



REGIONE
SICILIANA



LIBERO CONSORZIO
COMUNALE DI PALERMO



COMUNE DI
CORLEONE



COMUNE DI
CONTESSA ENTELLINA



COMUNE DI
MONREALE

COMMITTENTE:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM)
P.IVA/C.F. 06400370968
pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO CORLEONE-CONTESSA

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

PELE-P-R-0501_01

ID PROGETTO:

PELE

DISCIPLINA:

P

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA

FOGLIO:

1/1

SCALA:

FILE:

PELE-P-R-0501_01.dwg

Progetto:



REWIND ENERGY S.R.L.S.
viale Europa, 249 - 91011 ALCAMO (TP)
P.IVA/C.F. 02785820818
pec: rewindenergy@pec.it

Studi ambientali:



VAMIRGEOIND
via Tevere, 9 - 90144 PALERMO (PA)
P.IVA/C.F. 05030350820
mail: vamirsas@yahoo.it

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	19.02.2024	SECONDA EMISSIONE	BELLOMO	VAMIRGEOIND	REWIND ENERGY
00	17.04.2023	PRIMA EMISSIONE	BELLOMO	VAMIRGEOIND	REWIND ENERGY

INDICE

1. PREMESSE	1
2. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE	7
3. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	13
4. INDAGINI ESEGUITE	28
4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE	29
4.2 PROVE DI LABORATORIO	31
4.3 INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)	34
5. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO	66
6. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	69
7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO	77
8. CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA	81
9. CONCLUSIONI	83

REGIONE SICILIA

**COMUNI DI CORLEONE, CONTESSA ENTELLINA E MONREALE
(PA)**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
DENOMINATO LEO**

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA’
GEOMORFOLOGICA *AGGIORNATA IN RISPOSTA ALLA NOTA
DEL MASE PROT. 0001260 DEL 31.01.2024***

1. PREMESSE

Con la nota indicata in epigrafe il MASE ha richiesto alcune integrazioni alla documentazione presentata.

Per una più facile e rapida lettura tutte le modifiche/integrazioni al testo originario sono evidenziate in rosso.

In particolare la richiesta relativa al punto 5 “**Geologia e ambiente idrico**” è relativa a:

5.1 Per la componente geologica si chiede di fornire una relazione ad hoc in cui sia effettuata un’analisi di compatibilità dell’intervento rispetto a tutti i dati disponibili, ivi compresa la banca dati del Progetto IFFI, etc.. Inoltre, si chiede di redigere, per tutte le opere in progetto, la Carta geomorfologica e la Carta Idrogeologica, in idonea scala di rappresentazione (almeno 1:10000).

Su incarico di RWE Renewables Italia S.r.l. è stato eseguito il presente studio geologico-tecnico per il progetto definitivo indicato in epigrafe che, in ossequio a quanto descritto nelle normative vigenti in materia (D.M. 17/01/2018) ed in particolare il cap. 6 comma 12 e 12.1 che così testualmente recitano:

6.12. FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE

Le presenti norme definiscono i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti e interventi che interessano ampie superfici, quali:

- a) nuovi insediamenti urbani civili o industriali;*
- b) ristrutturazione di insediamenti esistenti, reti idriche e fognarie urbane e reti di sottoservizi di qualsiasi tipo;*
- c) strade, ferrovie ed idrovie;*
- d) opere marittime e difese costiere;*
- e) aeroporti;*
- f) bacini idrici artificiali e sistemi di derivazione da corsi d'acqua;*
- g) sistemi di impianti per l'estrazione di liquidi o gas dal sottosuolo;*
- h) bonifiche e sistemazione del territorio;*
- i) attività estrattive di materiali da costruzione.*

6.12.1. INDAGINI SPECIFICHE Gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti, al fine di accertare che la destinazione d'uso sia compatibile con il territorio in esame. In particolare, le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona di interesse in termini vulnerabilità ambientale, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) e devono consentire di individuare gli eventuali limiti imposti al progetto di insiemi di manufatti e interventi (ad esempio: modifiche del regime delle

acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo).

Lo studio ha, quindi, previsto l'esecuzione di tutti i rilievi, le indagini e le prove tecniche necessarie per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- definire l'assetto idrogeologico con riguardo alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare tutte le problematiche geologico-tecniche che possono interferire con le opere in progetto;
- indicare, in linea di prima approssimazione, eventuali opere di consolidamento o presidio per garantire la realizzazione ottimale delle opere in progetto;
- determinare, in linea di prima approssimazione, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni con maggiore interesse a quelle che più da vicino riguardano gli aspetti progettuali;
- verificare l'eventuale presenza di problematiche legate a fenomeni di liquefazione;
- indicare un programma di indagini geognostiche e geotecniche da eseguire nelle successive fasi di progettazione esecutiva.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

a) Studio geologico dell'area interessata comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l'indicazione di tutti i lineamenti tettonici.

b) Studio geomorfologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.

c) Studio idrogeologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla loro interferenza con le problematiche geotecniche ed all'individuazione delle aree soggette ad esondazione.

d) Studio delle pericolosità geologiche dell'area interessata comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da “pericolosità geologiche” quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, rappresentando, cioè, un'attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.

e) Studio della pericolosità sismica locale atto ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

Da quanto detto prima si evince che in una prima fase il nostro lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando la nostra attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti, sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulla presenza e profondità di eventuali falde freatiche.

Per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico e per la definizione delle problematiche sismiche delle aree in studio, in questa prima fase di lavoro, sono stati realizzati/installati.

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “S3” di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell’aerogeneratore COR03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “S10” di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell’aerogeneratore COR10;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell’aerogeneratore COR03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell’aerogeneratore COR10;
- ⇒ n. 13 sondaggi di sismica passiva (tomografia) per definire le velocità delle onde sismiche Vs nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR02, COR03, COR04, COR05, COR06, COR07, COR08, COR09, COR10, COR11, COR12 e della sottostazione.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state, inoltre, eseguite prove in laboratorio su n. 6 campioni indisturbati.

I risultati sono visibili negli allegati riportati nei capitoli successivi.

Il presente progetto prevede la realizzazione di:

- a. **Parco eolico** costituito da n. 1 aerogeneratori;
- b. **Cavidotto** di collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica;
- c. **Sottostazione elettrica**.

Con i dati in nostro possesso, abbiamo redatto la presente relazione geologico-tecnica corredata dai seguenti elaborati:

- ✓ n. 3 carte geologiche con l’ubicazione delle indagini geognostiche eseguite in scala 1/10.000 (fuori testo);

- ✓ n. 3 carte geomorfologiche in scala 1/10.000 (fuori testo) dove sono riportate le aree interessate da fenomeni geodinamici rilevati per il presente studio e quelle indicate dal CARG, dall’Inventario dei fenomeni franosi in Italia IFFI e dal P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana);
- ✓ n. 3 carte idrogeologiche in scala 1/10.000 (fuori testo);
- ✓ n. 12 carte, fuori testo, relative al piano di assetto idrogeologico (P.A.I.) ed al Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.);
- ✓ n. 1 carta relativa alla rete idrografica in scala 1/20.000;
- ✓ le colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici S3 (COR03) ed S10 (COR10) con relativa documentazione fotografica;
- ✓ elaborati delle prove geotecniche eseguite;
- ✓ elaborati relativi ai sondaggi di sismica passiva a stazione singola (tromografia) denominati T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 e TSOTT con la relativa documentazione fotografica.

I risultati e le ipotesi geologiche formulate in questa sede sono da confermare con l’esecuzione delle indagini indicate nell’apposito capitolo, nella successiva fase di progettazione esecutiva.

Si ritiene, infatti, che in fase di progetto esecutivo e di calcolo delle strutture di fondazione si renderà necessario integrare le indagini con la realizzazione di un sondaggio e relative prove geotecniche in situ ed in laboratorio in corrispondenza di ciascun aerogeneratore e della sottostazione nell’esatta posizione in cui, a valle dell’iter autorizzativo, saranno effettivamente realizzati ed alcuni pozzetti esplorativi in corrispondenza dei tracciati dei cavidotti.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 1 AEROGENERATORE COR03

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
↓ ↓ ↓ ↓ ↓		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Complesso argilloso pliocenico - Frazione alterata (spessore pari a 7.00 m) $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 34 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.
		Complesso argilloso pliocenico - Frazione inalterata (spessore da 7.00 m a 30.00 m) $\varphi' = 34^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 2 AEROGENERATORE COR01 - COR02 - COR04 - COR05

Stratigrafia	Profondità	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Complesso sabbioso pliocenico (spessore variabile tra 7.00 - 10.00 m) $\varphi' = 25^\circ$, $c' = 10 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 191,0 \text{ kN/m}^3$.
		Complesso argilloso pliocenico $\varphi' = 34^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 3 AEROGENERATORE COR07

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Complesso sabbioso pliocenico (spessore variabile tra 15.00 - 20.00 m) $\varphi' = 25^\circ$, $c' = 10 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 191,0 \text{ kN/m}^3$.
		Formazione Terravecchia - Frazione Marnoso-argillosa $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 4 AEROGENERATORE COR06

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Complesso sabbioso pliocenico (spessore variabile tra 8.00 - 10.00 m) $\varphi' = 25^\circ$, $c' = 10 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 191,0 \text{ kN/m}^3$.
		Formazione Cattolica - Gessi $\varphi' = 40^\circ$, $c' = 22 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 5 AEROGENERATORE COR10

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Trubi - Frazione argillificata (spessore variabile tra 20.00 - 25.00 m) $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 23 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$.
		Formazione Cattolica - Gessi $\varphi' = 40^\circ$, $c' = 22 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 6 AEROGENERATORE COR09

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Formazione Pasquasia - Calcari (spessore 30.00 m) $\phi' = 35^\circ$, $C' = 20,0 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 7 AEROGENERATORI COR08 - COR11 - COR12

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Argille alterate - Fm. Terravecchia (spessore variabile tra 5.00 - 7.00 m) $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 25 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.
		Argille inalterate - Fm. Terravecchia $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO 8 SOTTOSTAZIONE

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione
		Terreno vegetale (spessore variabile da 0.50 a 2.00 m)
		Argille alterate - Fm. Tavernola (spessore variabile tra 5.00 - 7.00 m) $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 25 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.
		Argille inalterate - Fm. Tavernola $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.

2. **CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE**

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed, infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente nell'area strettamente interessata dallo studio.

