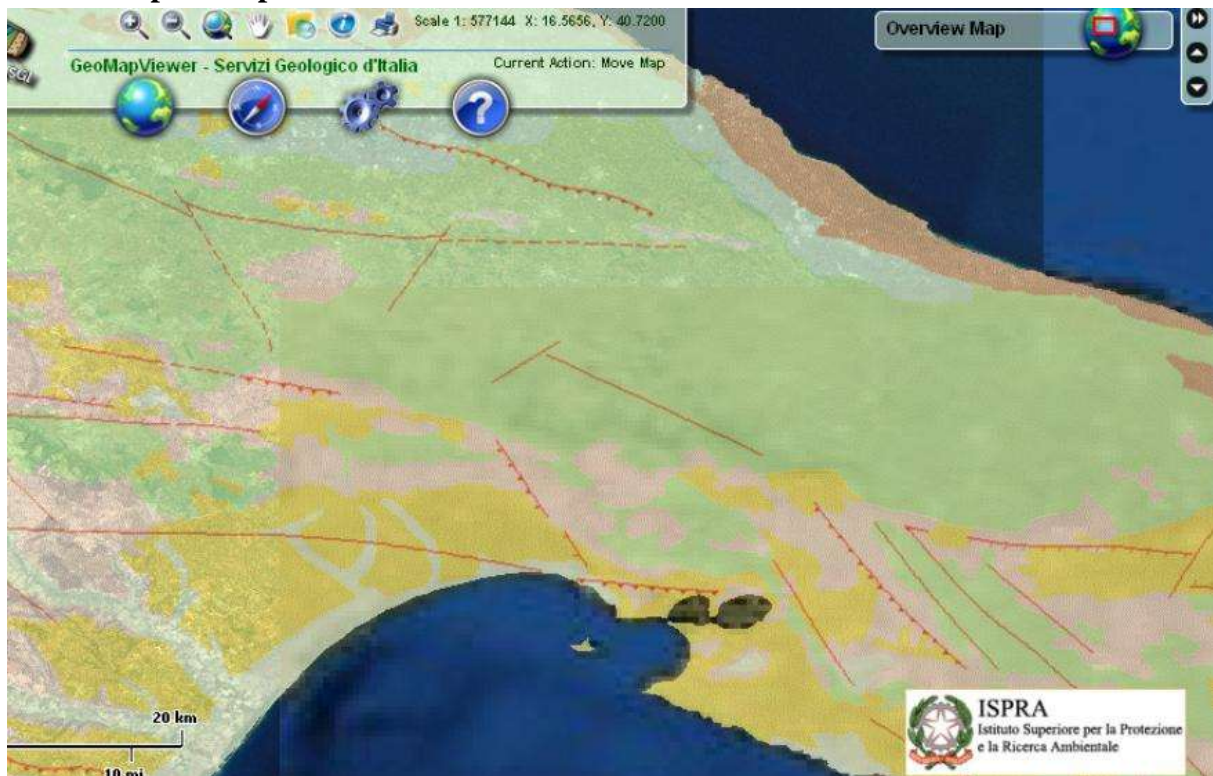


### Pericolosità sismica del sito

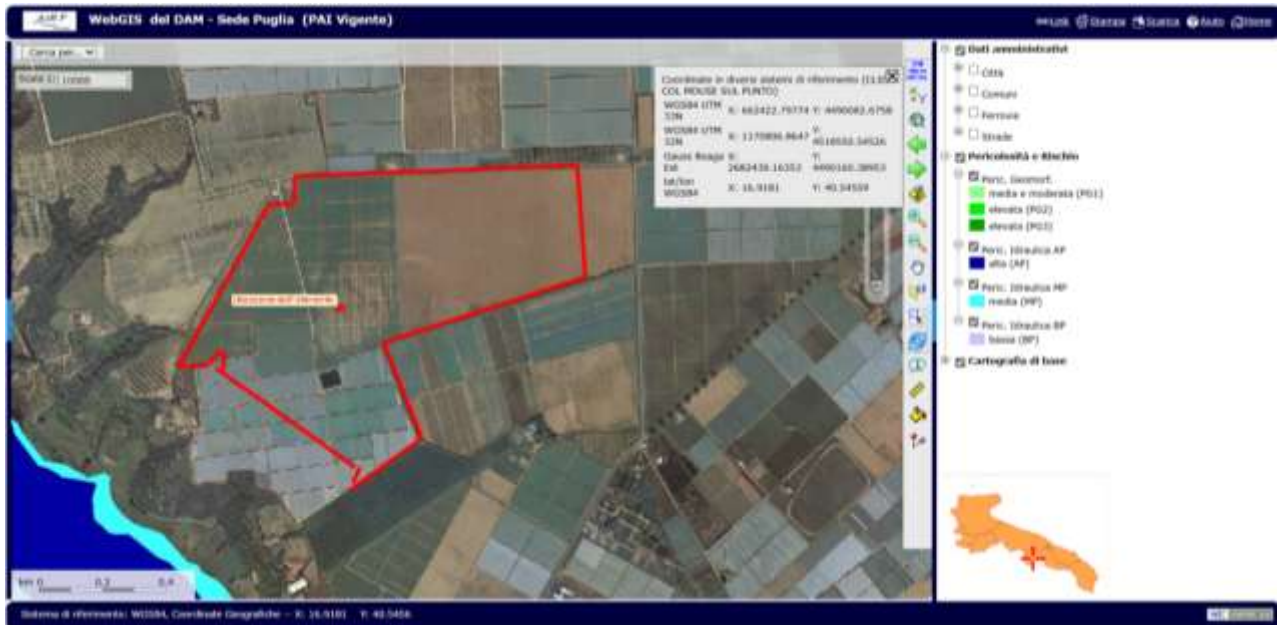
Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasformazione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.



### Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



## Individuazione del sito e definizione delle sue coordinate (AdB Puglia)



## PERICOLOSITÀ SISMICA

Descrizione: Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.



Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	40,5455894 [°]
Longitudine (WGS84):	16,9181004 [°]
Latitudine (ED50):	40,5465775 [°]
Longitudine (ED50):	16,9189072 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	34351	40,533010	16,910650	1662,08
2	34352	40,530990	16,976360	5155,02
3	34130	40,580950	16,979040	6356,94
4	34129	40,582980	16,913290	4075,64

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,035	2,405	0,282
SLD	50	0,048	2,435	0,303
	72	0,059	2,539	0,292
	101	0,071	2,504	0,311
	140	0,085	2,491	0,315
	201	0,101	2,496	0,315
SLV	475	0,149	2,465	0,312
SLC	975	0,196	2,470	0,318
	2475	0,267	2,474	0,322

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,034	2,389	0,278
SLD	50	0,046	2,407	0,308
	72	0,056	2,541	0,291
	101	0,068	2,517	0,296
	140	0,081	2,511	0,311
	201	0,098	2,486	0,314
SLV	475	0,147	2,496	0,292
SLC	975	0,195	2,483	0,297
	2475	0,266	2,461	0,320

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,034	2,387	0,277
SLD	50	0,046	2,417	0,305
	72	0,057	2,547	0,287
	101	0,070	2,515	0,294
	140	0,084	2,510	0,294
	201	0,101	2,510	0,295
SLV	475	0,151	2,493	0,289
SLC	975	0,200	2,485	0,295
	2475	0,272	2,461	0,318

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,035	2,405	0,281
SLD	50	0,049	2,477	0,290
	72	0,060	2,545	0,291
	101	0,073	2,501	0,309
	140	0,087	2,501	0,298

	201	0,104	2,516	0,295
SLV	475	0,153	2,456	0,309
SLC	975	0,201	2,491	0,297
	2475	0,273	2,473	0,320

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,035	2,400	0,280
SLD	50	0,048	2,437	0,301
SLV	475	0,150	2,472	0,305
SLC	975	0,197	2,479	0,307

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: "T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°"

### Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,009	0,013	0,053	0,067
kv	0,005	0,006	0,027	0,033
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,052	0,071	0,222	0,278
kv	0,026	0,036	0,111	0,139
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

### Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H): 3,0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,034	0,046	0,144	0,181
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,014	0,053	0,067
kv	0,005	0,007	0,027	0,033
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

### Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,034	0,084	--
kv	--	0,017	0,042	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	--	0,470	0,380	--

### Fronti di scavo e rilevati

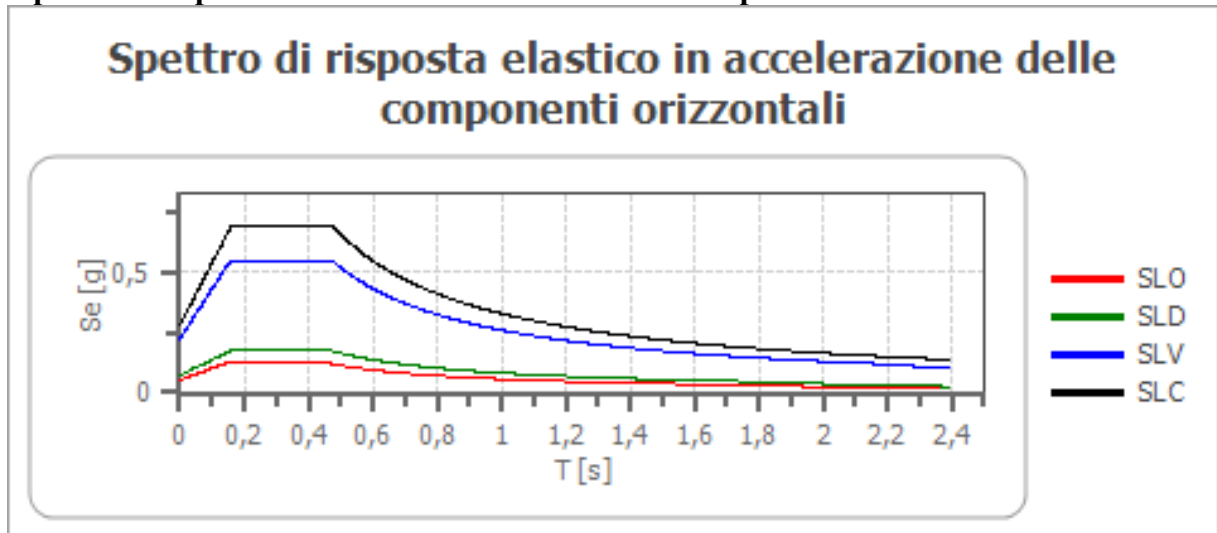
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,034	0,084	--
kv	--	0,017	0,042	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	--	0,470	0,380	--

**Paratie NTC 2018**

Altezza paratia (H): 3,0 [m]  
 Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,041	0,055	0,172	0,216
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,514	0,700	2,176	2,728
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

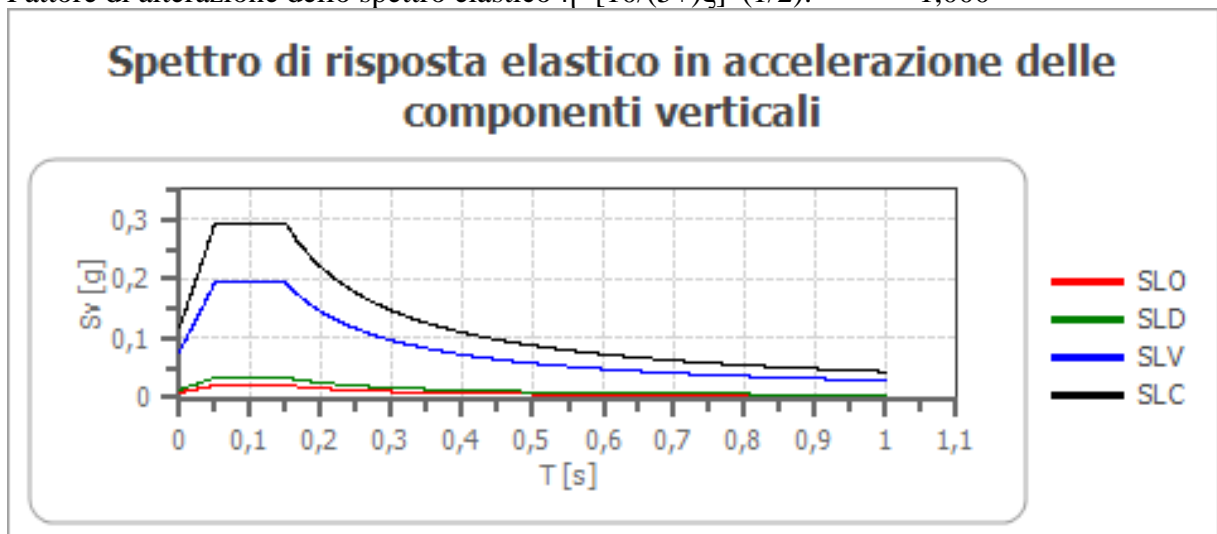
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,035	2,400	0,280	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,150	0,449	1,740	0,052	0,126
SLD	1,0	0,048	2,437	0,301	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,157	0,470	1,790	0,071	0,174
SLV	1,0	0,150	2,472	0,305	1,480	1,550	1,000	1,480	1,000	0,158	0,473	2,200	0,222	0,548
SLC	1,0	0,197	2,479	0,307	1,410	1,550	1,000	1,410	1,000	0,159	0,476	2,389	0,278	0,689

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$ : 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,035	2,400	0,280	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,009	0,021
SLD	1,0	0,048	2,437	0,301	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,034
SLV	1,0	0,150	2,472	0,305	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,078	0,194



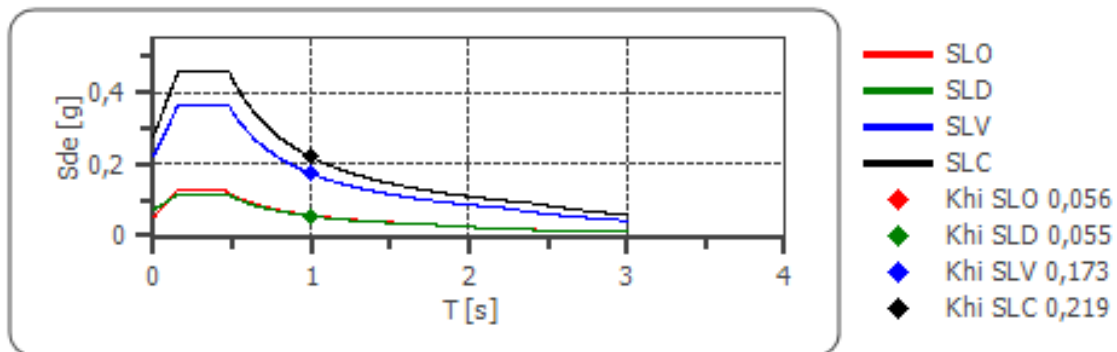
SLC	1,0	0,197	2,479	0,307	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,118	0,293
-----	-----	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### Spettro di progetto

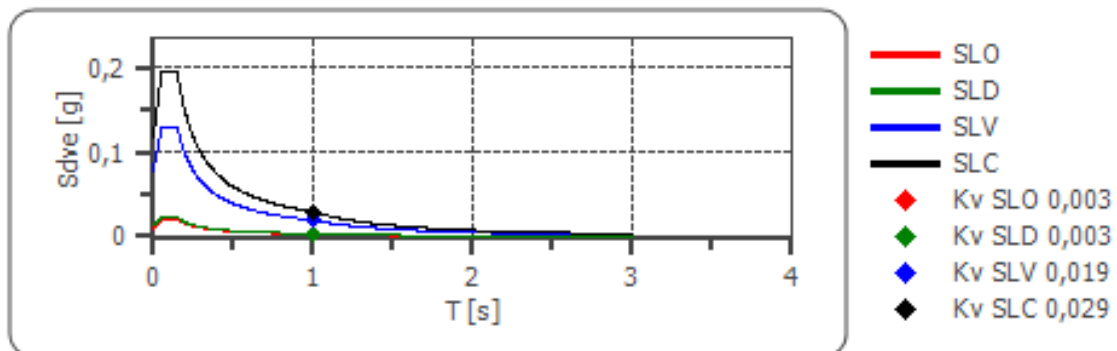
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50  
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,056	0,055	0,173	0,219
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,003	0,003	0,019	0,029

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



### Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,035	2,400	0,280	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,150	0,449	1,740	0,052	0,126
SLO verticale	1,0	0,035	2,400	0,280	1,500	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,009	0,021
SLD orizzontale	1,0	0,048	2,437	0,301	1,500	1,560	1,000	1,500	1,500	0,157	0,470	1,790	0,071	0,116
SLD verticale	1,0	0,048	2,437	0,301	1,500	1,560	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,014	0,023
SLV orizzontale	1,0	0,150	2,472	0,305	1,480	1,550	1,000	1,480	1,500	0,158	0,473	2,200	0,222	0,366
SLV verticale	1,0	0,150	2,472	0,305	1,480	1,550	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,078	0,129
SLC orizzontale	1,0	0,197	2,479	0,307	1,410	1,550	1,000	1,410	1,500	0,159	0,476	2,389	0,278	0,460
SLC	1,0	0,197	2,479	0,307	1,410	1,550	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,118	0,195

Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno - Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasformazione Nazionale - Proponente: PIVEXO 6 S.r.l. - Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

---

verticale																
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



## STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Via R. Scotellaro, 23

74018 Palagianello (TA)

Tel. 0998495345



# Risultati delle analisi MASW

Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno – Sito A – Strada accesso azienda  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

Castellaneta, 31 maggio 2024

Redatto da MASW  
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.