L'insieme dei terreni presenti, delle relative aree di affioramento e dei rapporti stratigrafici e strutturali è riportato nella carta geologica allegata alla presente relazione.

I tipi litologici affioranti in corrispondenza delle opere in progetto sono riferibili ad un ampio periodo di tempo che va dal Pleistocene medio-superiore all'**Aquitano sup. – Langhiano** e che distinguiamo dal più recente al più antico:

- **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (Pleistocene medio - superiore):** si tratta prevalentemente di rocce sciolte costituite da conglomerati, ghiaie e sabbie ricoperti da una coltre limoso-argillosa con inclusi sporadici blocchi, con giacitura sub-orizzontale. Le sabbie presentano granulometria variabile da fine a grossolana. Le ghiaie ed i conglomerati sono caratterizzate da sporadici clasti calcarei arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche. Interessano un breve tratto di cavidotto tra la COR12 e la strada Petrulla.
- **COMPLESSO ARGILLOSO PLIOCENICO (Pliocene superiore):** sono rocce di deposizione marina riferibili ad ambienti profondi. Si tratta di limi e limi argillosi di colore nocciola, da scarsamente a mediamente consistente e plastica quando alterata, mentre la frazione inalterata è costituita da argille limose di colore grigio da media-

mente consistenti a consistenti, a tratti plastiche, a struttura omogenea. Detta frazione interessa l'aerogeneratore COR03 e parte del cavidotto interno al parco.

➤ **COMPLESSO SABBIOSO PLIOCENICO (Pliocene superiore):**

Si tratta di sabbie e sabbie limose di colore ocra, da scarsamente a mediamente addensate e poggiano sulla frazione argillosa pliocenica in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR02, COR04 e COR05 o sulla frazione argillosa della Fm. Terravecchia in corrispondenza dell'aerogeneratore COR07 o, infine, sui gessi in corrispondenza dell'aerogeneratore COR06. Detto complesso interessa anche una parte del cavidotto interno al parco.

➤ **TRUBI (Pliocene inf.):** In generale sono rocce costituite prevalentemente da granuli carbonatici e minerali argillosi privi di componente clastica, con microfauna a Globigerine ed Orbuline, che nella parte superficiale, perdono il loro caratteristico colore bianco assumendone uno decisamente beige. Anche il silt è rappresentato da Foraminiferi con piccolissime quantità di quarzo. Si individuano frequenti livelli di ossidazione. La sedimentazione sta ad indicare un ritorno a condizioni di ambiente pelagico a salinità normale dopo il lungo periodo caratterizzato da ambienti altamente salini come quelli in cui si sono depositati i tipi litologici della sottostante Serie Gessoso-Solfifera.

Nello specifico il sondaggio geognostico eseguito in corrispondenza della COR10 ci permette di affermare che detti terreni, nel sito di progetto, si presentano argillificati e costituiti da limi marnosi di colore beige e biancastro, da mediamente consistenti a consistenti, a tratti plastici, a struttura omogenea con tracce di ossidazione

rossastre e poggiano su gessi cristallini, di colore biancastro, lapidei, tenaci e scarsamente fratturati.

Detti terreni interessano anche una parte del cavidotto interno al parco.

- **FM. CATTOLICA - GESSI (Messiniano):** La formazione gessosa, in generale, si presenta in varie forme distinguibili sia da un punto di vista litologico che mineralogico in gessi macrocristallini, balatini, alabastrini e marmorigni. I primi sono formati da cristalli geminati fini e trasparenti, si dispongono in lamine sovrapposte e prendono la tipica forma a “ferro di lancia” con la punta rivolta verso il basso, sono massicci e stratificati in banchi che possono raggiungere anche i m. 20 senza intervalli pelitici. I gessi “balatini” sono costituiti da strati di modesto spessore ad elementi microcristallini alternati a livelli argillosi o argillo-gessosi. La loro consistenza è, quindi, estremamente variabile in relazione alla percentuale di argilla presente. I minerali di gesso, diversamente da quelli macrocristallini, non hanno un’orientazione definita ma si ritrovano caoticamente distribuiti. I gessi “alabastrini”, anch’essi molto rappresentati nella zona, sono simili ai balatini come struttura mineralogica e se ne differenziano per la scarsa percentuale di argilla. Sono, quindi, molto più tenaci e compatti tanto che localmente possono essere utilizzati anche per secondarie costruzioni edili. Infine, i gessi marmorigni si presentano bianchi, compatti, tenaci e con aspetto marmoreo. Sono anch’essi microcristallini stratificati in banchi di modesto spessore. Nell’area direttamente interessata dal progetto i gessi si presentano fratturati e formati da macrocristalli geminati fini e trasparenti.

Costituiscono il substrato su cui poggia sia il complesso sabbioso in corrispondenza della COR06 che i Trubi in corrispondenza della COR10.

- **FM. PASQUASIA – CALCARI (Messiniano):** nel sito di progetto si presentano come calcari marnosi molto teneri, friabili, intensamente fratturati e stratificati, con ostracodi e gasteropodi di piccole dimensioni.

Costituisce il terreno di sedime dell'aerogeneratore COR09 e parte del cavidotto interno al parco.

- **FM. TERRAVECCHIA (Tortoniano-Messiniano inf.):** Questa formazione è stata introdotta da Schmidt di Friedberg nel 1962 e prende il nome dalla località tipo: il fianco settentrionale di Cozzo Terravecchia, circa 2 km a nord di S. Caterina Villaerosa. I depositi sono costituiti in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche. Si distinguono due litofacies tipiche:

1. **Litofacies sabbioso-arenacea-conglomeratica:** comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee e conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati sono costituiti da conglomerati poligenici e ghiaie con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea e quarzarenitica. La sequenza continua con le sabbie e/o arenarie in cui si distinguono sabbie, sabbie limose ed arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. In particolare si rinvencono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o

debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti.

2. **Litofacies argilloso-marnosa:** Si tratta di argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune a foraminiferi. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un abbondante scheletro sabbioso in cui prevalgono quarzo, gesso, calcite, tracce di dolomite, feldspati, pirite, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da kaolinite, illite e scarsa clorite, cui si aggiungono in minori quantità interlaminazioni illitiche-montmorillonitiche. La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati con superfici lucide.

La frazione argilloso-marnosa costituisce il terreno di sedime degli aerogeneratori COR08, COR11 E COR12 e parte del cavidotto interno al parco. La frazione alterata si presenta costituita da limi e limi sabbiosi da scarsamente a mediamente consistenti mentre la frazione inalterata da argille ed argille sabbiose consistenti, di colore grigio con intercalati sottili livelli sabbiosi.

➤ **FORMAZIONE TAVERNOLA (Aquitano sup. - Langhiano):** si tratta di marne e peliti grigio-verdastre. La frazione alterata prevalentemente costituita da limi argillosi si presenta scarsamente consistente e mediamente plastica mentre le marne e marne argillose consistenti costituiscono la frazione inalterata. Detti terreni interessano l'area della sottostazione.

In questa fase di studio sono stati eseguiti due sondaggi geognostici in corrispondenza dei punti S3 (COR03) ed S10 (COR10) che riteniamo essere i più rappresentativi dell'intera area di progetto.

Dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore sono stati individuati n. 8 modelli geologici rappresentati nelle colonne stratigrafiche di seguito allegate.

Tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra circa 0.5 e 3.00 m di terreno vegetale poco consistente e scarsamente addensato.

Si mette in evidenza che il cavidotto esterno al parco e di collegamento alla sottostazione verrà realizzato esclusivamente su strade asfaltate e, vista la limitata profondità di scavo pari a circa 1.20 m, interesserà esclusivamente la fondazione/rilevato stradale e non interferisce con i terreni in posto sottostanti.

3. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in tre settori:

- ⇒ un settore caratterizzato da un habitus geomorfologico piuttosto irregolare e contraddistinto dall'affioramento dei terreni riferibili a rocce coerenti (calcari, gessi, ect),
- ⇒ un settore ad habitus geomorfologico regolare, caratterizzato da rilievi dolci e mammellonati dove prevalgono i litotipi argillosi e sabbiosi con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni,
- ⇒ una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti e terrazzati caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie.

Questa marcata differenziazione di origine “strutturale” viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta “erosione selettiva”, ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicitato e tutt'ora esplicano un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aero-foto-geologico.

Si mette in evidenza che le aree in dissesto indicate dall'Inventario dei Fenomeni franosi in Italia – IFFI, coincidono con le aree indicate dal P.A.I. Sicilia a meno di alcune piccole aree, visibili nelle carte geomorfologiche allegate, che non interessano neppure indirettamente le opere in progetto.

Si evidenzia, **altresì**, che sia il PAI che i rilievi eseguiti per il presente progetto, hanno dettagliato in maniera approfondita le varie forme di dissesto presenti nel territorio interessato, dovuti alla notevole presenza di affioramenti argillosi che in superficie, per spessori intorno a 3-4 metri, si presentano alterati e con forte potere adsorbente.

Questa particolare situazione favorisce l'imbibizione delle acque meteoriche che nei periodi invernali mantengono in condizioni di saturazione gli strati superficiali che, sia pure in condizioni di versanti a debole pendenza, tendono frequentemente a scivolare verso il basso.

Il presente studio, vista la delicatezza della componente geomorfologica, ha dedicato un ampio approfondimento con rilievi di superficie ed interpretazioni aero-foto-geomorfologiche, ricostruendo con estremo detta-

glio le tipologie e le dimensioni areali e spaziali dei singoli fenomeni gravitativi.

Per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto si mette in evidenza che tramite i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio e dalle indagini geofisiche eseguite per il presente studio, si evince che le aree dove sono ubicati gli aerogeneratori godono di condizioni di stabilità, mentre alcuni fenomeni geodinamici interessano la viabilità dove sarà interrato il cavidotto e porzioni di versanti vicini alle piazzole.

Per preservare i tratti di viabilità e le piazzole interessati dai fenomeni gravitativi superficiali legati soprattutto alle acque meteoriche che si infiltrano nella coltre alterata della frazione argillosa, verranno adottate tecniche utili alla stabilizzazione della porzione più superficiale di suolo che oltre ad essere molto efficaci in situazioni geomorfologiche come quelle presenti nel sito di progetto, hanno il vantaggio di essere molto elastiche e in grado di adattarsi all'habitus geomorfologico caratteristico del territorio in cui si opera, alle irregolarità del terreno ed a ulteriori movimenti di assestamento del terreno dopo la messa in opera.

In tal modo il consolidamento ed il ripristino delle condizioni ambientali saranno raggiunti impiegando opere relativamente leggere per non sovraccaricare il terreno, assicurando la massima protezione antierosiva.

Nello specifico del nostro caso riteniamo di prevedere:

- ❖ ***Fascinate*** che consistono nella "messa a dimora di fascine vive di specie legnose con capacità di riproduzione vegetativa".

Le fascinate sono utilizzate negli interventi di sistemazione dei versanti con pendenza non superiore ai 30°-35°; con questo sistema si

ottiene il rinverdimento ed il drenaggio superficiale dei pendii mediante la formazione di file di gradoni, disposti parallelamente alle curve di livello, nei quali sono sistemati delle fascine di astoni o ramaglia, possibilmente lunghi e dritti, prelevati da piante legnose con elevata capacità di diffusione vegetativa.

Le fascinate vive comprendono due tipologie costruttive differenziate in base al materiale vegetale impiegato:

- ⇒ fascinate vive con ramaglia;
- ⇒ fascinate vive con piantine.

Le fascinate vive con ramaglia comportano un ridotto movimento di terra; la loro realizzazione prevede lo scavo di solchi profondi da 0,3 a 0,5 m ed altrettanto larghi, dove si sistemano orizzontalmente le fascine di ramaglia, prelevate da specie legnose con buona capacità di propagazione vegetativa.

In ogni sezione trasversale della fascina, dovranno essere presenti 5 verghe di almeno 1 cm di diametro, con punti di legatura distanti 70 cm l'uno dall'altro.

La costruzione avviene fissando le fascine di ramaglia con paletti in legno vivo (pioppo o salici) o morto (castagno, larice etc) lunghi almeno 60-100 cm e diametro compreso tra 5 e 10 cm, infissi nel terreno attraverso la fascina o a valle di essa.

Lo scavo viene quindi ricoperto con un leggero strato di terreno proveniente dagli scavi dei fossi superiori.

Le file di gradoni con le fascine di ramaglia sono eseguite orizzontalmente, secondo le curve di livello o con una leggera inclinazione obliqua rispetto al pendio per aumentare la capacità di deflusso delle acque superficiali e l'efficacia drenante del sistema.

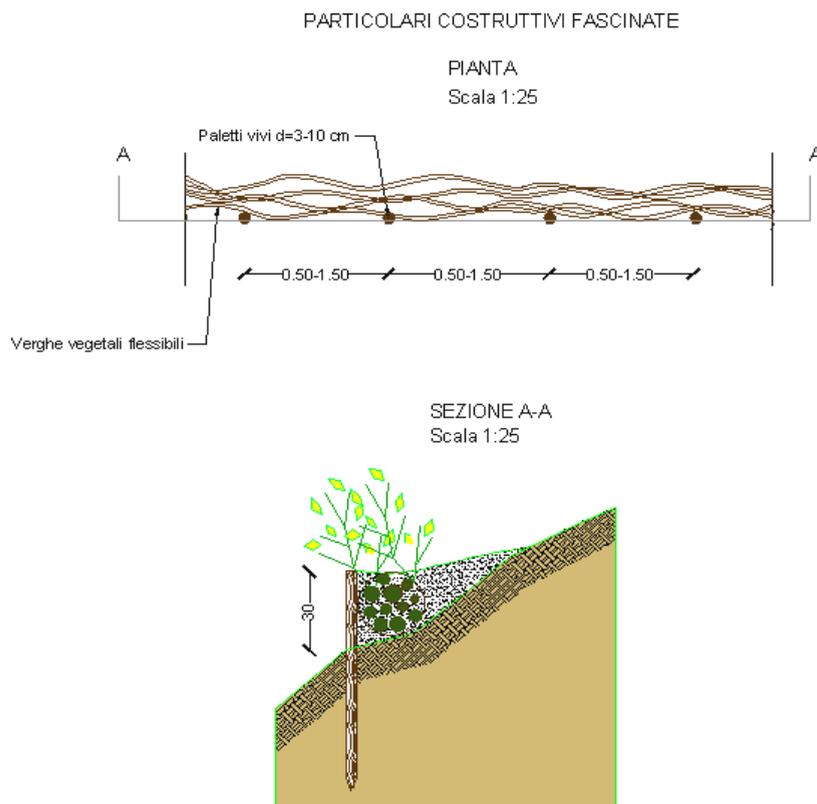
La distanza fra file successive si aggira mediamente intorno a 1,5-2 m.

Una variante di questo sistema, applicata dove si richiede una maggiore efficacia consolidante dell'intervento, prevede l'associazione delle fascine con viminate.

Nel caso di fascinata viva con piantine radicate di specie arbustive, l'esecuzione dell'intervento comporta alcuni accorgimenti e procedure diverse da quelle della tecnica precedente. Infatti le fascine di ramaglia sono più leggere e con un numero inferiore di verghe (3-6), i solchi sono più larghi di circa 10-15 cm e le piantine radicate sono messe a dimora in numero di circa 1-2 esemplari per metro.

Il solco, dopo la messa a dimora delle fascine e delle piantine, è riempito con il terreno, eventualmente ammendato, proveniente dagli scavi.

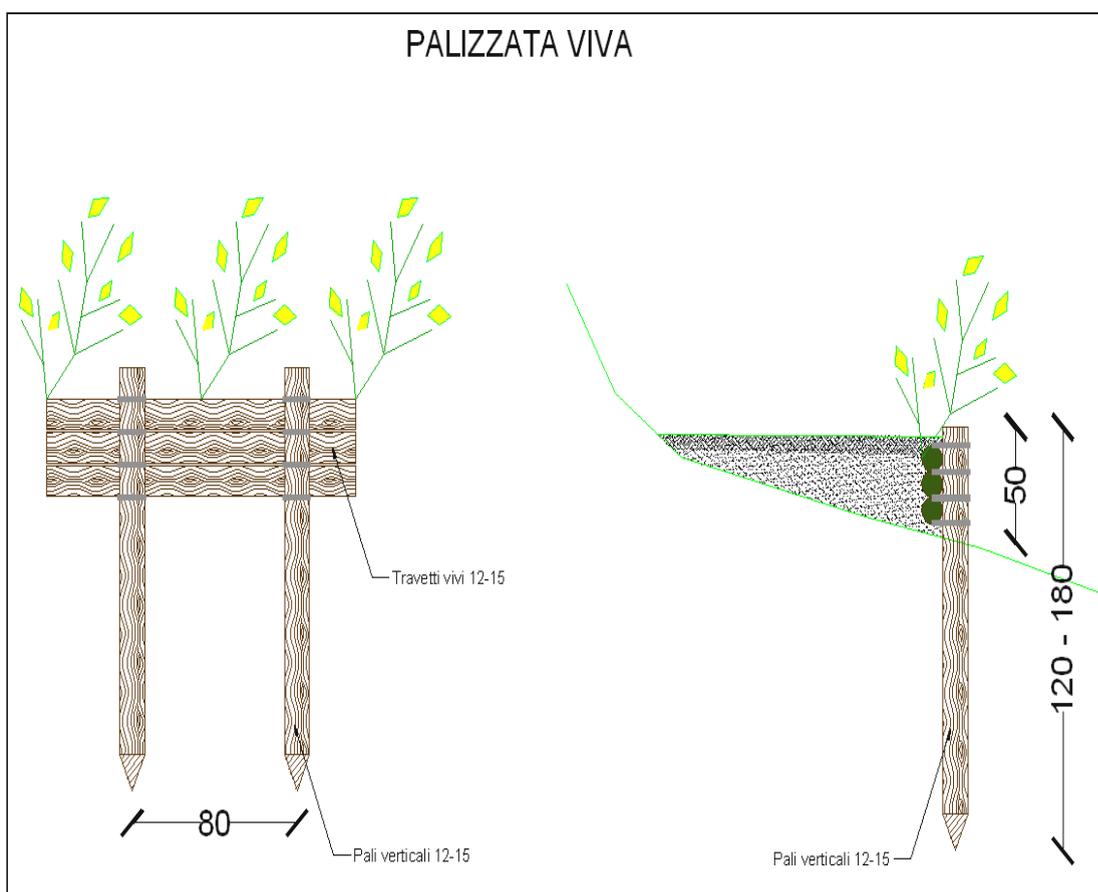
Le fascinate, come tutti gli altri interventi che impiegano materiali vivi, devono essere realizzate solo durante il periodo di riposo vegetativo.



❖ **Palizzate vive** La tecnica della palizzata in legname con talee e/o piantine unisce l'impiego di talee con strutture fisse in legno per la stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali.

Con questo sistema si tende a rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, sostenuti dalle strutture di legno, che corrono lungo le curve di livello del pendio e dove, a monte, si raccoglie del materiale terroso.

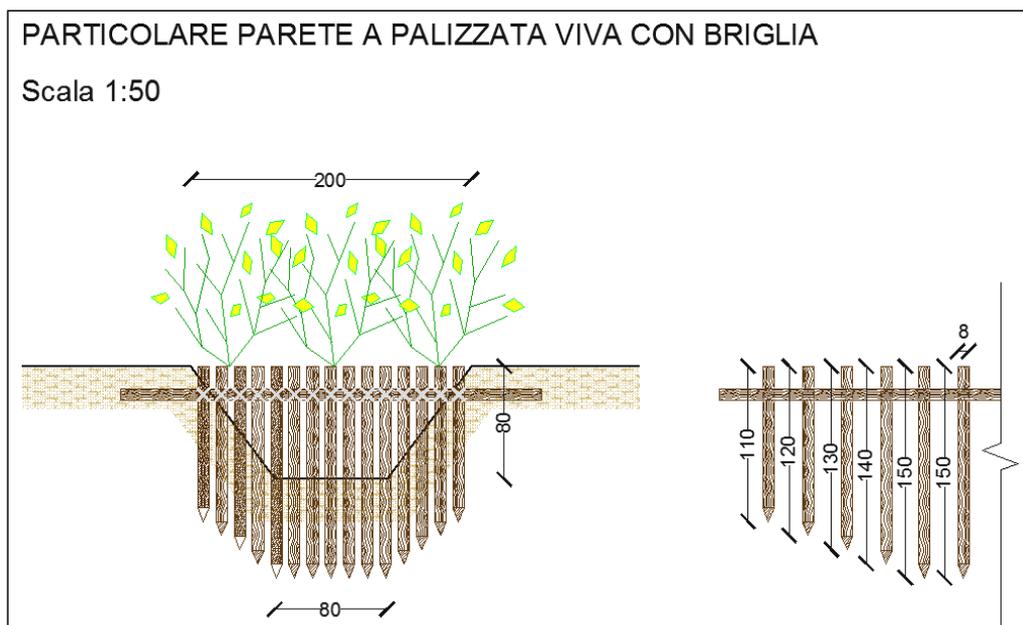
Le piante, una volta che la vegetazione si sarà sviluppata, garantiranno un consolidamento del terreno con l'apparato radicale e una resistenza all'erosione superficiale, con la loro parte epigea.