# 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce..... Castellaneta Romanazzi Sito A strada accesso MASW\sondaggio  
Numero di ricevitori ..... 12  
Distanza tra i sensori: ..... 1 m  
Numero di campioni temporali ..... 1500  
Passo temporale di acquisizione..... 0.333 ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 12  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0 ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 4096 ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

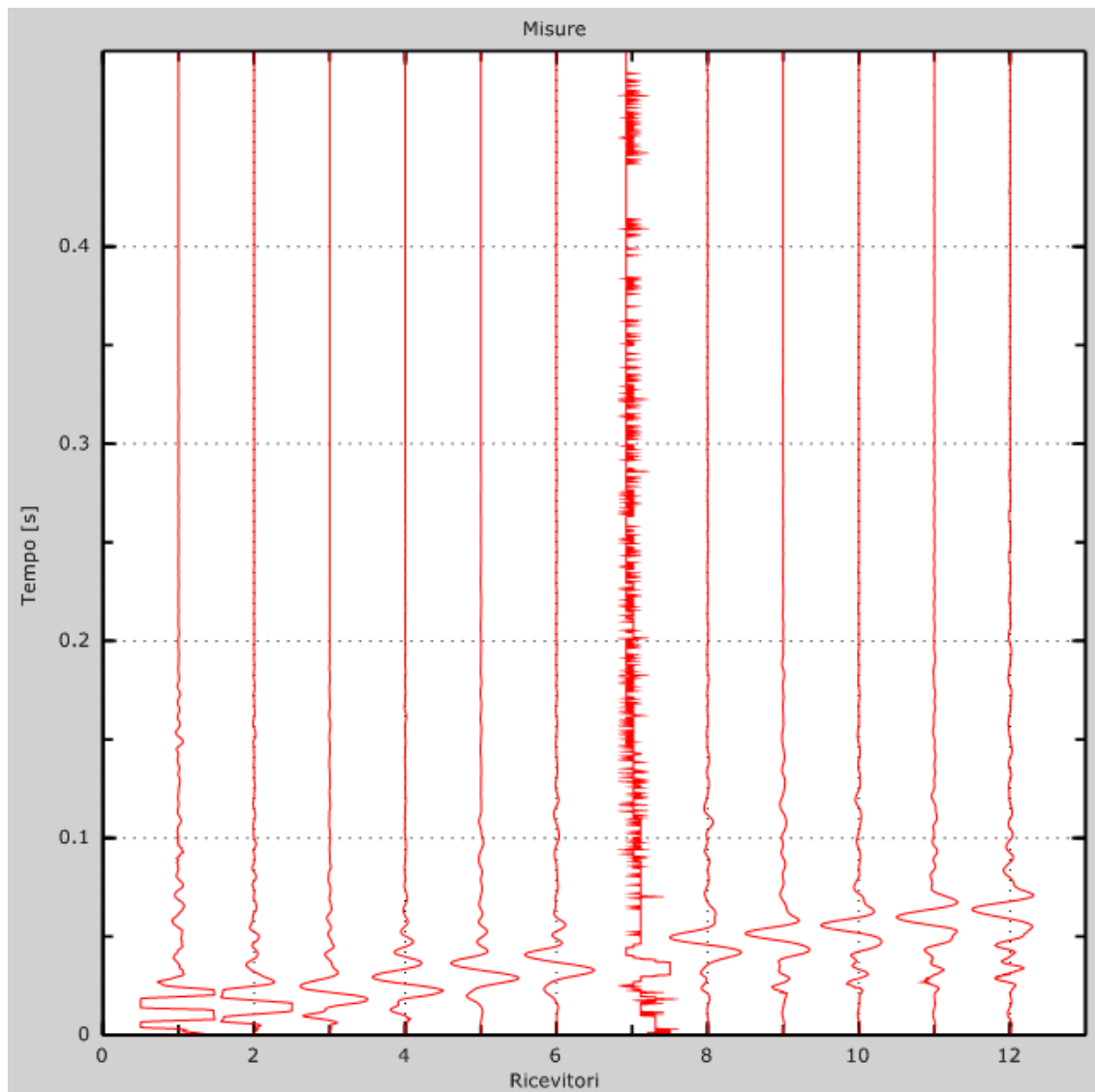


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale .....70 Hz

Frequenza iniziale .....2 Hz

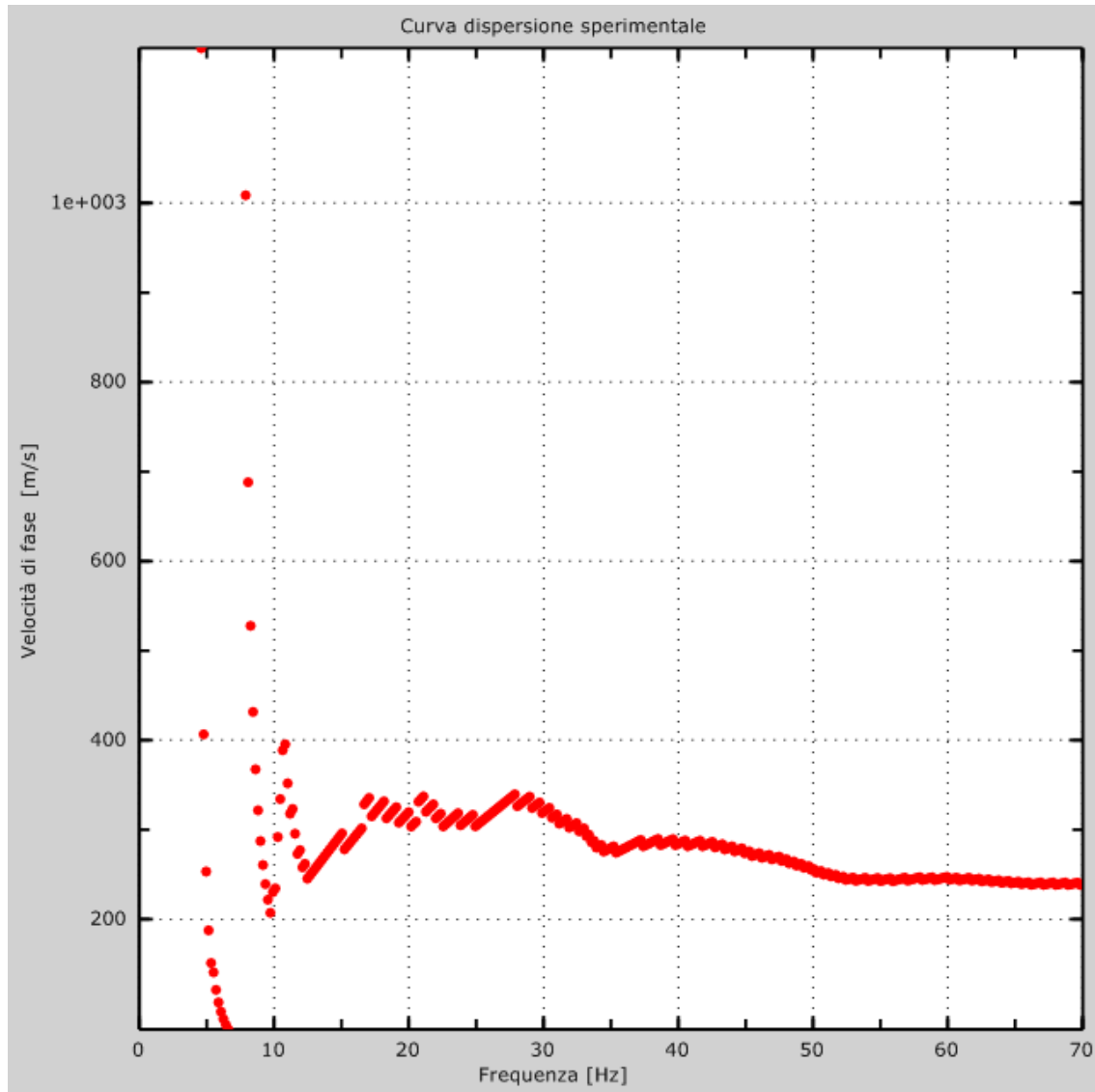


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.66956	353.814	318.432	389.195
12.0879	259.03	233.127	284.933
15.5062	283.542	255.188	311.897
18.9246	322.979	290.681	355.277
22.3429	317.766	285.989	349.542
25.7612	314.042	282.638	345.446
29.1796	324.781	292.303	357.259
32.5979	299.686	269.717	329.654
36.0162	279.399	251.459	307.339
39.4346	288.436	259.592	317.279
42.8529	281.291	253.162	309.42
46.2712	269.215	242.293	296.136
49.6896	259.082	233.174	284.99
53.1079	243.88	219.492	268.268
56.5263	245.266	220.74	269.793
59.9446	247.316	222.585	272.048
63.3629	242.103	217.893	266.313
66.7813	240.789	216.71	264.868

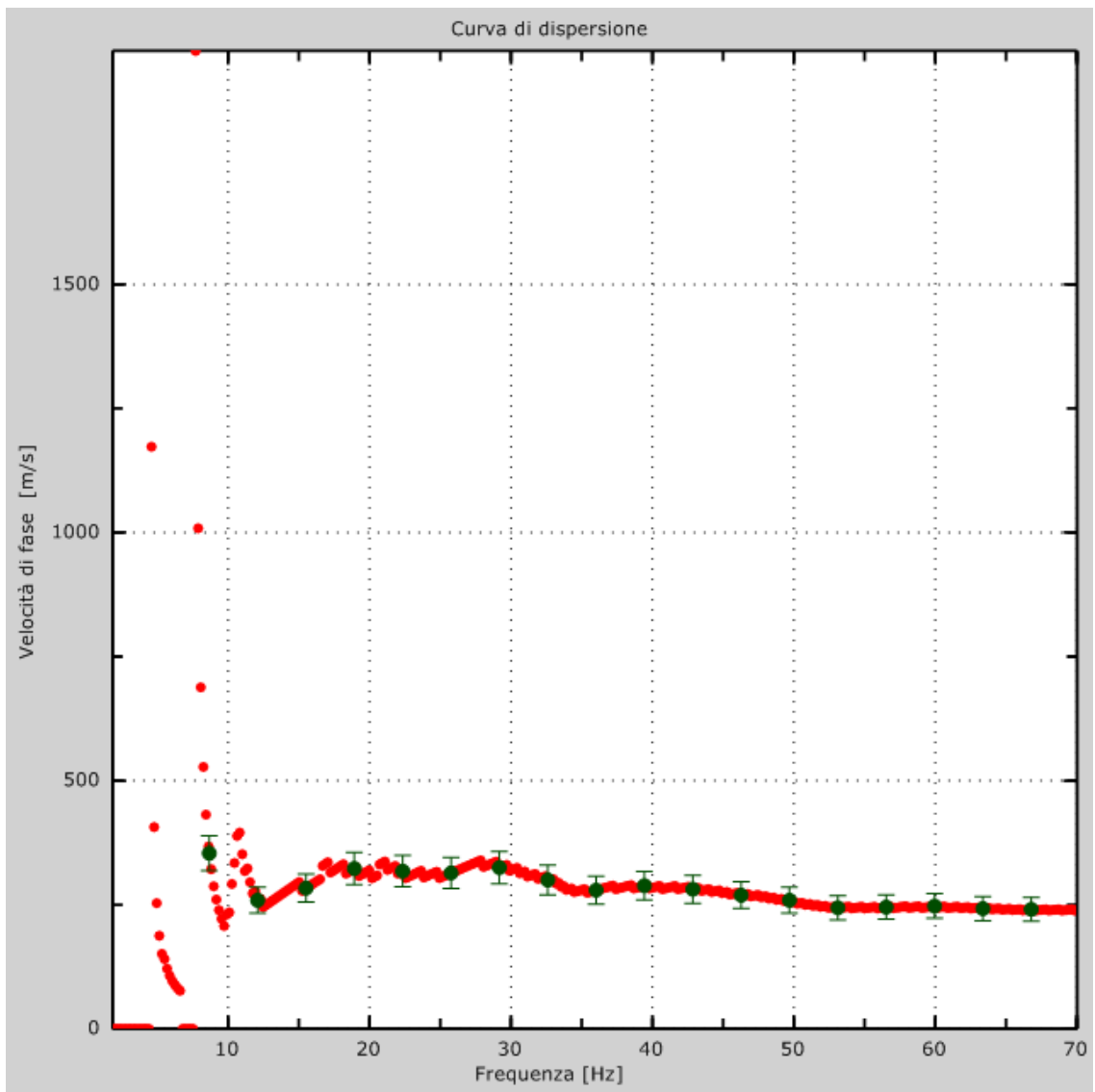


Figura 3: Curva di dispersione

## 4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) .....	3
Spaziatura ricevitori .....	1 m
Numero ricevitori .....	12
Numero modi.....	50
Numero iterazioni.....	50
Massimo errore [%].....	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	
<b>Strato 1 – Sabbie limose con scheletro ghiaioso variamente cementate</b>	
h [m] .....	2
z [m] .....	-2
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	268
Vp [m/s].....	501
Vs min [m/s].....	134
Vs max [m/s] .....	535
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	268
<b>Strato 2 - Sabbie limose e ghiaiose addensate e cementate</b>	
h [m] .....	28
z [m] .....	-30
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	333
Vp [m/s].....	623
Vs min [m/s].....	166
Vs max [m/s] .....	666
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	333
<b>Strato 3 – Basamento</b>	
h [m] .....	0
z [m] .....	-∞
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	393
Vp [m/s].....	735
Vs min [m/s].....	197
Vs max [m/s] .....	786
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	393



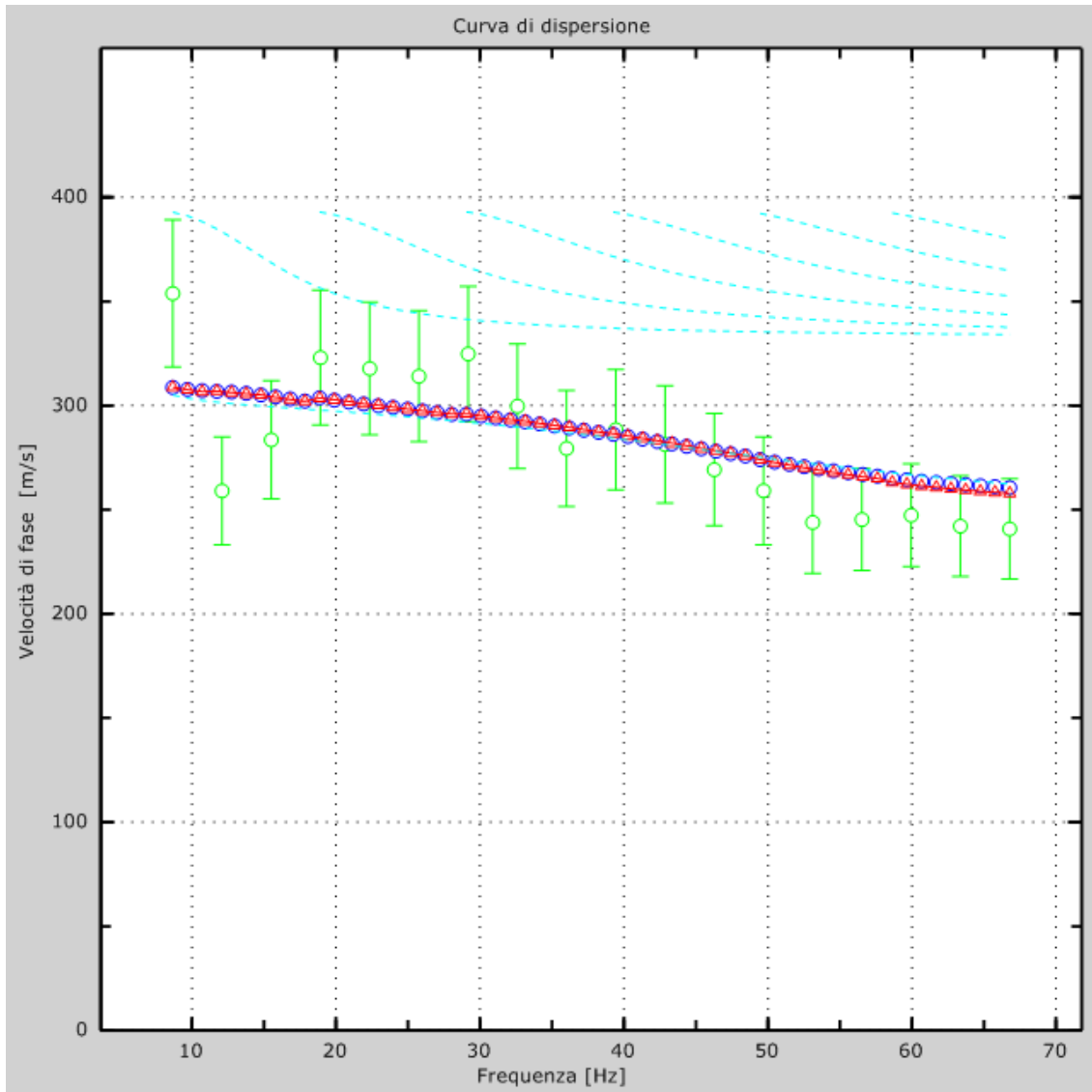


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

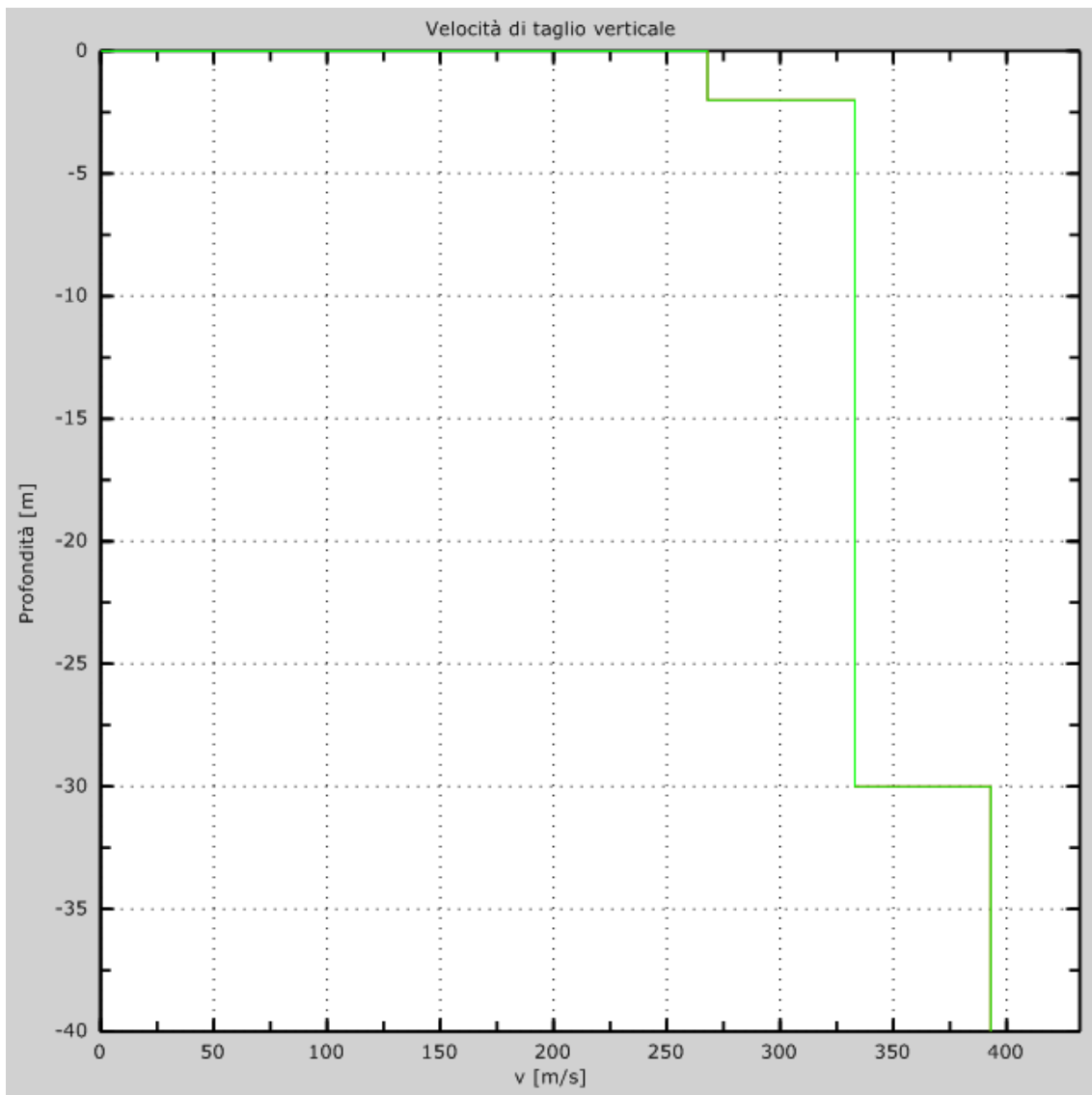


Figura 5: Velocità

## 5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	60
$V_{s,eq}$ [m/s] .....	327
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2018	
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).	
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.	
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3	
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità	
Tipo di suolo .....	C

### Appendice

#### Tipo di suolo

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



## STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Via R. Scotellaro, 23

74018 Palagianello (TA)

Tel. 0998495345



# Risultati delle analisi MASW

Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno – Sito A – Strada accesso azienda  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

Castellaneta, 31 maggio 2024

Redatto da MASW  
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.



# 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce..... Castellaneta Romanazzi Sito B capannone MASW\sondaggio  
Numero di ricevitori ..... 12  
Distanza tra i sensori: ..... 1 m  
Numero di campioni temporali ..... 1500  
Passo temporale di acquisizione..... 0.333 ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 12  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0 ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 4096 ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

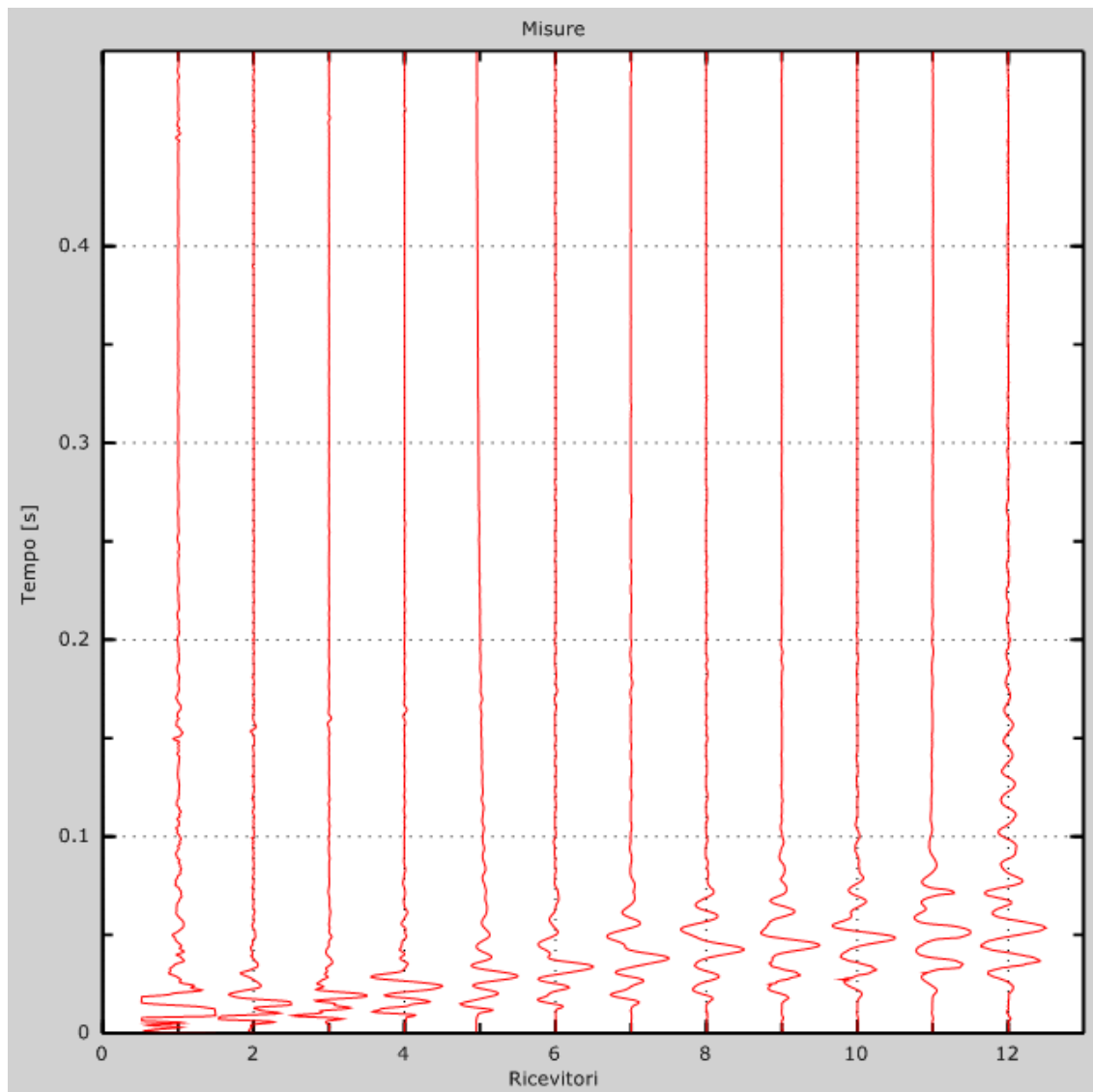


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale .....70 Hz

Frequenza iniziale .....2 Hz

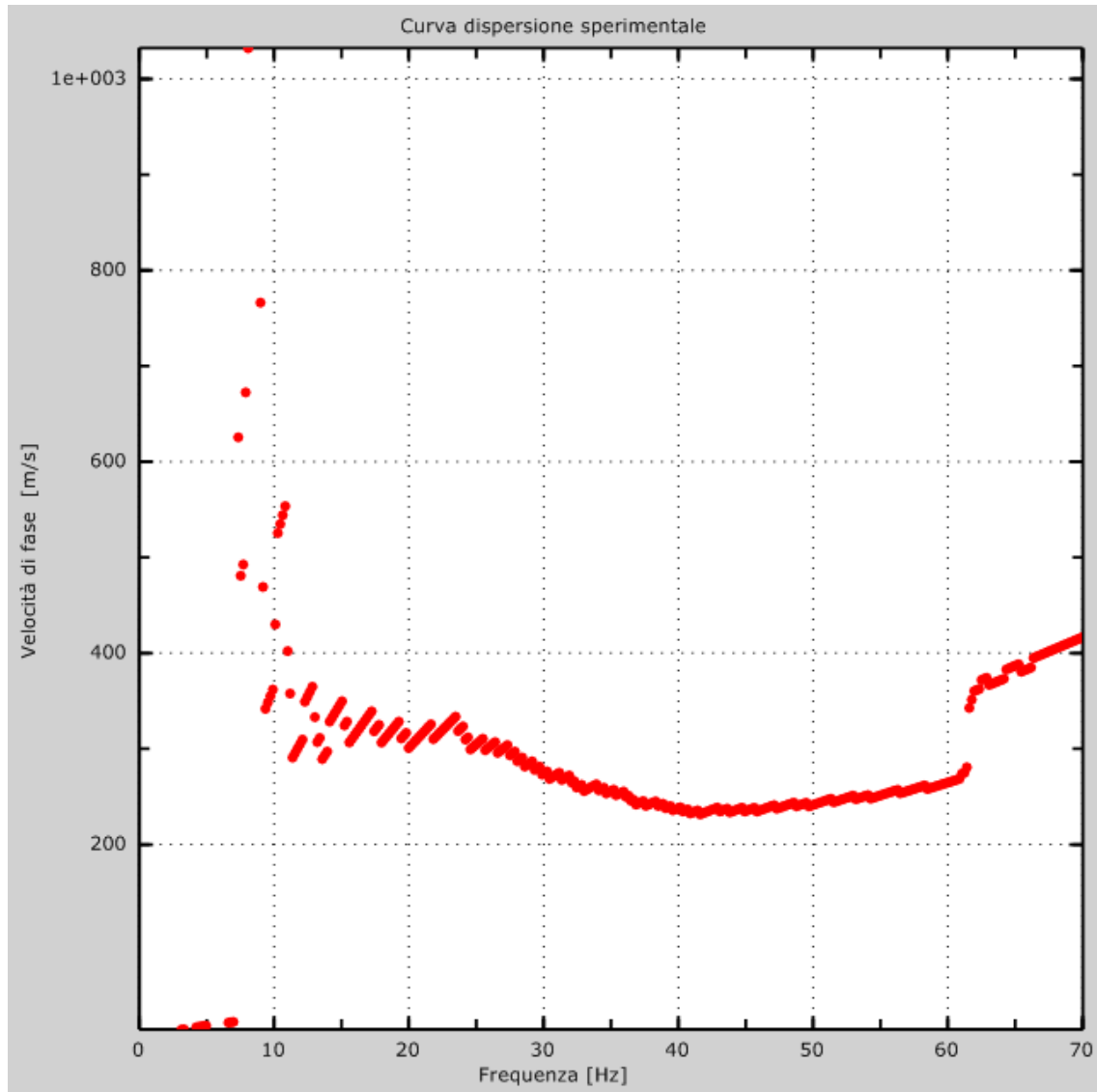


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
12.0879	309.45	278.505	340.395
15.5062	315.46	283.914	347.006
18.9246	322.979	290.681	355.277
22.3429	317.766	285.989	349.542
25.7612	299.767	269.79	329.744
29.1796	285.168	256.651	313.684
32.5979	260.783	234.705	286.862
36.0162	252.646	227.381	277.91
39.4346	239.521	215.569	263.473
42.8529	238.486	214.637	262.334
46.2712	236.909	213.218	260.6
49.6896	240.01	216.009	264.011
53.1079	248.335	223.501	273.168
56.5263	253.872	228.485	279.26
59.9446	264.583	238.125	291.041
63.3629	368.657	331.791	405.523
66.7813	397.581	357.823	437.34

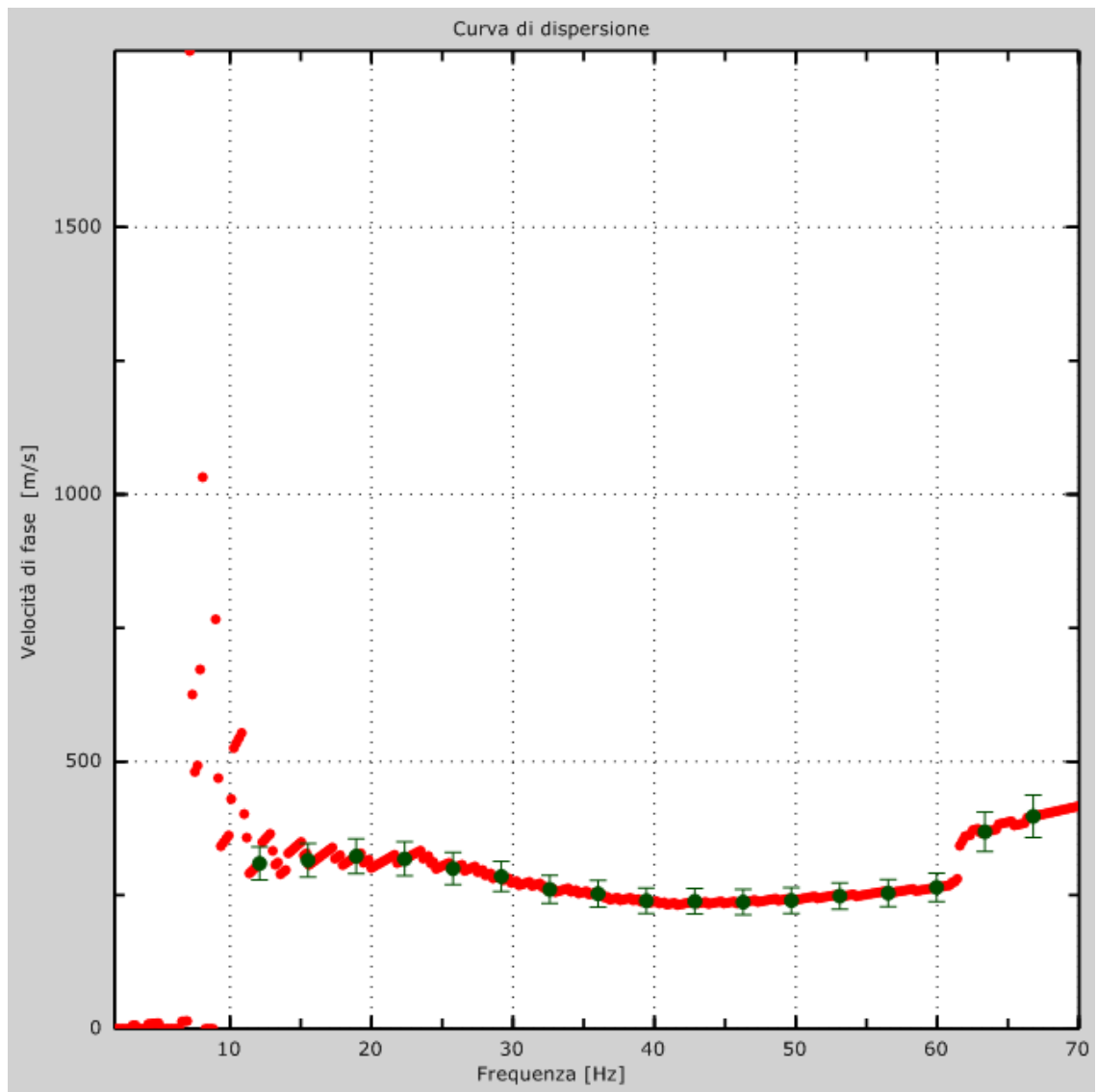


Figura 3: Curva di dispersione



## 4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) .....	3
Spaziatura ricevitori .....	1 m
Numero ricevitori .....	12
Numero modi.....	50
Numero iterazioni.....	50
Massimo errore [%].....	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	
<b>Strato 1 – Sabbie limose con scheletro ghiaioso variamente cementate</b>	
h [m] .....	5
z [m] .....	-5
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	294
Vp [m/s].....	550
Vs min [m/s].....	147
Vs max [m/s] .....	588
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	294
<b>Strato 2 - Sabbie limose e ghiaiose addensate e cementate</b>	
h [m] .....	25
z [m] .....	-30
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	290
Vp [m/s].....	543
Vs min [m/s].....	145
Vs max [m/s] .....	580
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	290
<b>Strato 3 – Basamento</b>	
h [m] .....	0
z [m] .....	-∞
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	344
Vp [m/s].....	644
Vs min [m/s].....	172
Vs max [m/s] .....	688
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	344