❖ **Palizzate vive a formare briglie:** E' possibile combinare le palizzate vive con briglie in legname, ottenendo particolari opere idrauliche in grado di garantire la stabilizzazione e la correzione del profilo del fondo (cioè della linea che individua l'andamento altimetrico del fondo) in impluvi, riducendo la pendenza media del corso d'acqua con l'inserimento di salti per rallentare la corrente; la trattenuta di materiale solido o legnoso trasportato dalle acque.

Le briglie vengono predisponendo un cassone di contenimento mediante incastellatura di pali in legno scortecciato, idoneo e durabile di latifoglia; hanno in genere una tipica sagoma a trapezio rovesciato, con la parte centrale ribassata rispetto alle parti laterali, per convogliare il deflussodelle acque da monte a valle del salto.

Presentano buona adattabilità agli assestamenti dovuti a movimenti delle sponde e possono essere messe in opera anche in luoghi di difficile accesso.

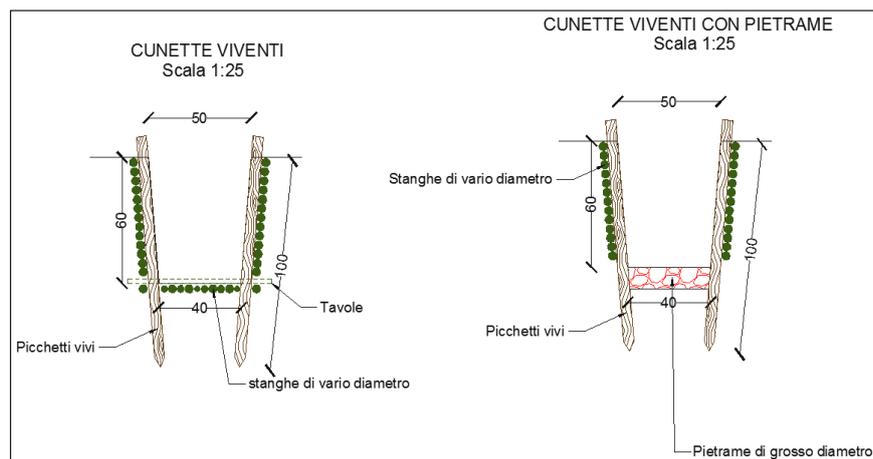


❖ **Cunetta vivente** Le cunette sono di norma pensate in terra. E' però importante sottolineare che nei tratti di maggiore pendenza l'acqua può destabilizzare la cunetta e con essa la strada. Pertanto si suggerisce l'adozione di cosiddette cunette viventi, maggiormente resistenti all'azione erosiva dell'acqua.

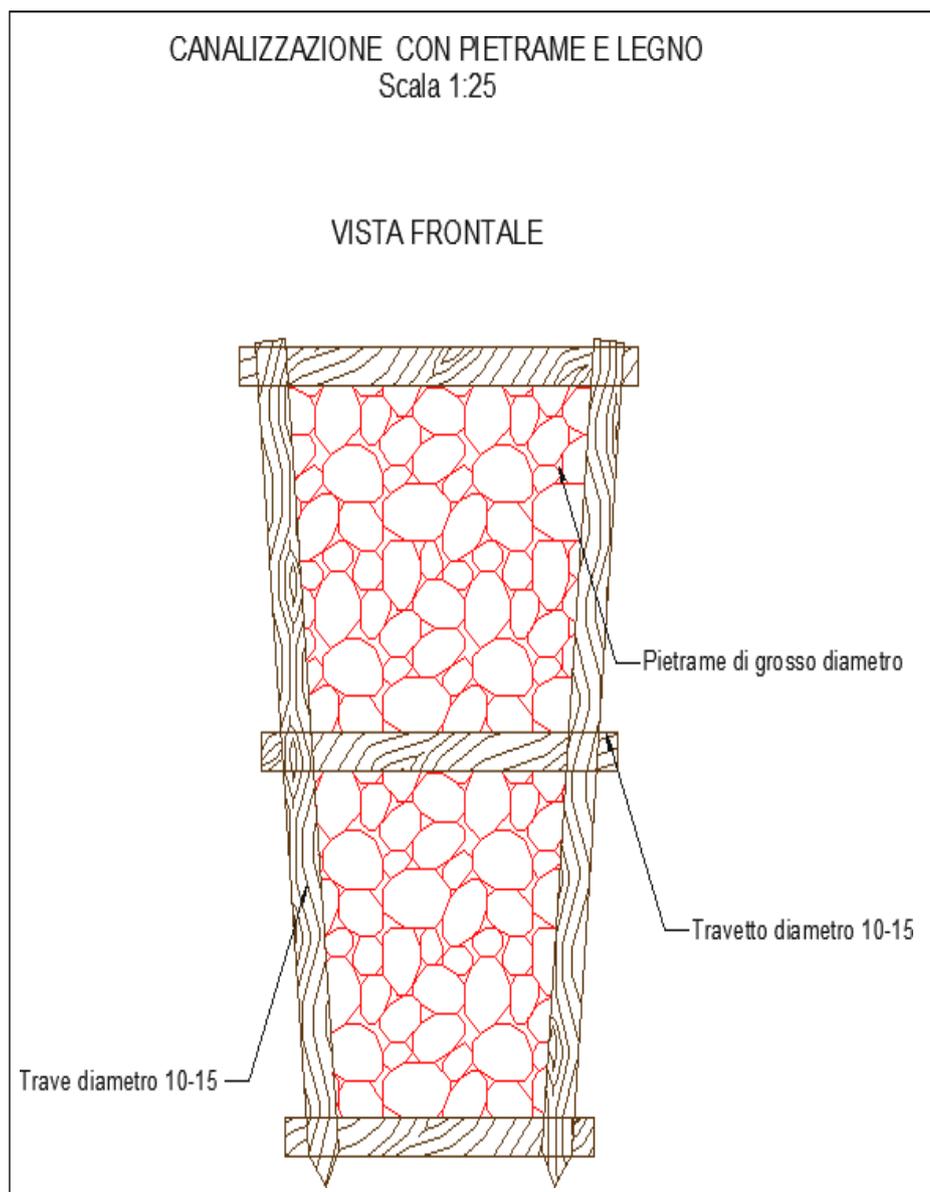
Sarà la fase cantieristica ed anche osservazionale ad indicare i tratti ove è opportuno realizzare cunette "vive" al posto delle cunette in terra.

Esecuzione del lavoro: in un fosso a sezione trapezoidale vengono sistemati sul letto e sulle pareti del fosso, uno accanto all'altro, dei rami o delle stanghe vive in modo serrato, tenendoli fermi con pali vivi infissi nel terreno, ad intervalli da 2 a 4 m per mezzo di sagome in legno preparate in precedenza, oppure ad intervalli da 0,5 m fino ad 1 m uno dall'altro posti lungo le pareti del fosso.

Nel caso di portata idrica permanente si può consolidare il letto e la parte inferiore della parete del fosso con tavoloni.



- ❖ **Canalizzazioni in pietrame e legno:** Nei casi di piccoli impluvi naturali che intercettano la viabilità di progetto causando spesso solchi ed erosione puntuale si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezia avente lo scopo di convogliare le acque nei punti di recapito.



Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 3 tipi di permeabilità prevalente:

- ❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare la permeabilità risulta essere media nella frazione sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi alluvionali terrazzati e al Complesso Sabbioso Pliocenico.
- ❖ **Rocce impermeabili:** Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili. Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti al Complesso argilloso Pliocenico, alla frazione argilloso-marnosa della Fm. Terravecchia, alla Formazione Tavernola ed ai Trubi che nel sito di progetto si presentano argillificati.
- ❖ **Rocce permeabili per fratturazione e carsismo:** Questa categoria comprende quelle rocce caratterizzate da una bassa o nulla porosità primaria ma che acquistano una permeabilità notevole a causa della fratturazione secondaria piuttosto articolata e dei fenomeni carsici per dissoluzione. Appartengono a questa categoria i litotipi afferenti alla frazione calcarea della Fm. Pasquasia e ai Gessi della Fm. Cattolica.

Nello specifico, l'affioramento prevalente di terreni argillosi impermeabili, la limitata estensione degli affioramenti dei terreni permeabili non consente la formazione di falde freatiche di interesse.

Ciò è confermato dalle misure acquisite, la settimana successiva alla loro realizzazione, all'interno dei piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi S3 (COR03) ed S10 (COR10) che si presentavano completamente asciutti a conferma dell'assenza della falda freatica.

Dai rilievi eseguiti in tutte le altre postazioni e nell'area vasta dove sono assenti emergenze idriche (sorgenti e pozzi), si può affermare che in corrispondenza degli aerogeneratori non ci sono le condizioni geologiche per la formazione di falde freatiche a profondità interferite dai lavori, anche in relazione alla realizzazione di fondazioni su pali.

Si ritiene che, anche in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR02, COR04, COR05 e COR07 dove il complesso sabbioso pliocenico poggia sui terreni del complesso argilloso pliocenico, non si possono formare falde freatiche di interesse sia per la scarsa estensione del bacino di alimentazione sia per gli spessori limitati del complesso sabbioso, come confermato dall'assenza di pozzi e sorgenti tutelati dal PTA.

Quanto detto sopra si evince dal fatto che i siti degli aerogeneratori si trovano sulle creste e l'acqua piovana infiltratasi drena velocemente verso i versanti argillosi.

Da un punto di vista geotecnico il calcolo delle fondazioni deve tenere conto che presumibilmente, nel periodo delle piogge invernali, la parte alterata possa essere in condizioni di saturazione per il notevole potere di assorbimento che caratterizza le porzioni superficiali dei complessi argillosi.