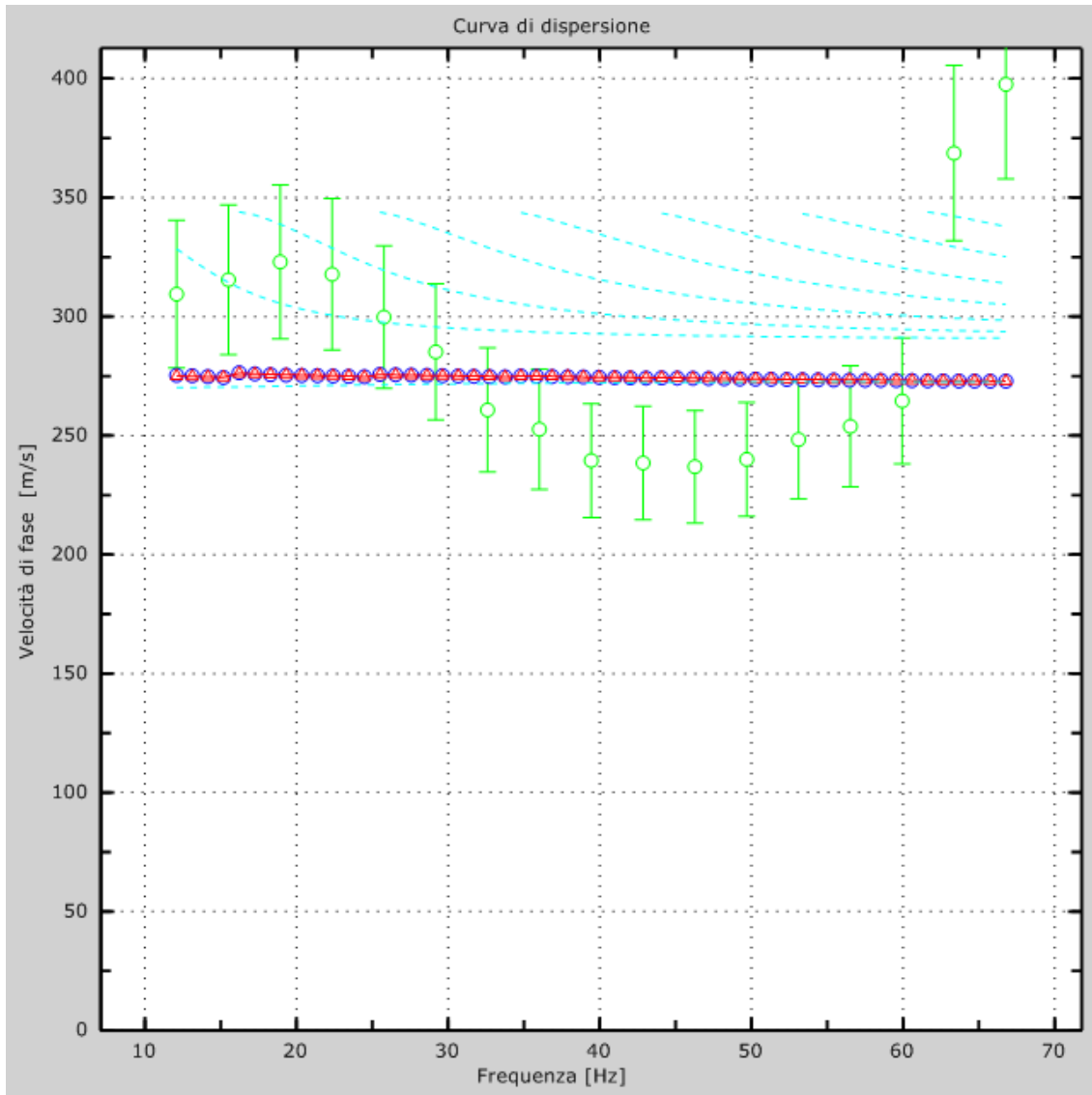


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

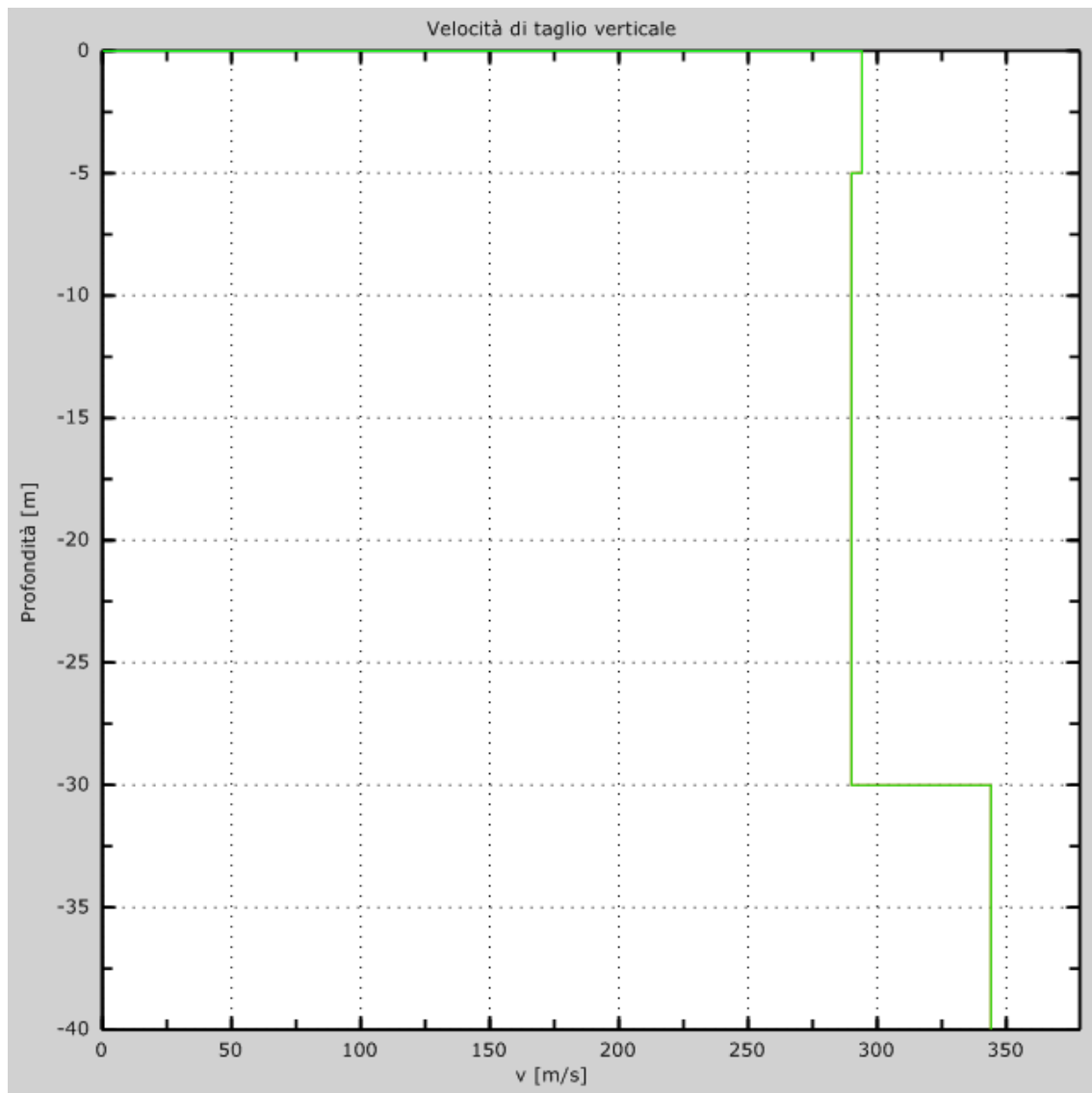


Figura 5: Velocità

## 5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	60
$V_{s,eq}$ [m/s] .....	290
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2008	
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).	
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.	
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3	
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità	
Tipo di suolo .....	C

### Appendice

#### Tipo di suolo

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



## STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Via R. Scotellaro, 23

74018 Palagianello (TA)

Tel. 0998495345



# Risultati delle analisi MASW

Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno – Sito A – Strada accesso azienda  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

Castellaneta, 31 maggio 2024

Redatto da MASW  
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.



# 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce.....Castellaneta Romanazzi Sito C tendone MASW\sondaggio  
Numero di ricevitori ..... 12  
Distanza tra i sensori: ..... 1 m  
Numero di campioni temporali ..... 1500  
Passo temporale di acquisizione..... 0.333 ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 12  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0 ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 4096 ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

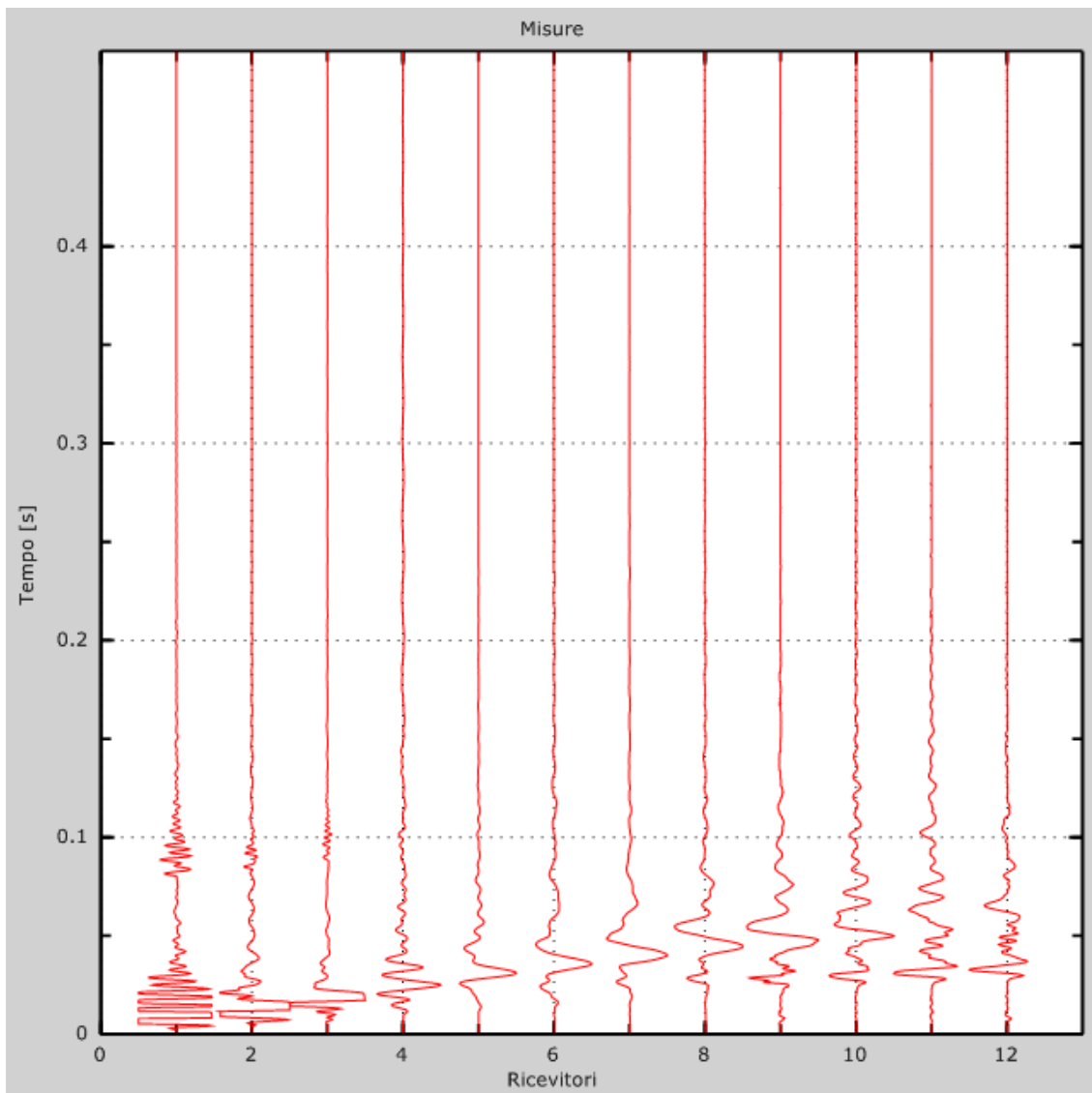


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale .....70 Hz

Frequenza iniziale .....2 Hz

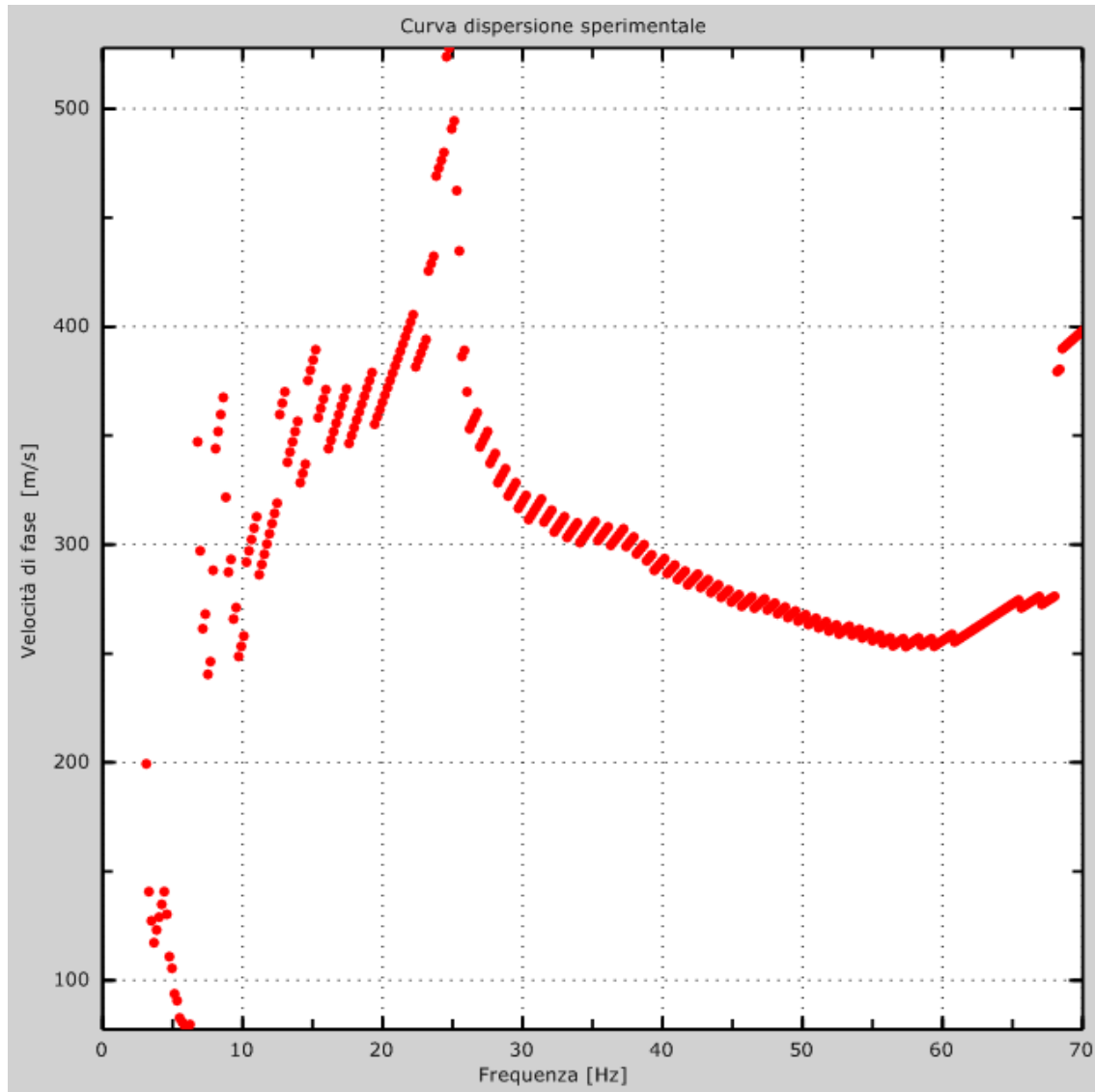


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.66956	353.814	318.432	389.195
12.0879	309.45	278.505	340.395
15.5062	360.872	324.785	396.959
18.9246	372.668	335.402	409.935
22.3429	384.022	345.62	422.425
25.7612	387.934	349.141	426.727
29.1796	324.781	292.303	357.259
32.5979	309.076	278.169	339.984
36.0162	307.339	276.605	338.072
39.4346	288.436	259.592	317.279
42.8529	281.291	253.162	309.42
46.2712	275.475	247.928	303.023
49.6896	265.011	238.51	291.512
53.1079	261.454	235.309	287.6
56.5263	253.872	228.485	279.26
59.9446	255.764	230.187	281.34
63.3629	265.917	239.325	292.508
66.7813	275.742	248.168	303.316