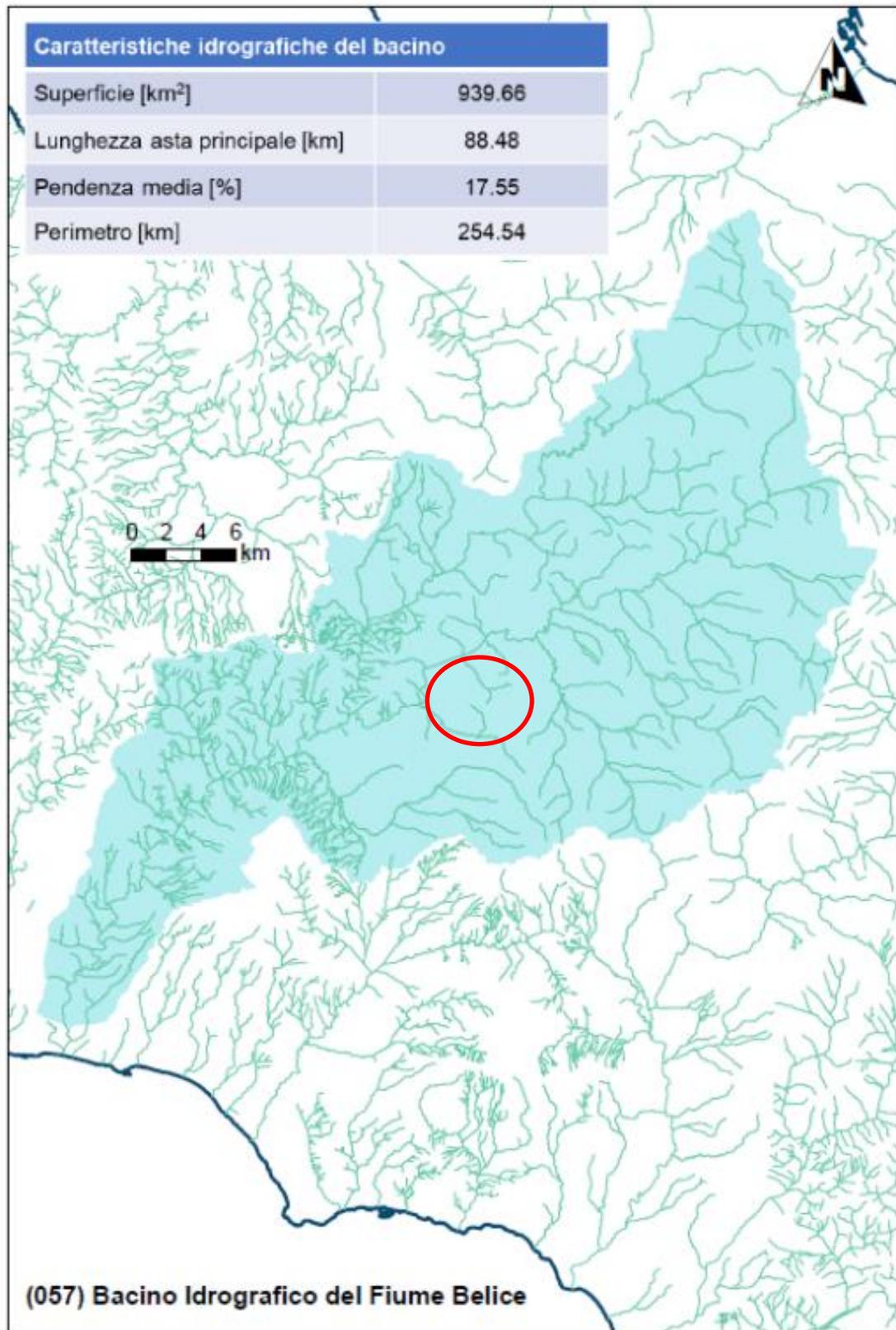
Le fondazioni degli aerogeneratori pur essendo con molta probabilità di tipo indiretto su pali, non interferiscono con le falde freatiche che in corrispondenza degli aerogeneratori non esistono o sono a profondità superiori alle fondazioni anche se sono di tipo indiretto tramite pali, come dimostrano i sondaggi geognostici eseguiti.

Da un punto di vista idraulico il P.A.I. ed il P.G.R.A. non inseriscono le opere in progetto all'interno di aree identificate con pericolosità e/o rischio.

Inoltre, l'area non rientra all'interno di acquiferi considerati dalla Regione come significativi e nelle vicinanze dell'impianto non sono presenti né pozzi né sorgenti tutelati dal PTA.

Per quanto riguarda il cavidotto esterno si può dire che per alcuni modesti tratti interessa terreni permeabili ed è presente un pozzo tutelato dal Piano di Tutela delle Acque nelle vicinanze ma nessuna interferenza può esserci considerato che il cavidotto sarà interrato all'interno della fondazione/rilevato stradale a profondità così limitate che non può interferire in alcun modo con la risorsa idrica.

L'area oggetto di studio è ubicata nel bacino idrografico del fiume Belice e viene attraversata dal torrente Batticono.



Il Bacino idrografico del fiume Belice

Il bacino del F. Belice si sviluppa lungo una direttrice NE-SW dalle aree a sud dei Monti di Palermo fino alla costa meridionale della Sicilia, tra Punta Granitola e Capo S. Marco.

Esso confina, nella zona settentrionale, con i bacini del F. Jato e del F. Oreto; ad occidente lo spartiacque è comune con il bacino del Fiumefreddo e a SW con quello del F. Modione.

Dal lato orientale, da nord a sud confina con i bacini del F. San Leonardo, F. Verdura, F. Carboj e con alcuni bacini minori.

Il corso d'acqua si sviluppa per circa 57 Km; esso trae la propria origine dalle pendici di M. Leardo e dalla Rocca Busambra con il nome di F. di Frattina ed è alimentato da alcuni piccoli torrenti tra i quali il fosso Bicchinello in territorio di Corleone.

Dallo stesso circondario confluisce, sempre in sinistra idrografica, il T. Corleone che trae origine dalla zona settentrionale di M. Cardellia e attraversa il centro abitato di Corleone.

Successivamente il corso d'acqua prende il nome di Belice Sinistro e riceve i vari affluenti, i principali dei quali sono il **T. Batticono (che attraversa l'rea interessata dell'installazione degli aereogeneratori)** ed il T. Realbate.

Il T. Batticono proviene dal circondario di Campofiorito e nasce dalle pendici di Montagna Vecchia e M. Barracù.

All'interno del bacino ricadono, interamente o parzialmente, i territori comunali di: Menfi, Montevago, Sambuca di Sicilia e S. Margherita Belice per la provincia di Agrigento; Altofonte, Bisacquino, Campofiorito, Camporeale, Contessa Entellina, Corleone, Giuliana, Godrano, Monreale, Piana degli Albanesi, Roccamena, San Cipirello, Santa Cristina Gela per la

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)*

provincia di Palermo; Castelvetro, Gibellina, Partanna, Poggioreale,
Salaparuta, Santa Ninfa per la provincia di Trapani.

4. INDAGINI ESEGUITE

Come accennato nelle premesse, per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico e per la definizione delle problematiche sismiche delle aree in studio in questa prima fase di lavoro, sono stati realizzati/installati:

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S3" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore COR03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S10" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore COR10;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore COR03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore COR10;
- ⇒ n. 13 sondaggi di sismica passiva (tomografia) per definire le velocità delle onde sismiche V_s nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR02, COR03, COR04, COR05, COR06, COR07, COR08, COR09, COR10, COR11, COR12 e della sottostazione.

4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le campagne geognostiche indicate nel capitolo precedente si sono sviluppate nel modo seguente:

- ❖ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo della profondità pari a mt. 30;
- ❖ n. 2 piezometri a tubo aperto;
- ❖ prelievo di 6 campioni indisturbati.

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati emersi nel corso dei lavori e le caratteristiche dei mezzi impiegati.

Le campagne d'indagini geognostiche, sono finalizzate a:

- ricostruire la stratigrafia di dettaglio;
- definire l'assetto geologico profondo della zona di progetto;
- accertare l'eventuale presenza di falde freatiche nei terreni interessati;
- caratterizzare da un punto di vista geologico-tecnico il substrato interessato delle opere di progetto.

Le perforazioni sono state eseguite mediante macchine perforatrici munite di centralina integrata ed operanti a rotazione ed avanzamento oleodinamico, aventi le seguenti caratteristiche:

Perforatrice Idraulica EGT Mod. MD 710.3:

- 1) Coppia testa di rotazione 1500 Kgm;*
- 2) Giri testa di rotazione 0÷360 min.;*
- 3) Tiro – Spinta 6.000 Kg.*

Le perforazioni sono state eseguite adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, con l'ausilio di tubi carotieri semplici, doppi e con corone diamantate aventi diametro

esterno pari 101,6 mm e diametro interno pari a 88,8 mm con lunghezza di 2,00 e 3,00 metri; tutte le manovre sono state eseguite con l'ausilio di aste di perforazione di diametro 76 mm, lunghezza 1,50 metri.

La stabilizzazione delle pareti del foro è stata ottenuta mediante l'uso di tubazione di rivestimento di acciaio di spessore standard.

Tutti i dati relativi a ciascuno dei sondaggi geognostici eseguiti sono riportati in dettaglio, in moduli stratigrafici, contenenti i seguenti dati:

- ❖ profondità;
- ❖ scala di rappresentazione;
- ❖ spessore degli strati;
- ❖ simbolo grafico;
- ❖ descrizione stratigrafica;
- ❖ profondità di prelievo dei campioni;
- ❖ profondità delle prove SPT;
- ❖ profondità del livello piezometrico;
- ❖ rappresentazione schematica del piezometro.

4.2 PROVE DI LABORATORIO

Nello specifico sono state svolte le seguenti prove:

- ❖ Descrizione macroscopica del campione;
- ❖ Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- ❖ Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- ❖ Determinazione del peso specifico dei grani;
- ❖ Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità e ritiro) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ($\varnothing=0.42$ mm);
- ❖ Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ($\varnothing=0,075$ mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- ❖ Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).
- ❖ Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (UU).

La determinazione del contenuto d'acqua (W_n) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105° .

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

Il Peso di Volume è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ($\varnothing=0.075$ mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm^3 .

La normativa di riferimento è la ASTM D 854-06.

I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNRUNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ($\varnothing=0.42$ mm); il metodo utilizzato è quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

Il limite di ritiro è stato determinato usando lo stesso materiale impiegato per la determinazione del limite di liquidità aggiungendo una quantità nota di acqua distillata ed usando del mercurio liquido (Hg) ($\rho_s=13.579\text{ g/cm}^3$) e contenitori tarati sia in peso che in volume.