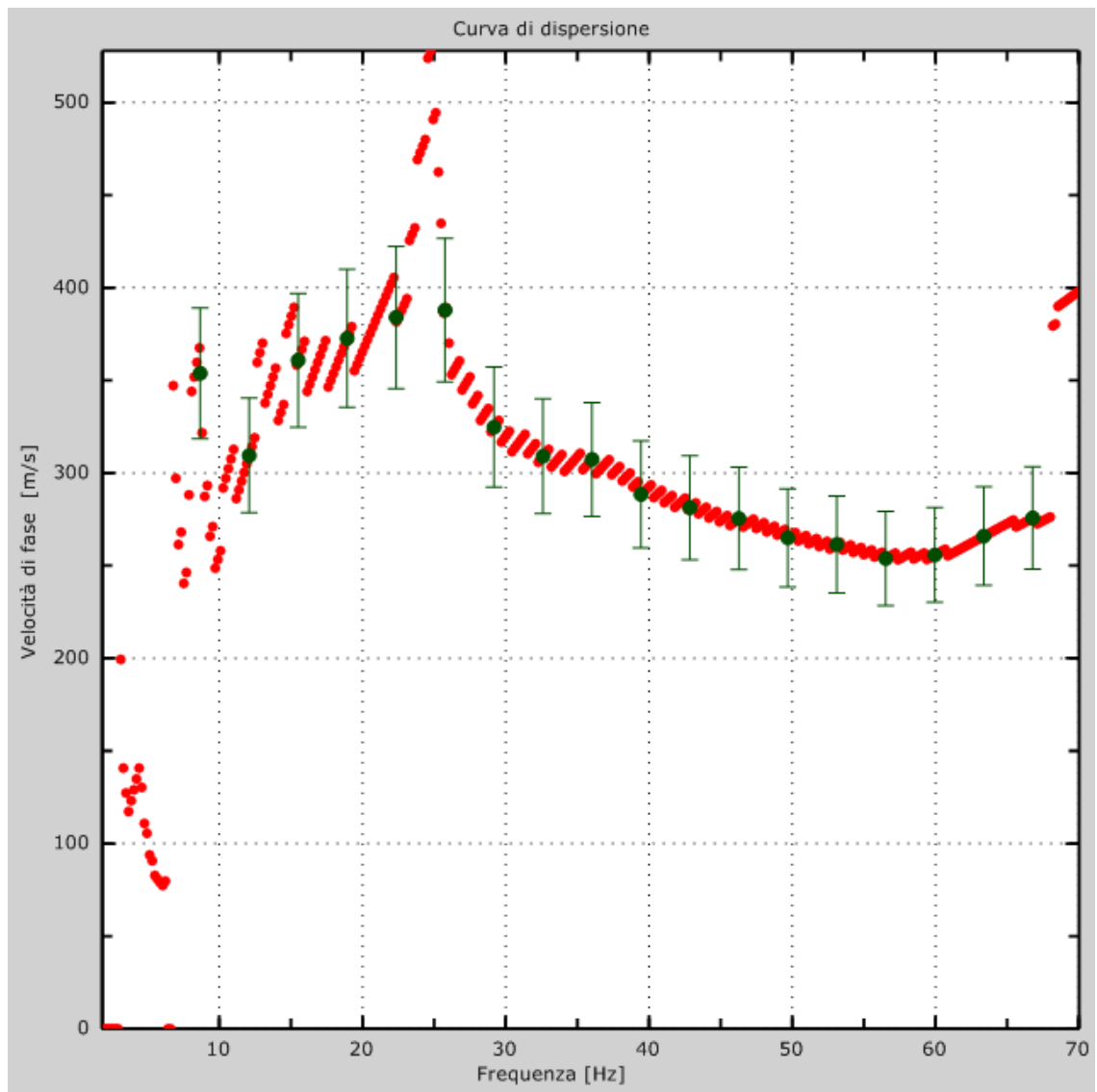


Figura 3: Curva di dispersione

## 4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) .....	3
Spaziatura ricevitori .....	1 m
Numero ricevitori .....	12
Numero modi.....	50
Numero iterazioni.....	50
Massimo errore [%].....	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	
<b>Strato 1 – Sabbie limose con scheletro ghiaioso variamente cementate</b>	
h [m] .....	2
z [m] .....	-2
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	306
Vp [m/s].....	572
Vs min [m/s].....	153
Vs max [m/s] .....	613
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	306
<b>Strato 2 - Sabbie limose e ghiaiose addensate e cementate</b>	
h [m] .....	28
z [m] .....	-30
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	341
Vp [m/s].....	638
Vs min [m/s].....	171
Vs max [m/s] .....	683
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	341
<b>Strato 3 – Basamento</b>	
h [m] .....	0
z [m] .....	-∞
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	393
Vp [m/s].....	735
Vs min [m/s].....	197
Vs max [m/s] .....	786
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	393

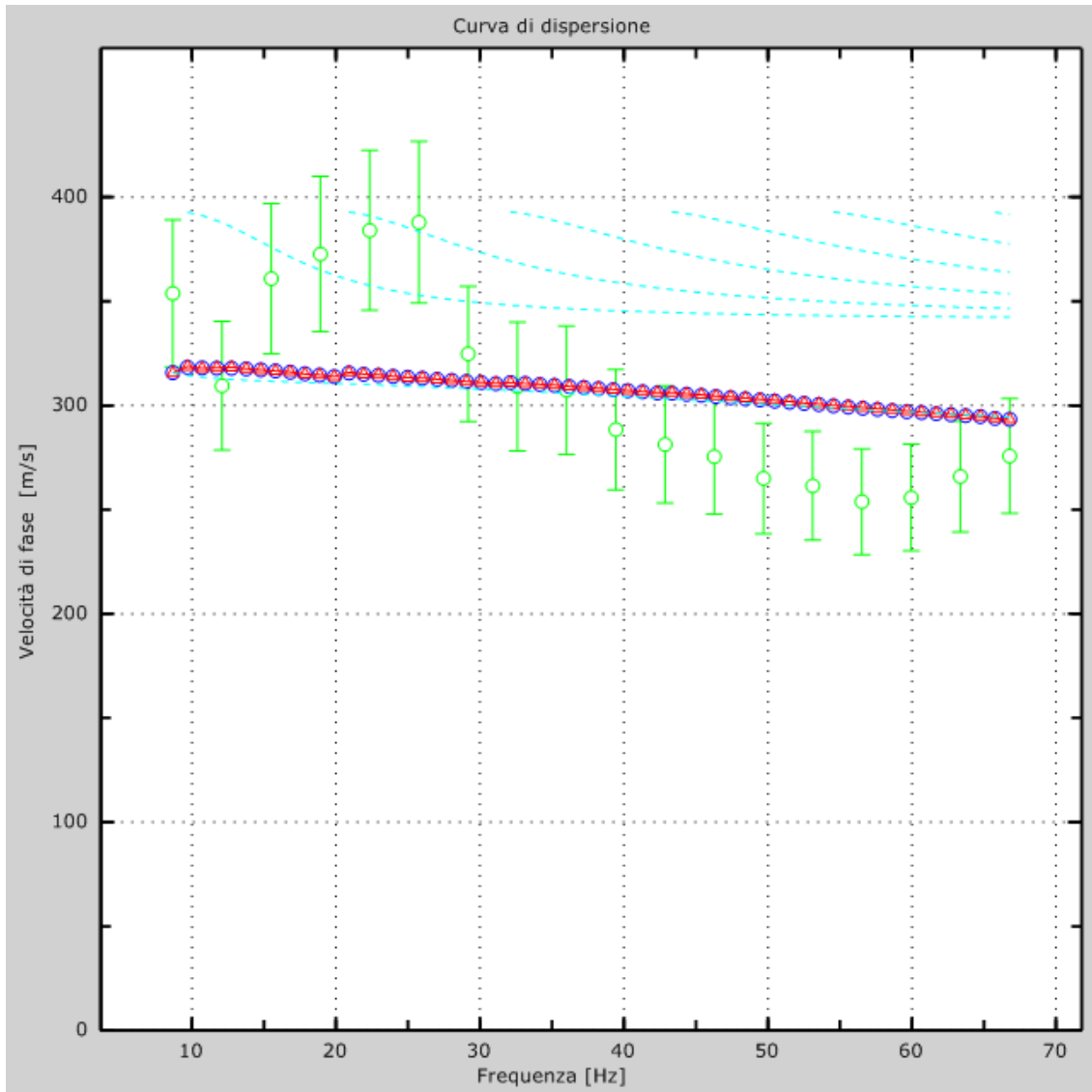


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

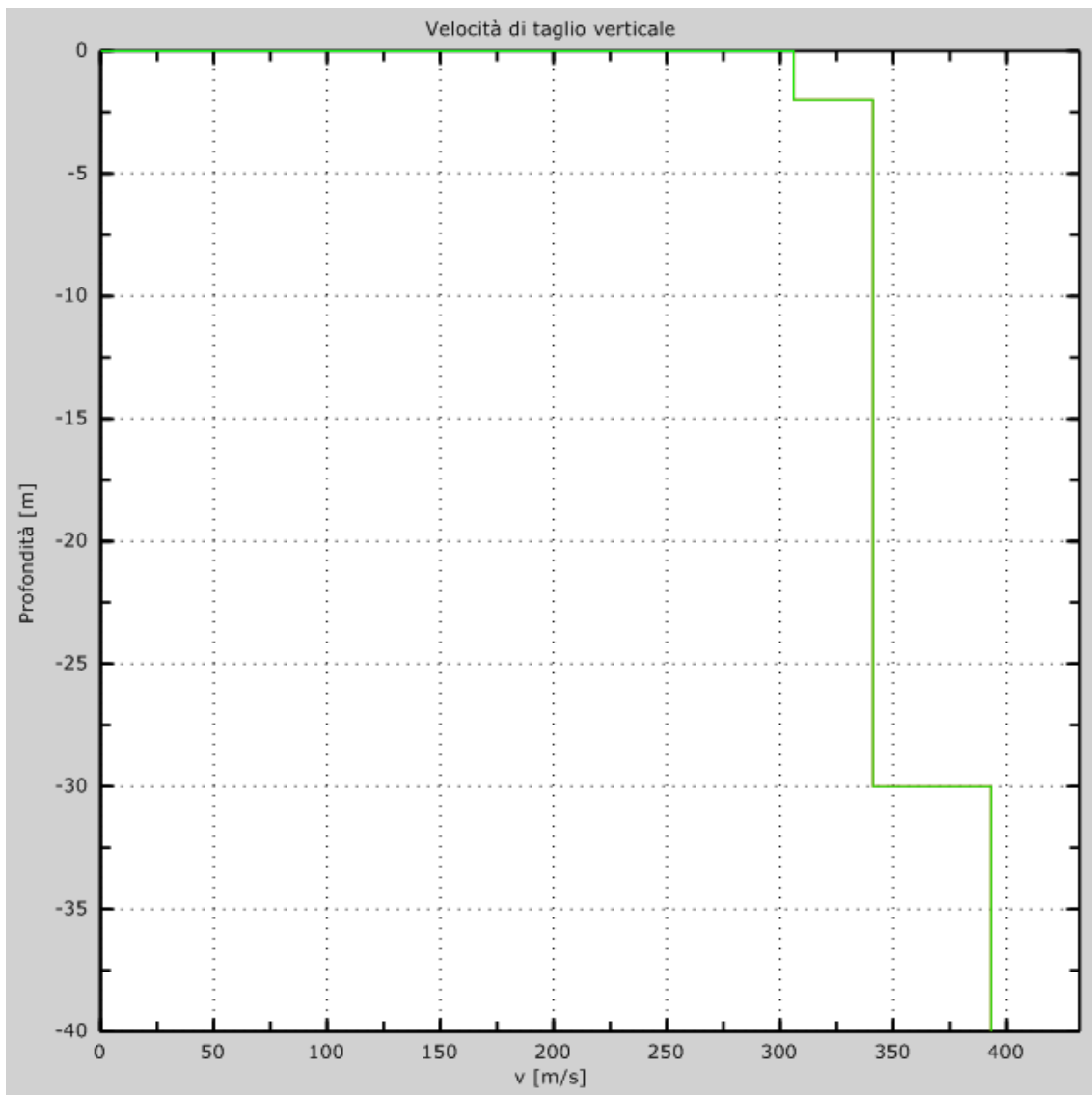


Figura 5: Velocità

## 5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	60
$V_{s,eq}$ [m/s] .....	338
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2018	
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).	
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.	
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3	
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità	
Tipo di suolo .....	C

### Appendice

#### Tipo di suolo

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



## STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Via R. Scotellaro, 23

74018 Palagianello (TA)

Tel. 0998495345



# Risultati delle analisi MASW

Comune di Castellaneta (TA) – Località: Papatonno – Sito A – Strada accesso azienda  
Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp  
denominato “Romanazzi” e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione  
Nazionale

Proponente: PIVEXO 6 S.r.l.  
Sviluppatore: GREENERGY S.r.l.

Castellaneta, 31 maggio 2024

Redatto da MASW  
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.



# 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce..... Castellaneta Papatonno Romanazzi Sito D vasca MASW\sondaggio  
Numero di ricevitori ..... 12  
Distanza tra i sensori: ..... 1 m  
Numero di campioni temporali ..... 1500  
Passo temporale di acquisizione..... 0.333 ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 12  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0 ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 4096 ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

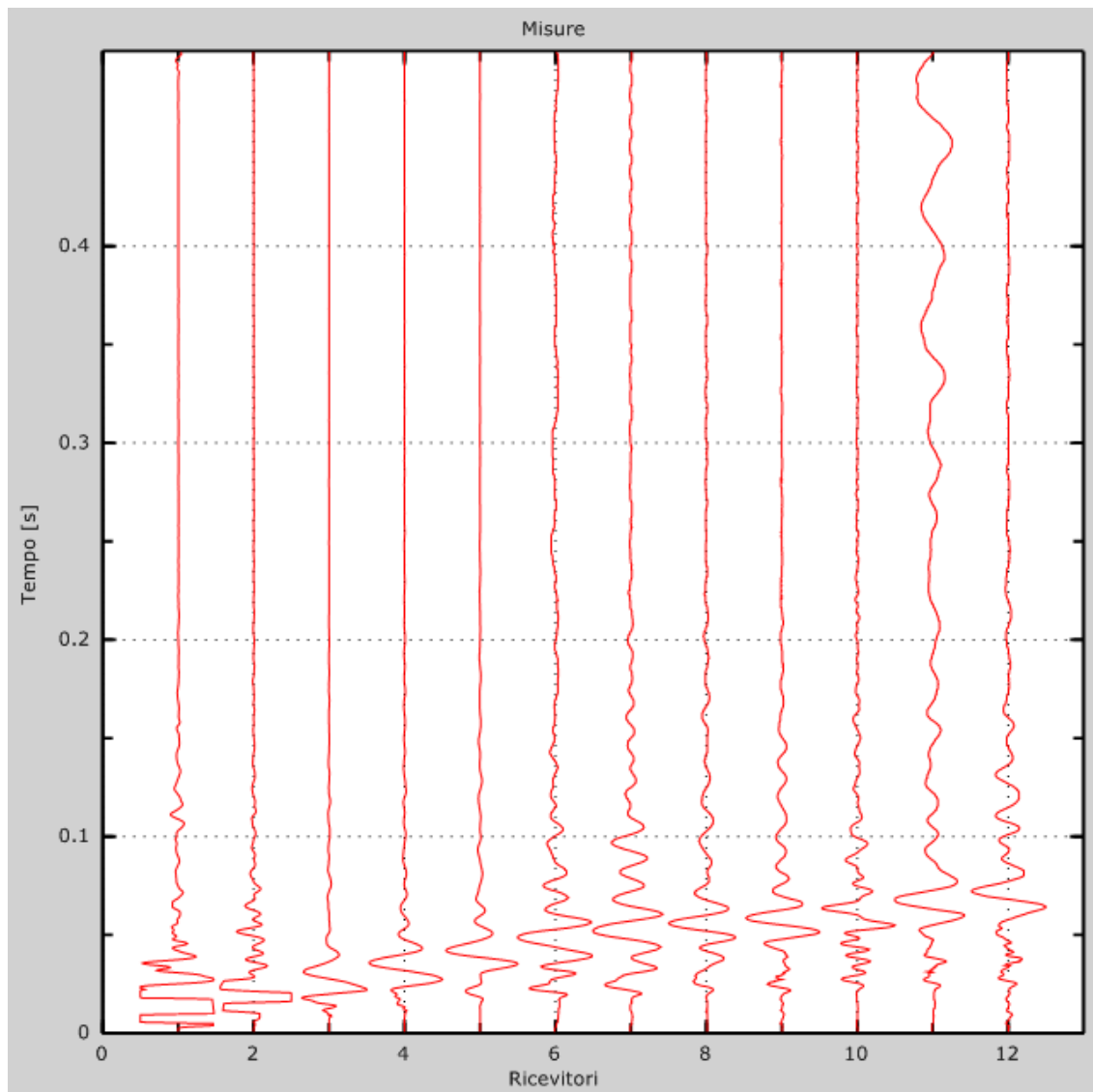


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale .....70 Hz

Frequenza iniziale .....2 Hz

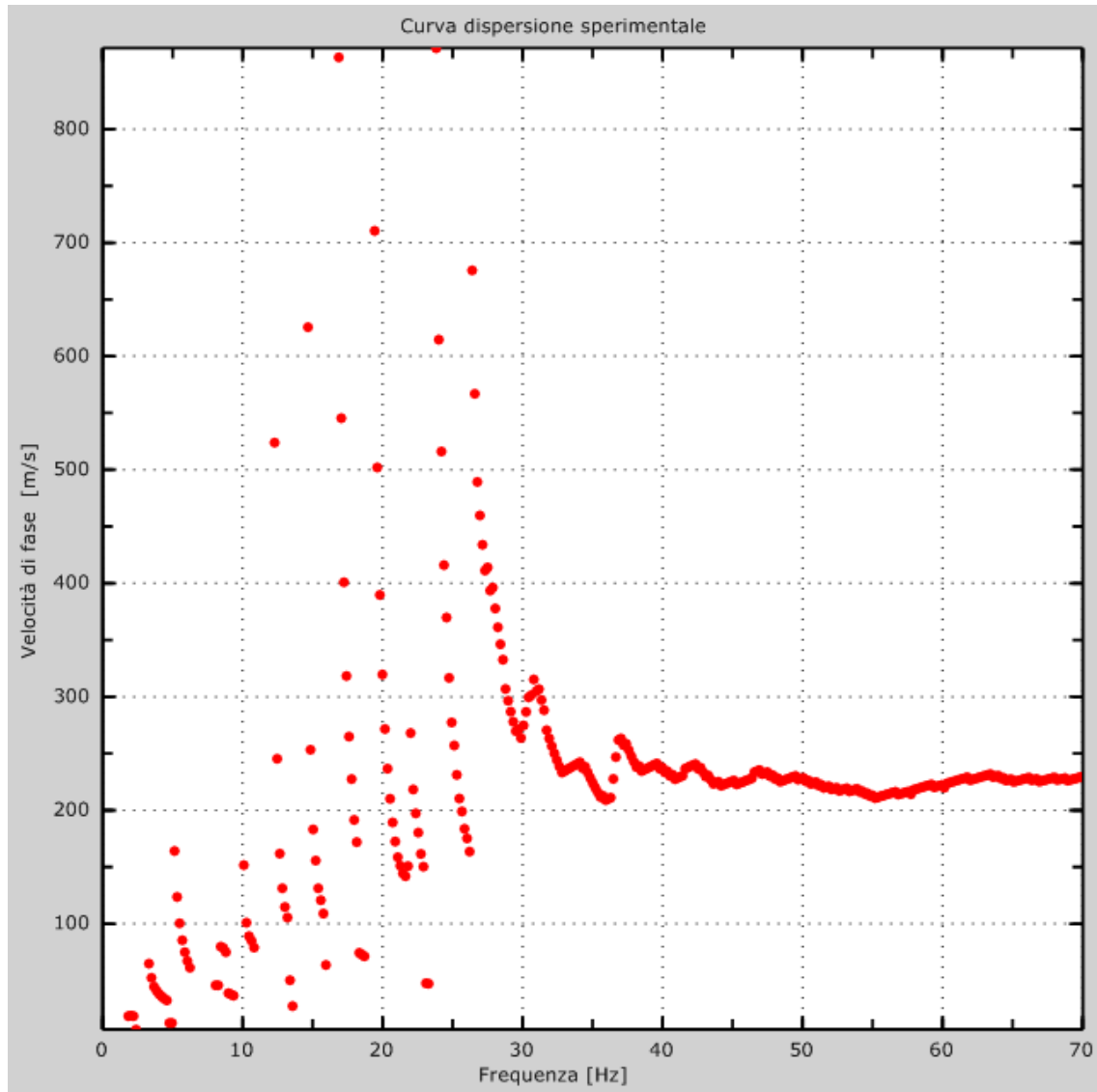


Figura 2: Curva dispersione sperimentale



### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
5.25122	137.886	124.098	151.675
15.5062	125.068	112.561	137.575
22.3429	199.493	179.544	219.442
25.7612	190.656	171.59	209.721
29.1796	285.168	256.651	313.684
32.5979	239.477	215.53	263.425
36.0162	209.549	188.594	230.504
39.4346	240.363	216.327	264.399
42.8529	234.423	210.981	257.865
46.2712	227.797	205.017	250.577
49.6896	227.152	204.437	249.868
53.1079	219.284	197.356	241.213
56.5263	215.981	194.383	237.579
59.9446	222.244	200.019	244.468
63.3629	231.727	208.555	254.9
66.7813	226.895	204.206	249.585

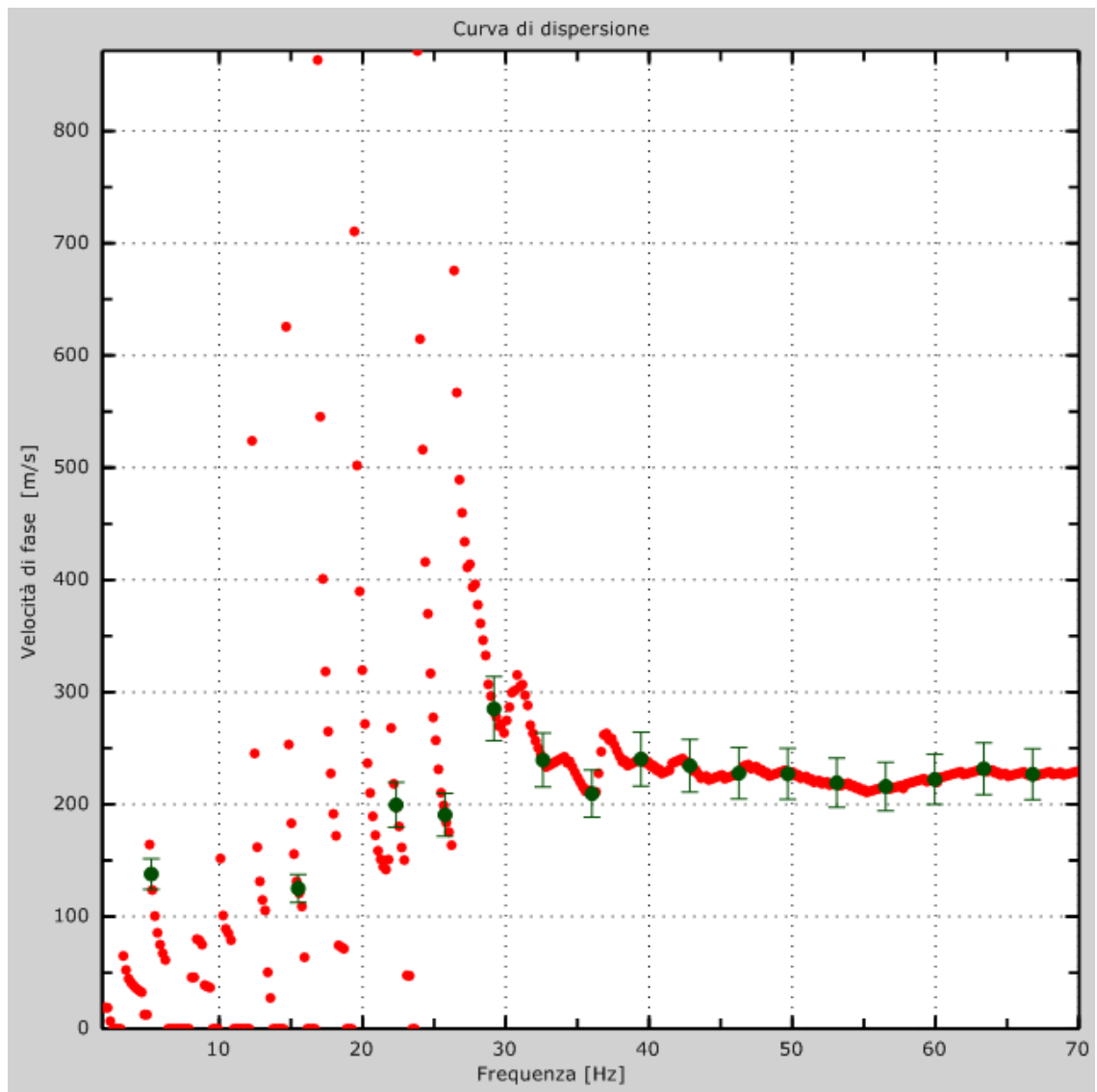


Figura 3: Curva di dispersione

## 4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) .....	3
Spaziatura ricevitori .....	1 m
Numero ricevitori .....	12
Numero modi.....	50
Numero iterazioni.....	50
Massimo errore [%].....	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	
<b>Strato 1 – Sabbie limose con scheletro ghiaioso variamente cementate</b>	
h [m] .....	8
z [m] .....	-8
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	252
Vp [m/s].....	471
Vs min [m/s].....	126
Vs max [m/s] .....	504
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	252
<b>Strato 2 - Sabbie limose e ghiaiose addensate e cementate</b>	
h [m] .....	22
z [m] .....	-30
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	222
Vp [m/s].....	415
Vs min [m/s].....	111
Vs max [m/s] .....	443
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	222
<b>Strato 3 – Basamento</b>	
h [m] .....	0
z [m] .....	-∞
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1800
Poisson .....	0.3
Vs [m/s].....	153
Vp [m/s].....	286
Vs min [m/s].....	77
Vs max [m/s] .....	306
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	153

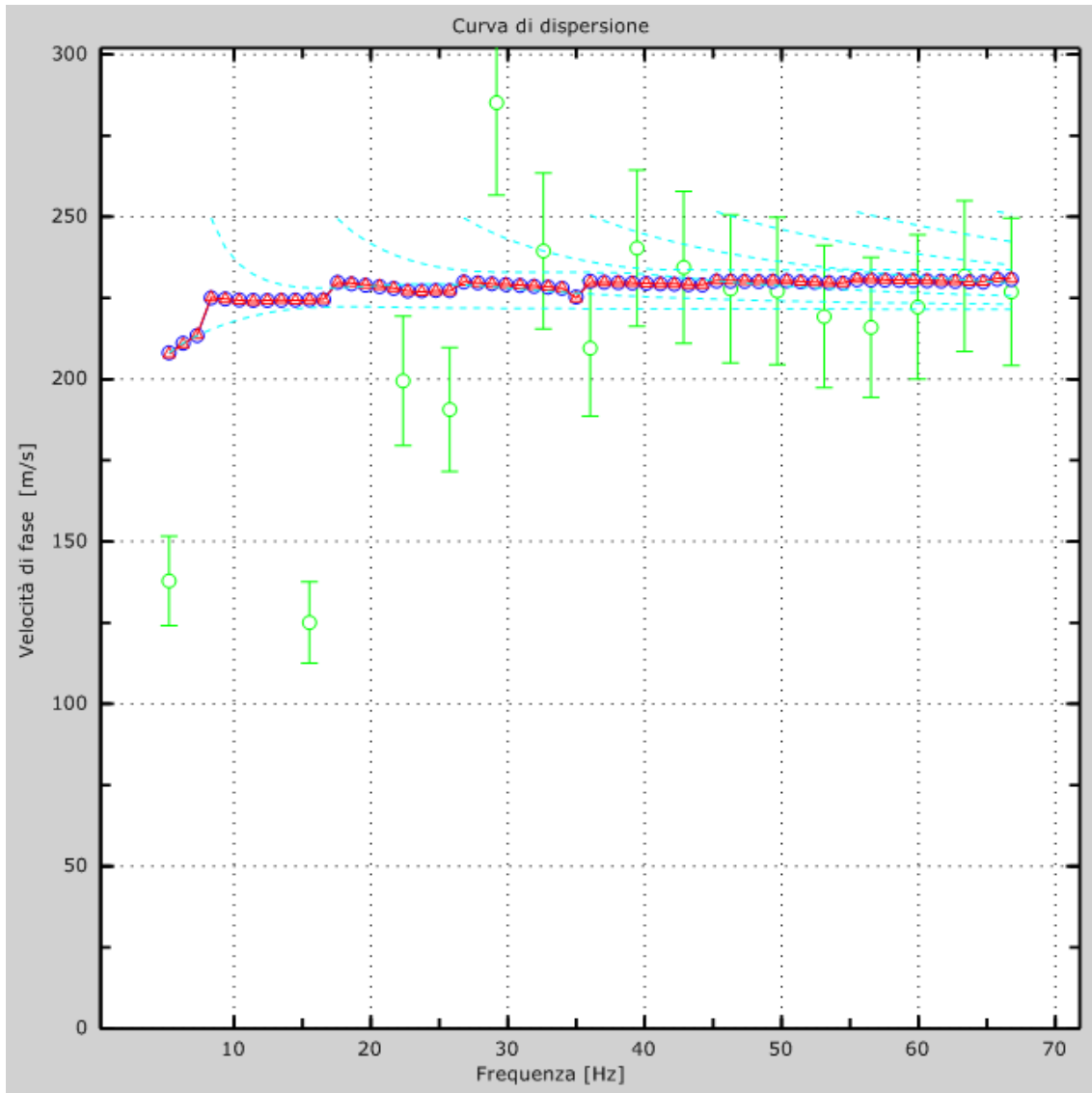


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

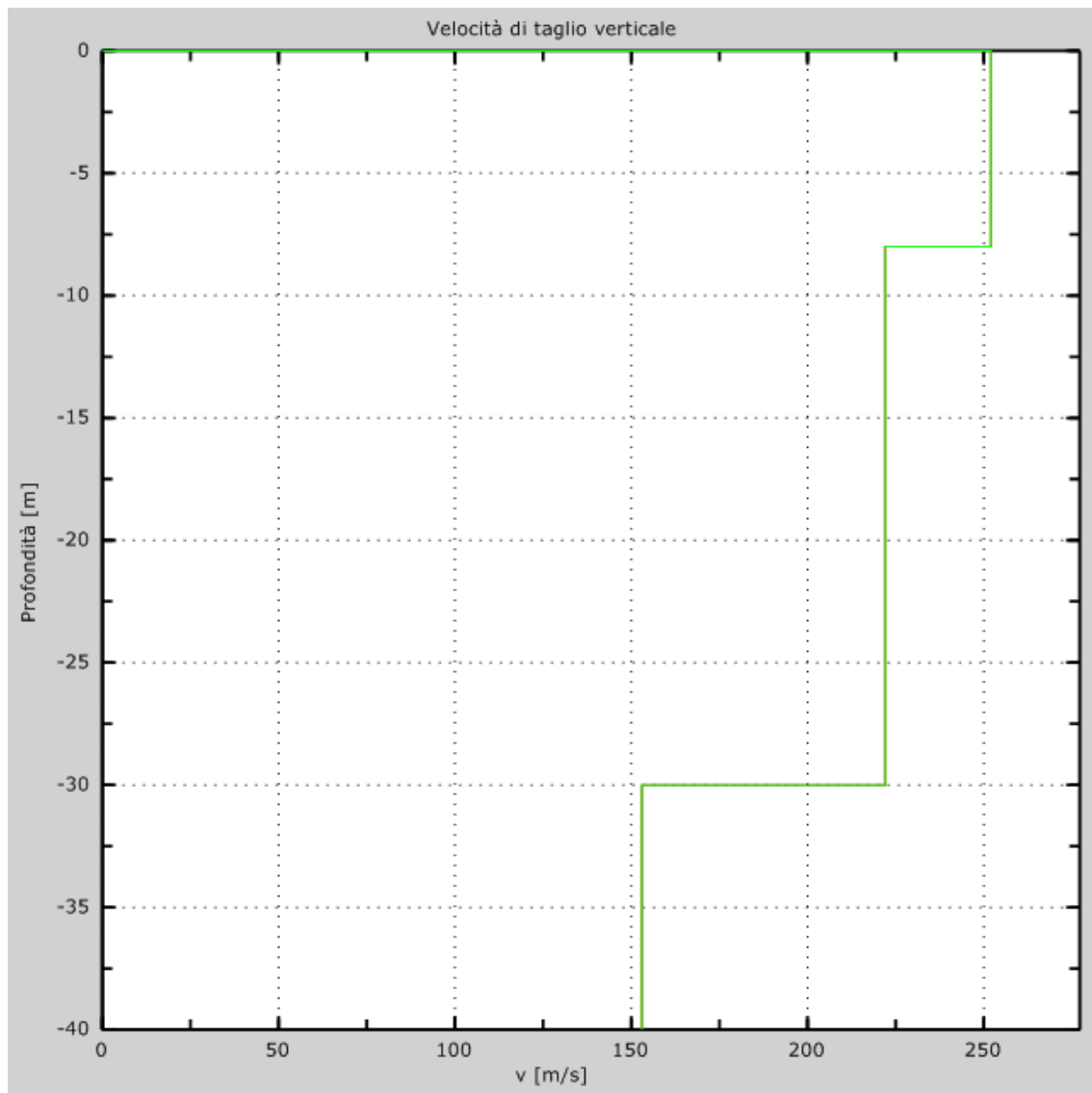


Figura 5: Velocità

## 5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	0
$V_{s,eq}$ [m/s] .....	229
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2018	
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).	
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.	
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3	
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità	
Tipo di suolo .....	C