L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 389 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

La prova di compressione triassiale UU è stata eseguita su provini cilindrici di diametro 3.8 cm ed altezza 7.6 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0.5 mm/min.

Durante la fase di compressione i provini sono stati sottoposti a pressioni di cella comprese 100 e 400 KPa.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici dove sono riportati i cerchi di Mohr in termini di pressioni totali.

La normativa di riferimento è la ASTM D-4767 – ASTM D 2850-87

Nel capitolo relativo alle caratteristiche litotecniche dei terreni, le sono state riportate le seguenti tabelle riassuntive:

- ⇒ tabella riepilogativa delle caratteristiche fisiche dei campioni;
- ⇒ tabella riepilogativa delle caratteristiche meccaniche dei campioni.

4.3 INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)

Si è ritenuto necessario l'utilizzo della tecnica di sismica passiva a stazione singola HVSR (tomografia) allo scopo di determinare le velocità delle onde di taglio (V_s) dei terreni presenti, in corrispondenza delle opere progettate.

In particolare sono state eseguite n. 13 misure di microtremore ambientale, con un tromografo digitale progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Di seguito vengono riportati alcuni cenni riguardo la metodologia utilizzata.

La sismica passiva è una tecnica che permette di definire la serie stratigrafica locale basandosi sul concetto di contrasto di impedenza dove per strato si intende un'unità distinta in relazione al rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

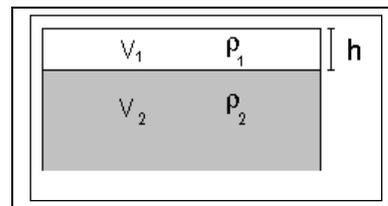
I primi studi su questa tecnica sono da attribuire a Kanai (1957) e da allora diversi metodi sono stati proposti per estrarre utili informazioni sul sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in sito.

Tra questi la tecnica che si è maggiormente consolidata è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Successivamente Nakamura (1989) ha applicato tale metodo come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D).

Considerando lo schema illustrato nella figura sotto riportata si osserva che sono presenti due strati (1 e 2) che si differenziano per le densità (ρ_1 e ρ_2) e le velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).



Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità.

In questo caso un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene parzialmente riflessa dalla superficie di strato.

L'onda riflessa interferendo con quelle incidenti si somma e raggiunge le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

Ne consegue che la frequenza di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 H) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4 H). \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo dato, insieme alla stima delle velocità, è in grado di fornire utili previsioni sullo spessore H degli strati.

Questa informazione è contenuta principalmente nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali

e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- ❖ il contenuto in frequenza;
- ❖ la risposta strumentale;
- ❖ l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Da evidenziare, inoltre, che i microtremori sono costituiti da onde di volume, P o S, ed in misura maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tale inconveniente è facilmente superabile sia perché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva, sia perché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

D'altro canto l'applicabilità pratica della formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati sperimentali, consiste in un tromografo digitale denominato "Tromino", dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve HVSR che sono state ottenute col software Grilla eseguendo un processing con i seguenti parametri:

- ✓ larghezza delle finestre d'analisi pari a 20 s per tempi di acquisizione di 20 minuti;
 - ✓ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 15% della frequenza centrale,
 - ✓ rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2;
 - ✓ rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto sono state ottenute dopo l'analisi con gli stessi parametri sopra riportati.

Le profondità H delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula sotto riportata, in cui:

- ✓ V_0 è la velocità al tetto dello strato;
- ✓ ad un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.);
- ✓ ν la frequenza fondamentale di risonanza.

$$H = \left[\frac{V_0(1-\alpha)}{4\hat{V}_1} + 1 \right]^{1/(1-\alpha)} - 1$$

Le ubicazioni dei sondaggi che sono stati eseguiti sono visibili nelle planimetrie allegate mentre di seguito sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio V_s .

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

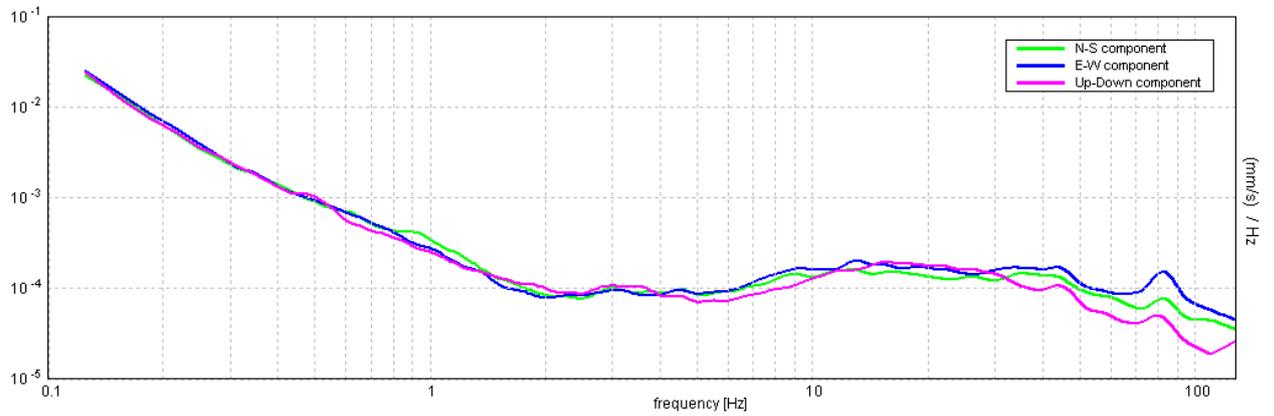
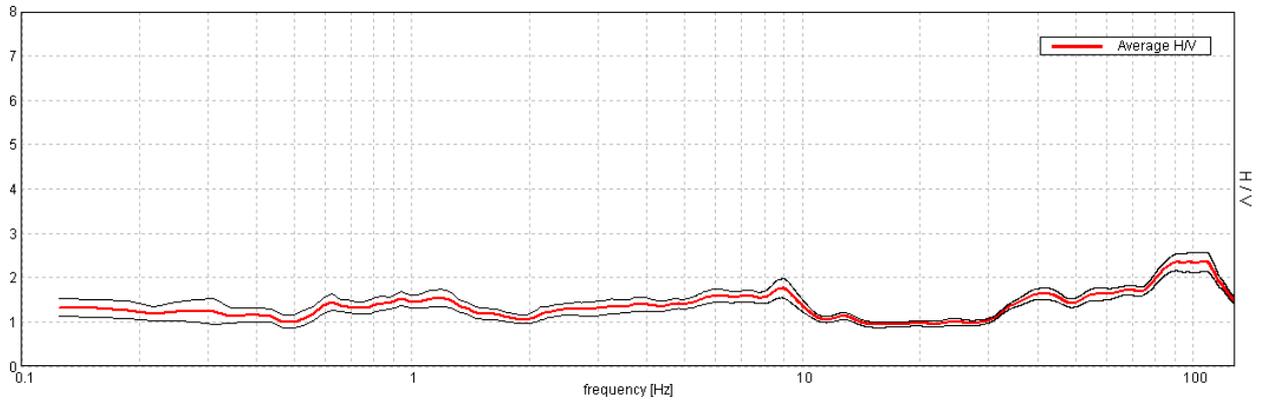
da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

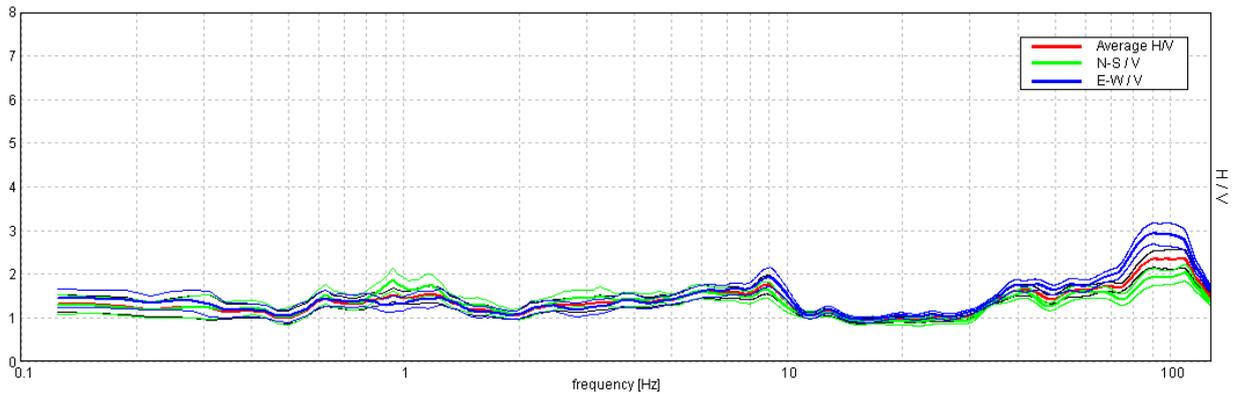
In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

Sondaggio tromografico T1

Max. HV at 108.13 ± 7.55 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

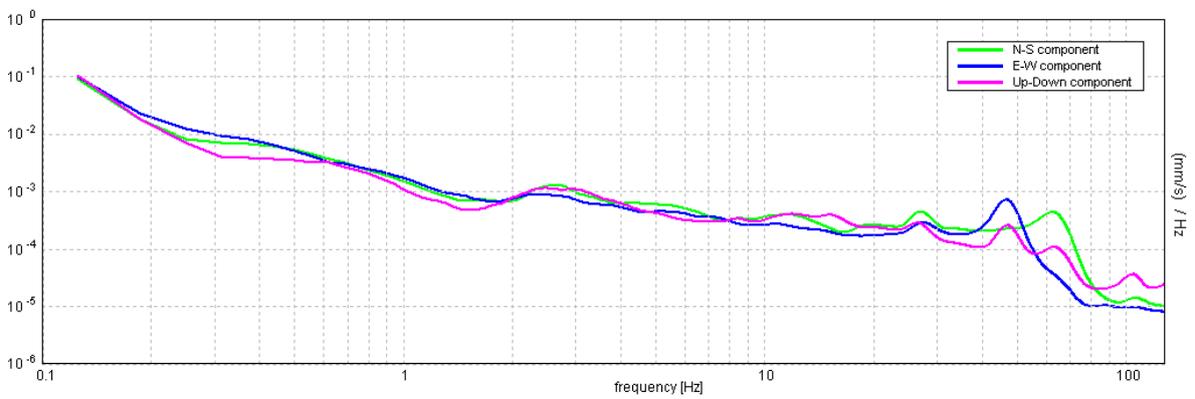
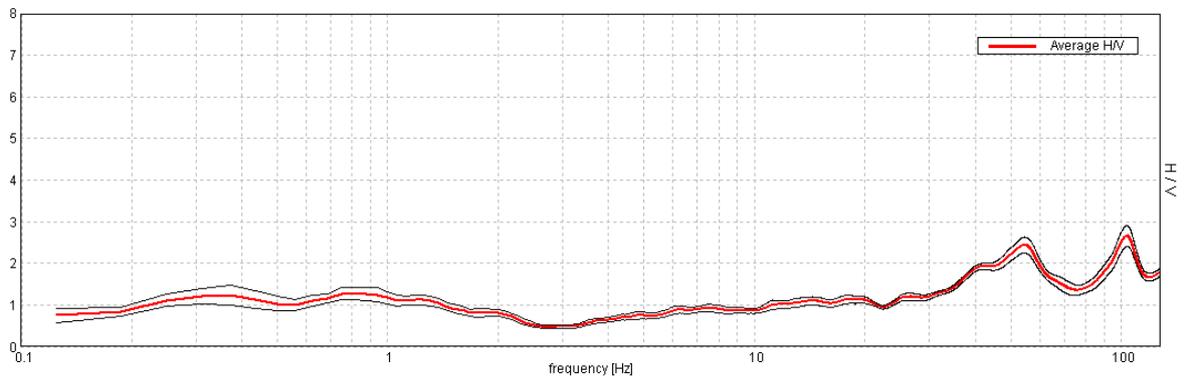


Max. HV at 108.13 ± 7.55 Hz. Max.(N-S)/V: 109.06 ± 22.07 Hz. Max.(E-W)/V: 90.66 ± 2.95 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

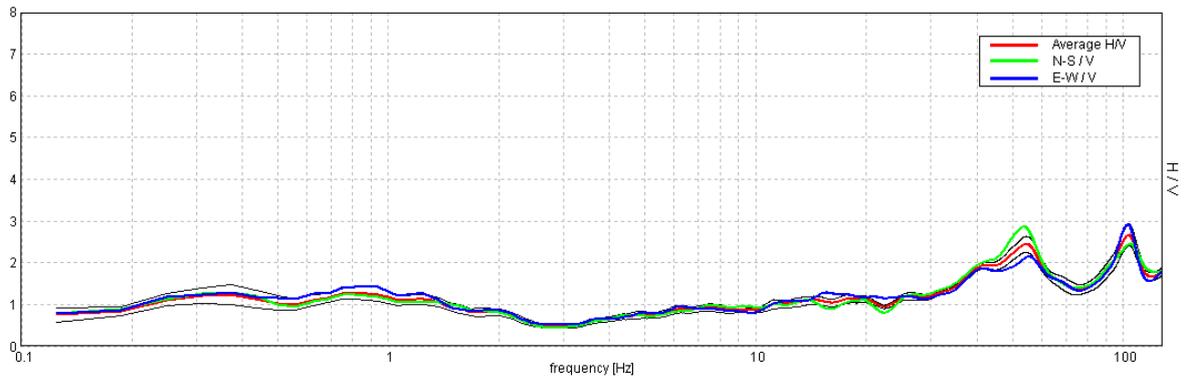


Sondaggio tromografico T2

Max. H/V at 103.75 ± 1.19 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

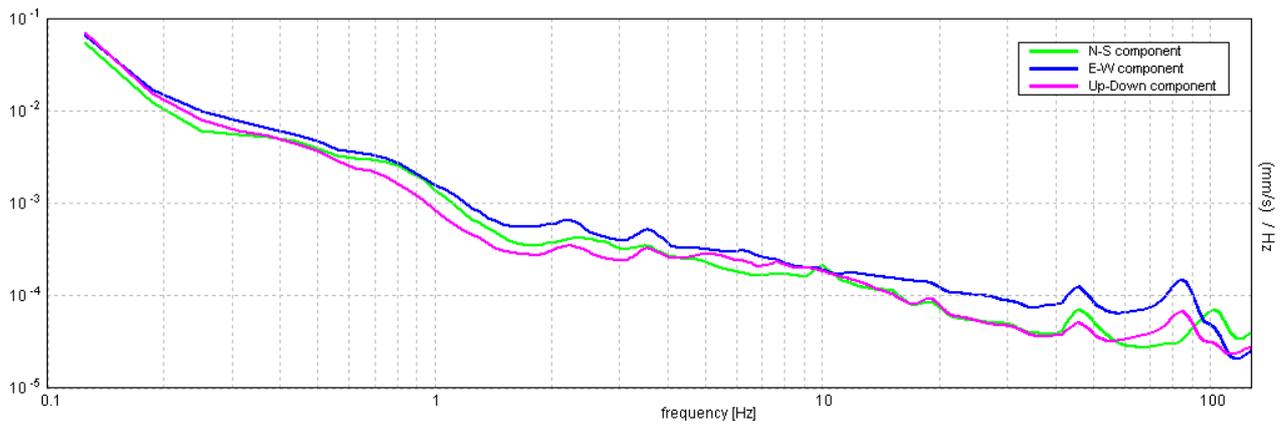
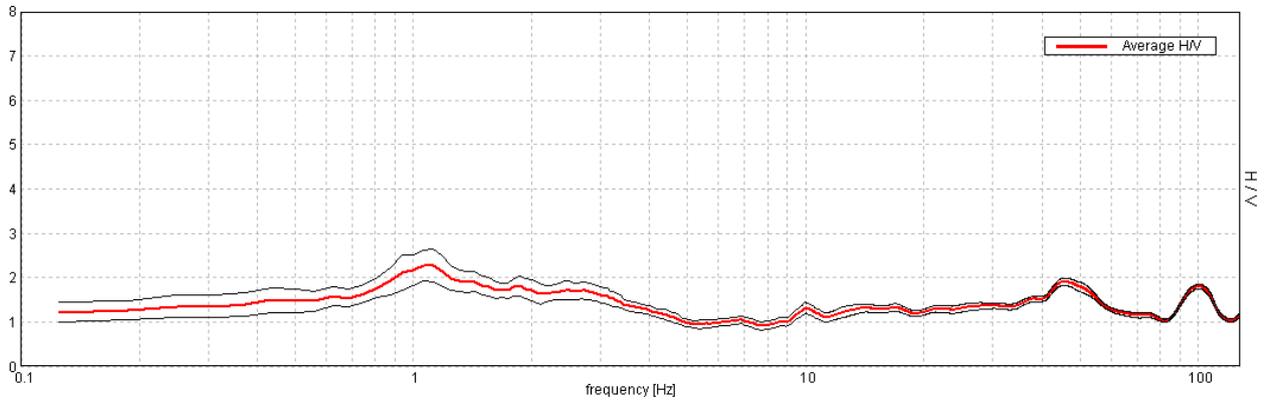


Max. H/V at 103.75 ± 1.19 Hz. Max. (N-S)/V: 53.75 ± 3.72 Hz. Max. (E-W)/V: 103.13 ± 1.15 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

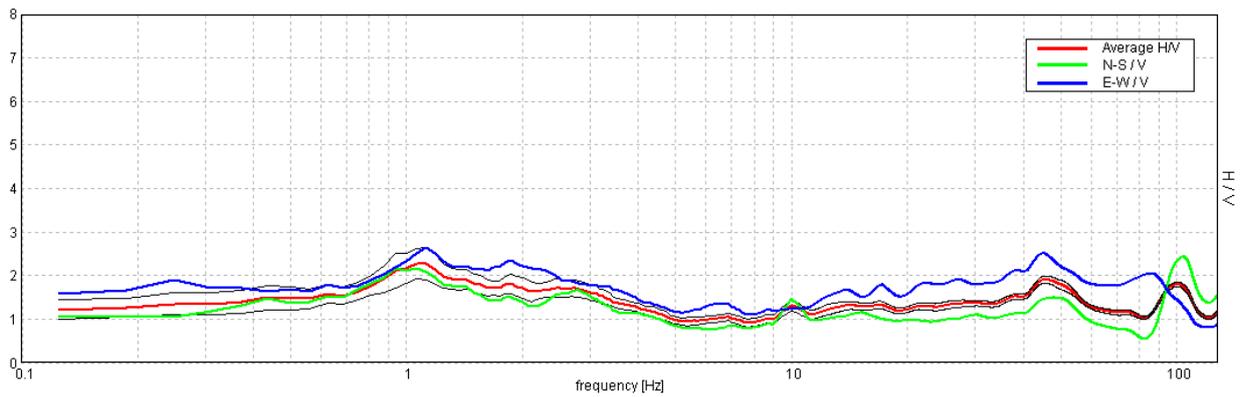


Sondaggio tromografico T3

Max. HV at 1.13 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

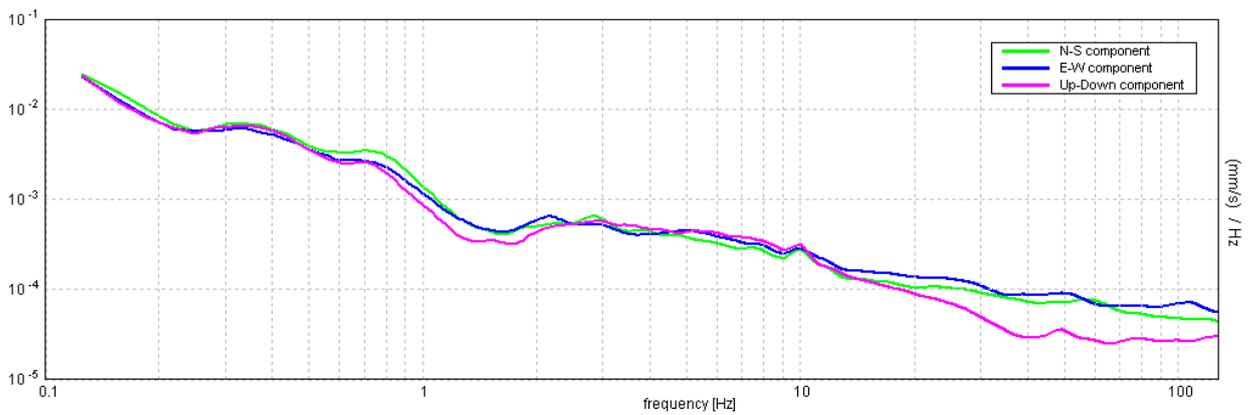
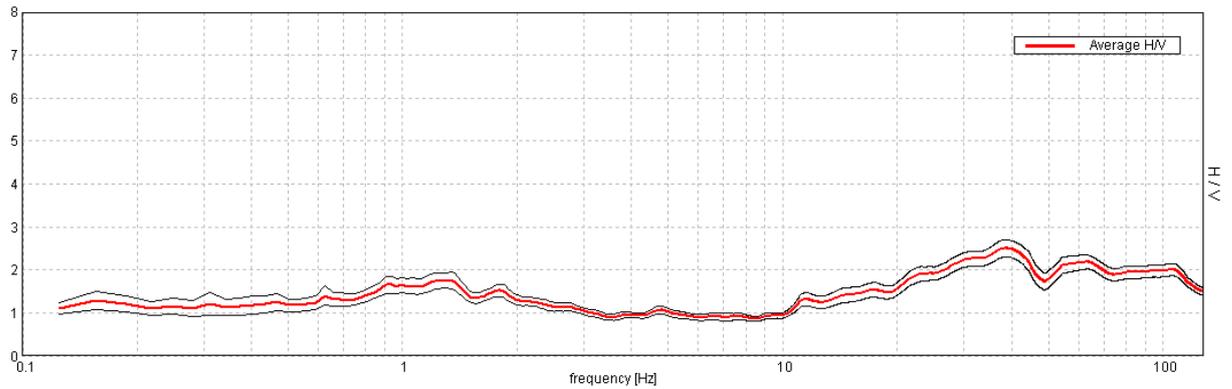