### Appendice

#### Tipo di suolo

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

# COMUNE DI CASTELLANETA (PROVINCIA DI TARANTO)

COMMITTENTE:  
DOTT. GEOL. PASQUALE LOPRESTO

Impianto agrivoltaico PNRR della potenza  
nominale in DC di 46,65 MWp, denominato  
"Romanazzi" in località "Papatonno"

PROVA DPSH

\*\*\*\*\*

Ruffano, giugno 2024

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS







## INDICE

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA .....	3
INDAGINE GEOGNOSTICA .....	4
<i>Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH).....</i>	<i>4</i>
ALLEGATO:.....	10
RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE .....	10

## **PREMESSA**

Su incarico del Dott. Geol. Pasquale Lopresto, la Società Geoprove Srl di Ruffano, ha eseguito delle indagini geognostiche in un'area ubicata nel territorio comunale di Castellaneta (TA), per la Realizzazione di un impianto agrivoltaico PNRR della potenza nominale in DC di 46,65 MWp, denominato "Romanazzi" e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in zona agricola del Comune di Castellaneta (TA) in località "Papatonno".

Le indagini, eseguite ai sensi del D.M. 17.01.2018, ai fini della caratterizzazione geologica, geotecnica del terreno fondale sono consistite, come richiesto dalla committenza, nell'esecuzione di n.4 prove DPSH.

Al termine dei rilievi e delle indagini geognostiche è stata redatta la presente relazione che ha permesso di ricostruire il modello geologico-stratigrafico, litotecnico dell'area studiata.

Si descrive metodologia utilizzata e strumentazione; si riportano poi istogrammi penetrometrici ed elaborazione dei dati acquisiti in campo.

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'area indagata si trova in località "Papatonno", in agro di Castellaneta.



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica è stata eseguita dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del DM 17/01/2018 recante "Norme Tecniche per le costruzioni" ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono state pertanto eseguite n. 4 DPSH.

### *Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH)*

Nell'area in esame sono state eseguite 4 prove DPSH della profondità di 4.00 metri.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

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.

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)
- avanzamento (penetrazione) d

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più 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)

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

Nella presente indagine è stato utilizzato un penetrometro DPSH mod. TG 63-200 PAGANI

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati secondo le più assodate metodologie in uso, arrivando ad associare a ciascuna prova una colonna geotecnica interpretativa (vedi grafico allegato).

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru software s.a.s.* 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.

La successione litostratigrafica ricostruita con le prove è data da 0.20-0.40 m di terreno vegetale a cui seguono per tutto lo spessore investigato le sabbie concrezionate.

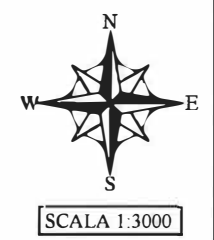
Si allegano:

- planimetrie con ubicazione delle indagini;
- documentazione fotografica;
- istogrammi penetrometrici.

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA DPSH



- Prova penetrometrica dinamica continua DPSH
- Area indagata



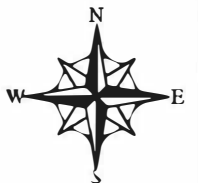






# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA DPSH

- Prova penetrometrica dinamica continua DPSH
- Area indagata

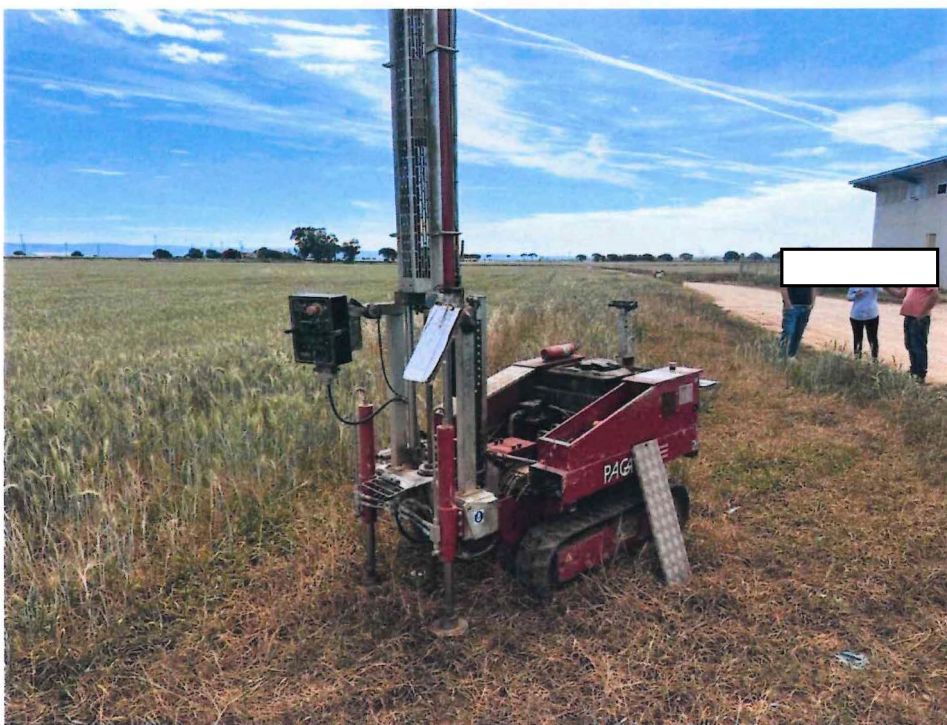


SCALA 1:3000





*Esecuzione prova penetrometrica DPSH 4*



*Esecuzione prova penetrometrica DPSH 5*



*Esecuzione prova penetrometrica DPSH 6*



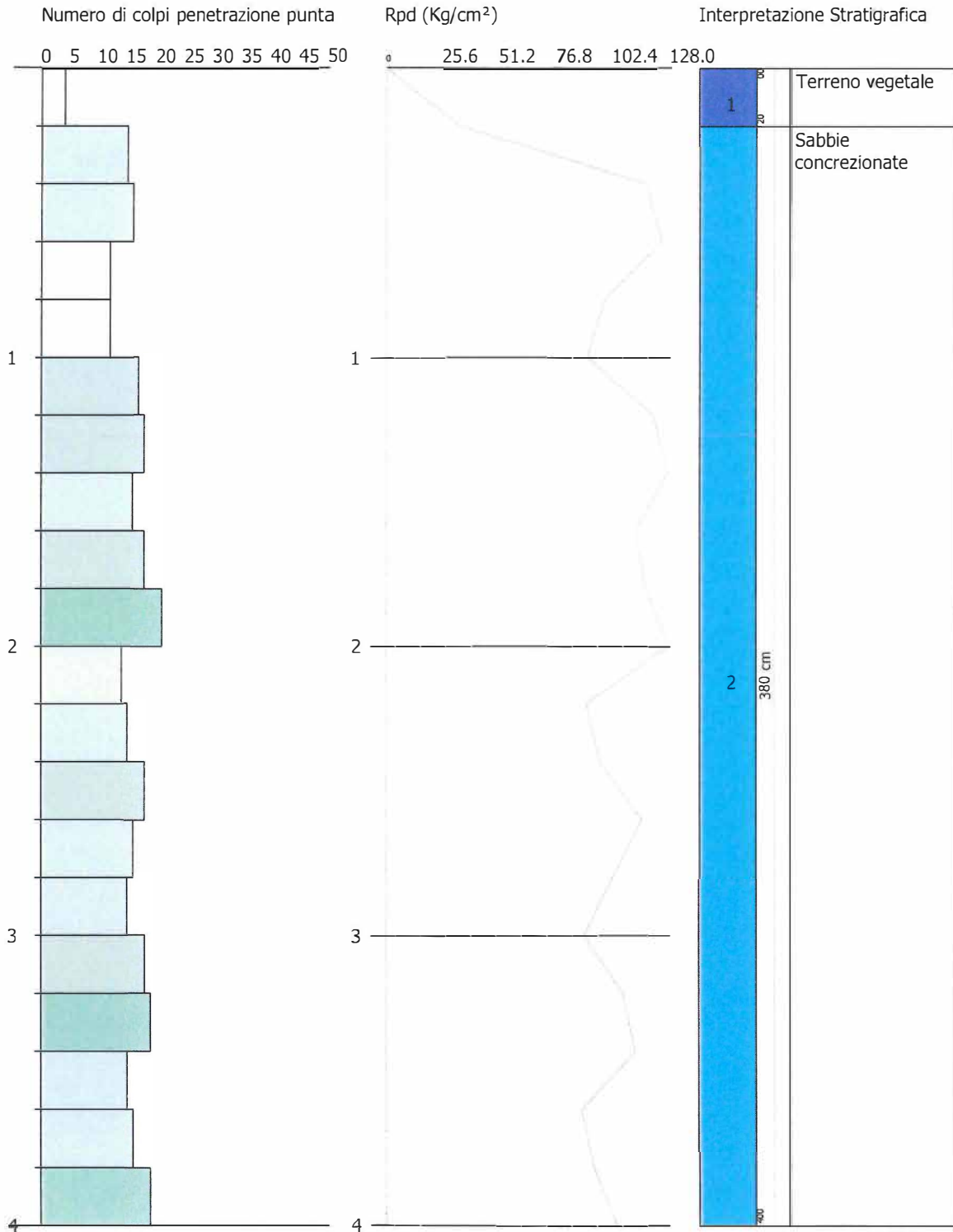
*Esecuzione prova penetrometrica DPSH 7*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°4  
 Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

02/06/2024

Scala 1:20



SIGNATURE 1

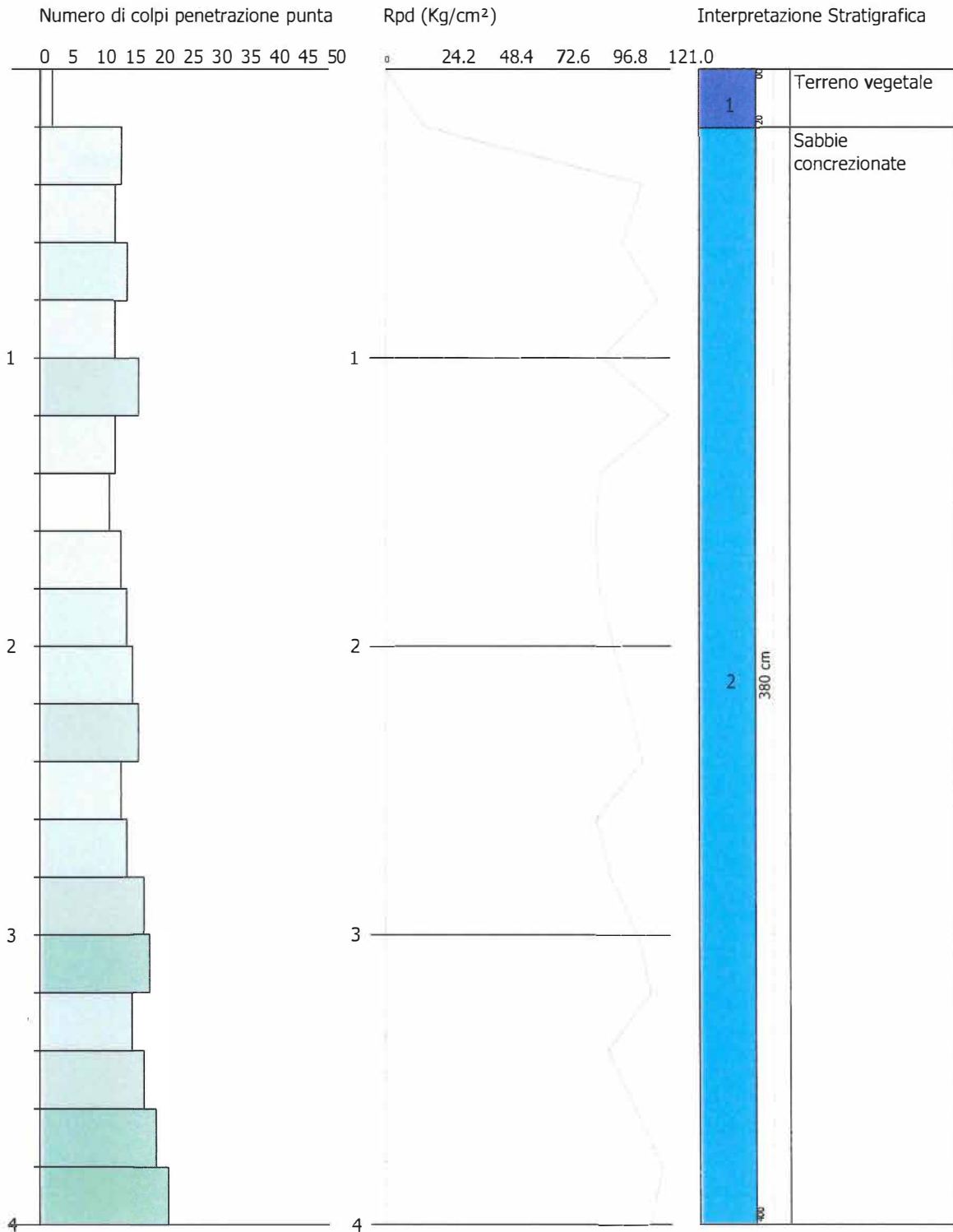
SIGNATURE 2



Committente:  
Descrizione:  
Localita':

02/06/2024

Scala 1:20



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

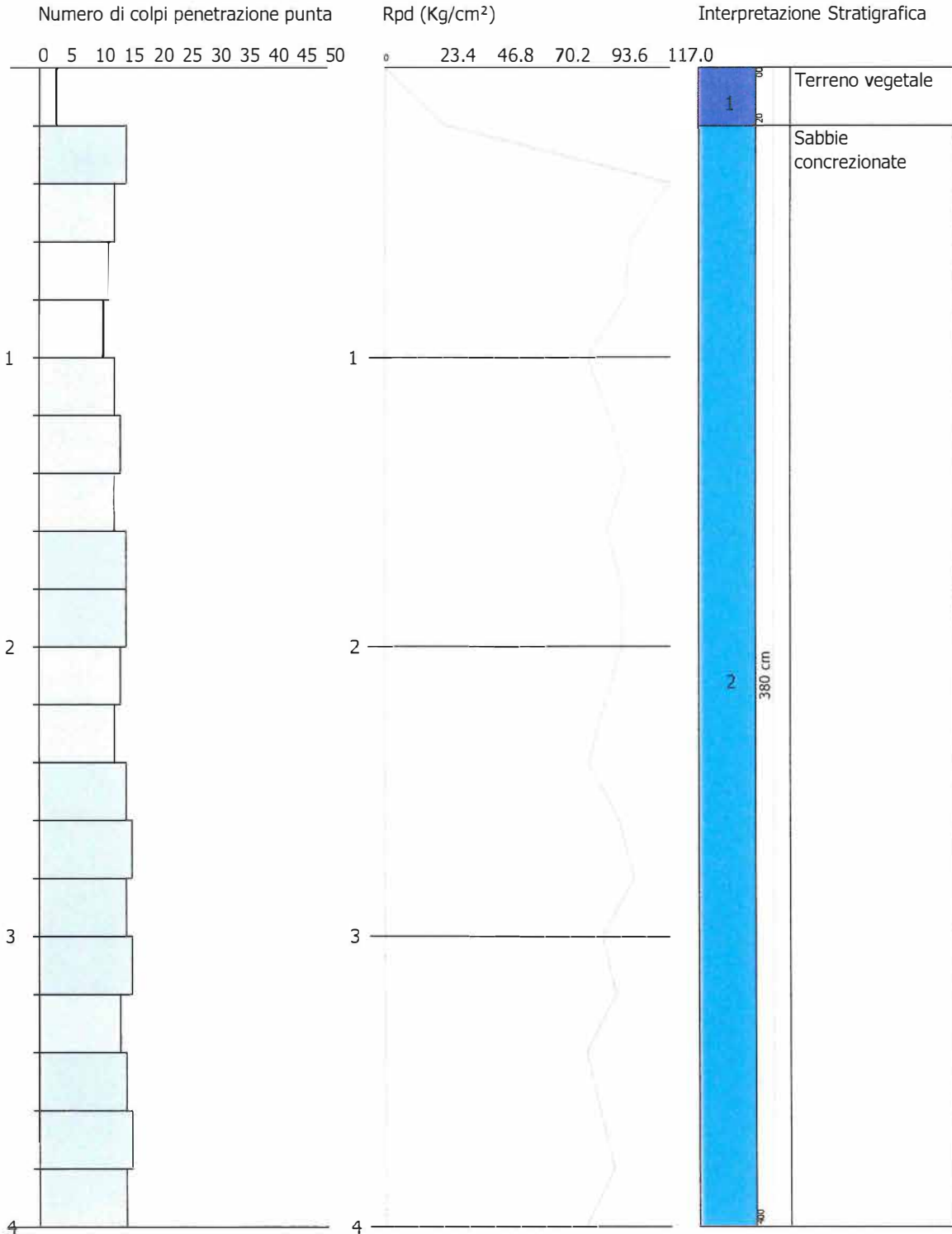




Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

02/06/2024

Scala 1:20



SIGNATURE 1

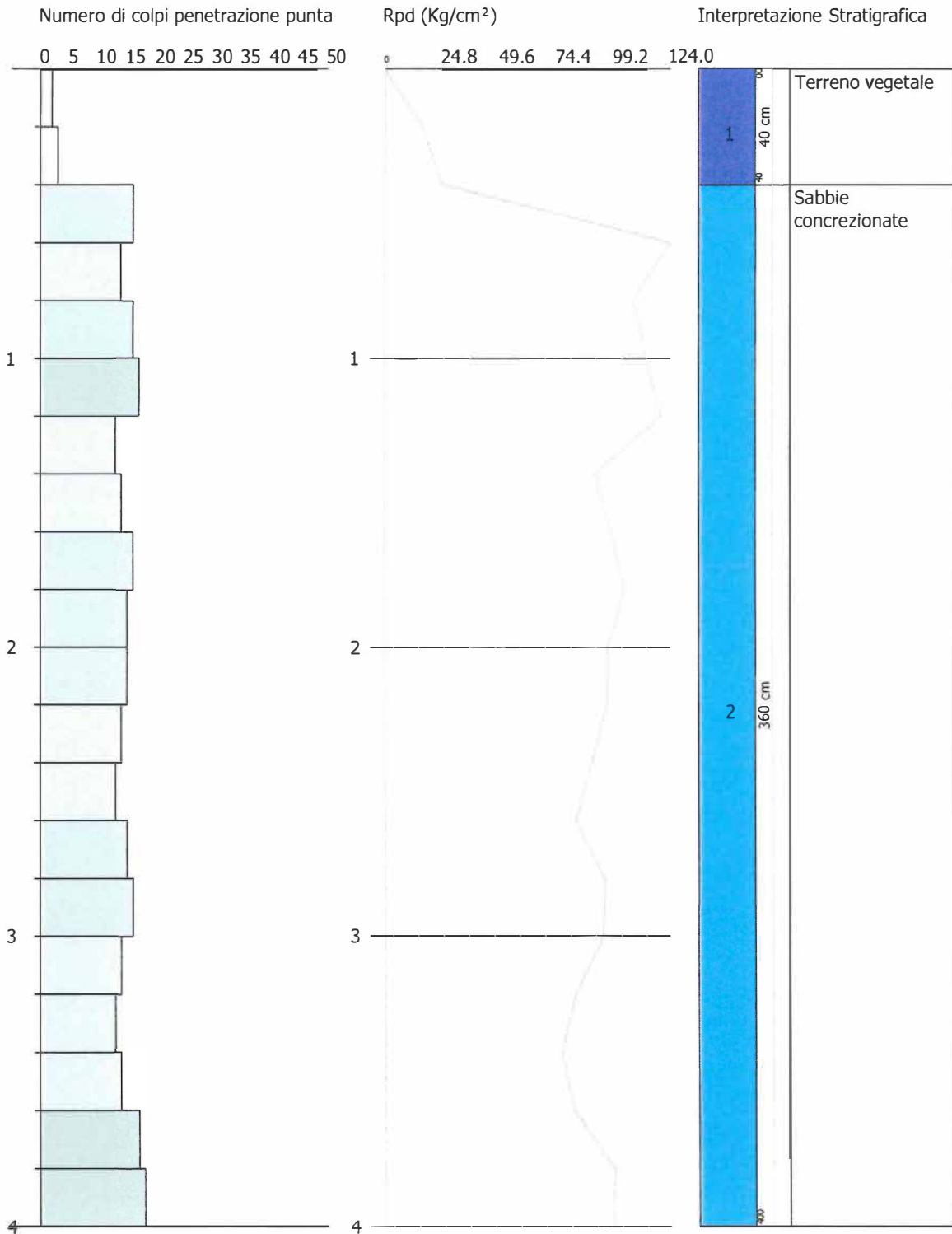
SIGNATURE 2



Committente:  
Descrizione:  
Localita':

02/06/2024

Scala 1:20



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



In calce alla relazione si allegano poi:

- tabulati con numero di colpi effettivi (N20) in funzione della profondità
- elaborazione con programma di calcolo “Dynamic Probing” della GeoStru Software s.a.s..

Ruffano, giugno 2024

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello De Donatis



**ALLEGATO:**

## **RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Localita':	
--	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**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  $\delta$ ) 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  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- 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:

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



### ***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<sub>o</sub>)***

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

### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)***

- Robertson (1983) - Q<sub>c</sub>

## **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<sub>spt</sub> < 8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C<sub>u</sub> (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<sub>u</sub>-N<sub>spt</sub>-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C<sub>u</sub> (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con N<sub>c</sub> = 20 e Q<sub>c</sub>/N<sub>spt</sub> = 2.
- Schmertmann (1975), C<sub>u</sub> (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C<sub>u</sub> (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )***

- Robertson (1983) -  $Q_c$

### ***Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )***

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

### ***Modulo Di Young ( $E_Y$ )***

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

### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977.

### ***Peso di Volume***

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

### ***Peso di volume saturo***

- Meyerhof ed altri.

Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25
--------------------------------	------	-------------	----

### penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> 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  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

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

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

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

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

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

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

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

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

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

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

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

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

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

#### ***Media***

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

#### ***Media minima***

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

#### ***Massimo***

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

#### ***Minimo***

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

#### ***Scarto quadratico medio***

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

#### ***Media deviata***

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

#### ***Media (+ s)***

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

#### ***Media (- s)***

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

### **Distribuzione normale R.C.**

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

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

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

### **Distribuzione normale R.N.C.**

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

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

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

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

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi o siltosi).  
Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

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

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

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

### ***Angolo di Attrito***

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- 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 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONAL RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### ***Densità relativa (%)***

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

### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

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

### ***Modulo Edometrico***

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

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

### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977

### ***Peso di Volume***

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

### ***Peso di volume saturo***

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

### ***Modulo di poisson***

- Classificazione A.G.I.

### ***Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)***

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

### ***Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)***

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



**PROVA ... Nr.4    Lotto 3    Punto 2**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data    02/06/2024

Profondita' prova                    4.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	4	0.855	33.22	38.87	1.66	1.94
0.40	15	0.801	116.73	145.77	5.84	7.29
0.60	16	0.797	123.92	155.49	6.20	7.77
0.80	12	0.843	98.34	116.61	4.92	5.83
1.00	12	0.840	90.59	107.88	4.53	5.39
1.20	17	0.786	120.16	152.83	6.01	7.64
1.40	18	0.783	126.68	161.82	6.33	8.09
1.60	16	0.780	112.13	143.84	5.61	7.19
1.80	18	0.776	125.62	161.82	6.28	8.09
2.00	21	0.723	127.01	175.63	6.35	8.78
2.20	14	0.770	90.17	117.09	4.51	5.85
2.40	15	0.767	96.24	125.45	4.81	6.27
2.60	18	0.764	115.05	150.54	5.75	7.53
2.80	16	0.761	101.89	133.81	5.09	6.69
3.00	15	0.759	88.98	117.28	4.45	5.86
3.20	18	0.756	106.39	140.73	5.32	7.04
3.40	19	0.753	111.92	148.55	5.60	7.43
3.60	15	0.751	88.06	117.28	4.40	5.86
3.80	16	0.748	93.62	125.10	4.68	6.25
4.00	19	0.746	104.04	139.47	5.20	6.97

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	4	38.87	Incoerente	0	1.58	1.89	0.02	1.5	6.02	Terreno vegetale
4	16.32	138.79	Incoerente	0	2.07	2.01	0.42	1.5	24.55	Sabbie concrezionate

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Meyerhof 1957	60.9
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Meyerhof 1957	98.1

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	24.5
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	34.19

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Bowles (1982) Sabbia Media	197.75

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39.83
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	77.89

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazion e AGI
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Classificazion e A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Classificazion e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Terzaghi-Peck 1948	1.64

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Terzaghi-Peck 1948	2.02

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Ohsaki (Sabbie pulite)	351.35
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Ohsaki (Sabbie pulite)	1316.93

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Ohta & Goto (1978) Limi	59.84
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Ohta & Goto (1978) Limi	137.34

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Navfac 1971-1982	4.80

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	6.02	0.00-0.20	6.02	Robertson 1983	12.04
Strato (2) Sabbie concrezionate	24.55	0.20-4.00	24.55	Robertson 1983	49.10

**PROVA ... Nr.5      Lotto 3      Punto 2**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data    02/06/2024

Profondita' prova                      4.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	14	0.801	108.94	136.05	5.45	6.80
0.60	13	0.797	100.69	126.33	5.03	6.32
0.80	15	0.793	115.64	145.77	5.78	7.29
1.00	13	0.790	92.30	116.87	4.61	5.84
1.20	17	0.786	120.16	152.83	6.01	7.64
1.40	13	0.783	91.49	116.87	4.57	5.84
1.60	12	0.830	89.49	107.88	4.47	5.39
1.80	14	0.776	97.71	125.86	4.89	6.29
2.00	15	0.773	97.00	125.45	4.85	6.27
2.20	16	0.770	103.05	133.81	5.15	6.69
2.40	17	0.767	109.07	142.18	5.45	7.11
2.60	14	0.764	89.48	117.09	4.47	5.85
2.80	15	0.761	95.52	125.45	4.78	6.27
3.00	18	0.759	106.77	140.73	5.34	7.04
3.20	19	0.756	112.30	148.55	5.62	7.43
3.40	16	0.753	94.25	125.10	4.71	6.25
3.60	18	0.751	105.67	140.73	5.28	7.04
3.80	20	0.748	117.03	156.37	5.85	7.82
4.00	22	0.696	112.40	161.49	5.62	8.07

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	2	19.44	Incoerente	0	1.45	1.87	0.01	1.5	3.01	Terreno vegetale
4	15.84	133.97	Incoerente	0	2.06	2.0	0.42	1.5	23.82	Sabbie concrezionate

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Meyerhof 1957	43.1
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Meyerhof 1957	96.83

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	21.72
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	33.9

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Bowles (1982) Sabbia Media	194.10

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33.65
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	76.39

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazion e AGI
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Classificazion e A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Classificazion e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Terzaghi-Peck 1948	1.39
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Terzaghi-Peck 1948	1.64



Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Terzaghi-Peck 1948	1.86
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Terzaghi-Peck 1948	2.02

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	183.13
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Ohsaki (Sabbie pulite)	1280.08

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Ohta & Goto (1978) Limi	53.08
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Ohta & Goto (1978) Limi	136.62

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Navfac 1971-1982	4.69

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.20	3.01	Robertson 1983	6.02
Strato (2) Sabbie concrezionate	23.82	0.20-4.00	23.82	Robertson 1983	47.64

**PROVA ... Nr.6****Lotto 3****Prova 4**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 02/06/2024

Profondita' prova 4.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	24.92	29.15	1.25	1.46
0.40	15	0.801	116.73	145.77	5.84	7.29
0.60	13	0.797	100.69	126.33	5.03	6.32
0.80	12	0.843	98.34	116.61	4.92	5.83
1.00	11	0.840	83.04	98.89	4.15	4.94
1.20	13	0.786	91.89	116.87	4.59	5.84
1.40	14	0.783	98.53	125.86	4.93	6.29
1.60	13	0.780	91.10	116.87	4.56	5.84
1.80	15	0.776	104.69	134.85	5.23	6.74
2.00	15	0.773	97.00	125.45	4.85	6.27
2.20	14	0.770	90.17	117.09	4.51	5.85
2.40	13	0.767	83.41	108.72	4.17	5.44
2.60	15	0.764	95.87	125.45	4.79	6.27
2.80	16	0.761	101.89	133.81	5.09	6.69
3.00	15	0.759	88.98	117.28	4.45	5.86
3.20	16	0.756	94.57	125.10	4.73	6.25
3.40	14	0.753	82.47	109.46	4.12	5.47
3.60	15	0.751	88.06	117.28	4.40	5.86
3.80	16	0.748	93.62	125.10	4.68	6.25
4.00	15	0.746	82.14	110.10	4.11	5.51

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	3	29.15	Incoerente	0	1.52	1.88	0.02	1.5	4.51	Terreno vegetale
4	14.21	120.89	Incoerente	0	2.02	1.99	0.41	1.5	21.37	Sabbie concrezionate

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Meyerhof 1957	52.73
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Meyerhof 1957	91.97

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	23.22
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32.9

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Bowles (1982) Sabbia Media	181.85

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36.73
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	71.36

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Classificazione e A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Terzaghi-Peck 1948	1.61

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Terzaghi-Peck 1948	2.00

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	267.82
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Ohsaki (Sabbie pulite)	1155.92

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Ohta & Goto (1978) Limi	56.92
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Ohta & Goto (1978) Limi	134.08

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Navfac 1971-1982	4.29

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	4.51	0.00-0.20	4.51	Robertson 1983	9.02
Strato (2) Sabbie concrezionate	21.37	0.20-4.00	21.37	Robertson 1983	42.74

**PROVA ... Nr.7****Lotto 3****Punto 1**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 02/06/2024

Profondita' prova 4.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	16	0.797	123.92	155.49	6.20	7.77
0.80	14	0.793	107.93	136.05	5.40	6.80
1.00	16	0.790	113.60	143.84	5.68	7.19
1.20	17	0.786	120.16	152.83	6.01	7.64
1.40	13	0.783	91.49	116.87	4.57	5.84
1.60	14	0.780	98.11	125.86	4.91	6.29
1.80	16	0.776	111.67	143.84	5.58	7.19
2.00	15	0.773	97.00	125.45	4.85	6.27
2.20	15	0.770	96.61	125.45	4.83	6.27
2.40	14	0.767	89.82	117.09	4.49	5.85
2.60	13	0.764	83.09	108.72	4.15	5.44
2.80	15	0.761	95.52	125.45	4.78	6.27
3.00	16	0.759	94.91	125.10	4.75	6.25
3.20	14	0.756	82.75	109.46	4.14	5.47
3.40	13	0.753	76.58	101.64	3.83	5.08
3.60	14	0.751	82.19	109.46	4.11	5.47
3.80	17	0.748	99.47	132.91	4.97	6.65
4.00	18	0.746	98.57	132.12	4.93	6.61



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	24.29	Incoerente	0	1.48	1.88	0.03	1.5	3.76	Terreno vegetale
4	15	127.09	Incoerente	0	2.04	2.0	0.43	1.5	22.56	Sabbie concrezionate

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

#### TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Meyerhof 1957	47.67
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Meyerhof 1957	93.98

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	22.51
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	33.4

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Bowles (1982) Sabbia Media	187.80

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35.19
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	73.80

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Classificazione e A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Terzaghi-Peck 1948	1.40
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Terzaghi-Peck 1948	1.62

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Terzaghi-Peck 1948	2.01

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	225.73
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Ohsaki (Sabbie pulite)	1216.33

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Ohta & Goto (1978) Limi	63.06
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Ohta & Goto (1978) Limi	136.56

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Navfac 1971-1982	0.69
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Navfac 1971-1982	4.48

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.76	0.00-0.40	3.76	Robertson 1983	7.52
Strato (2) Sabbie concrezionate	22.56	0.40-4.00	22.56	Robertson 1983	45.12