Max. HV at 1.13 ± 0.09 Hz. Max.(N-S)/V: 103.75 ± 6.48 Hz. Max.(E-W)/V: 1.13 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

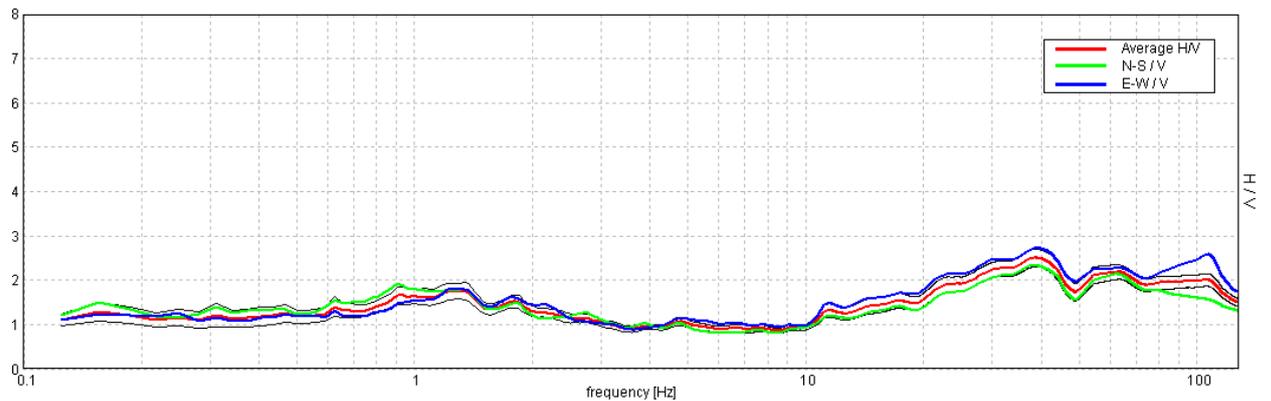


Sondaggio tromografico T4

Max. HV at 38.72 ± 4.96 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

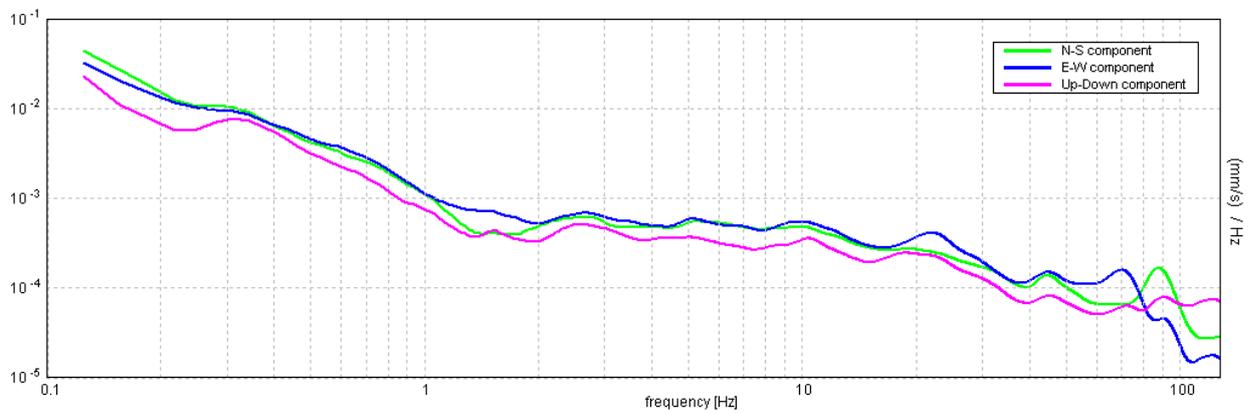
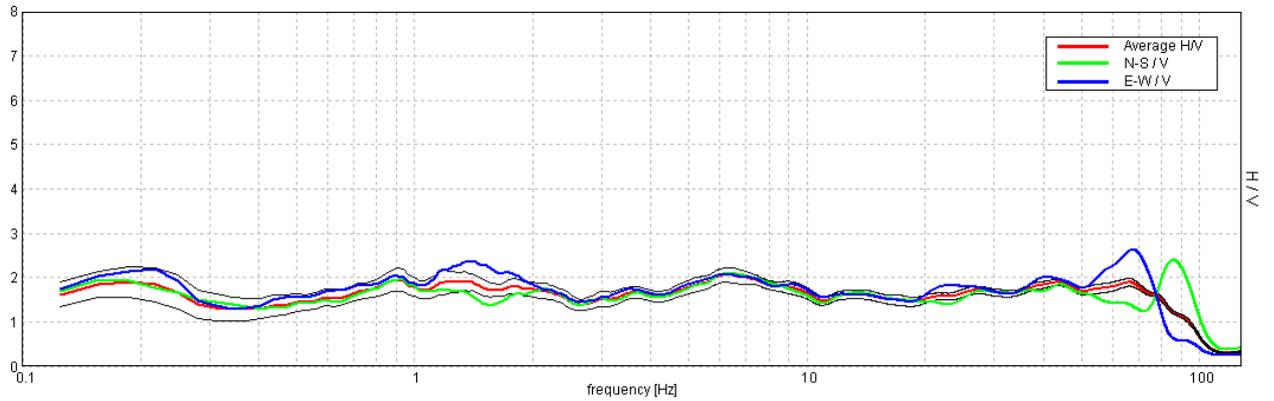


Max. HV at 38.72 ± 4.96 Hz. Max. (N-S)/V: 38.44 ± 7.37 Hz. Max. (E-W)/V: 39.06 ± 13.61 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

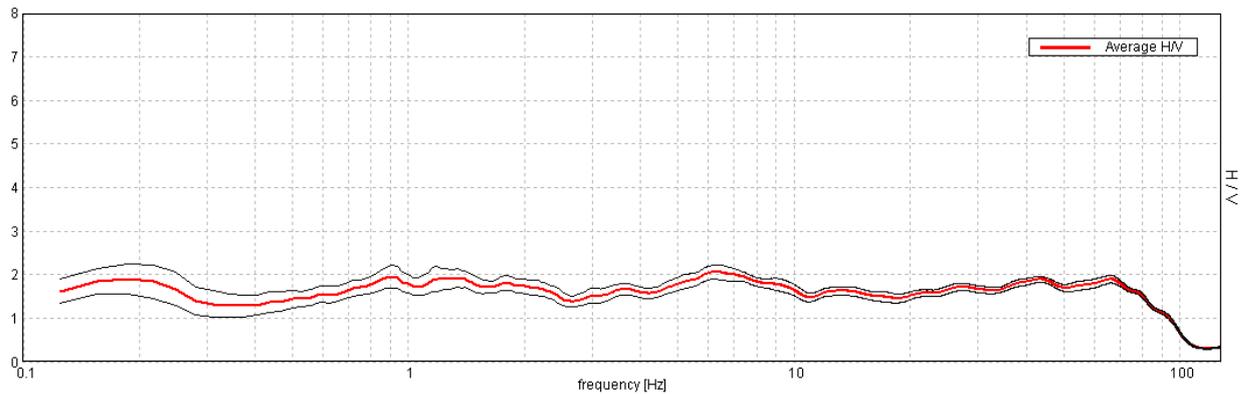


Sondaggio tromografico T5

Max. HV at 6.19 ± 0.86 Hz. Max.(N-S)/V: 85.94 ± 9.56 Hz. Max.(E-W)/V: 67.5 ± 5.51 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

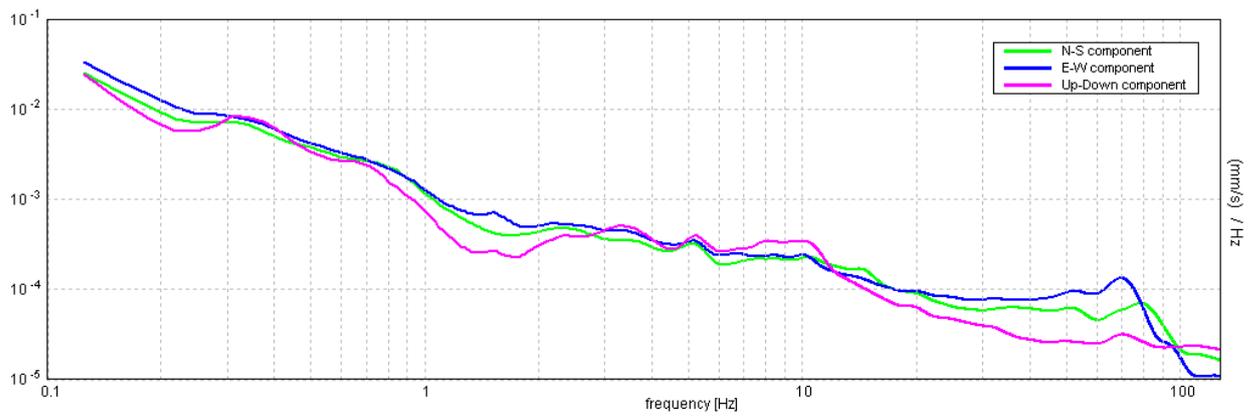
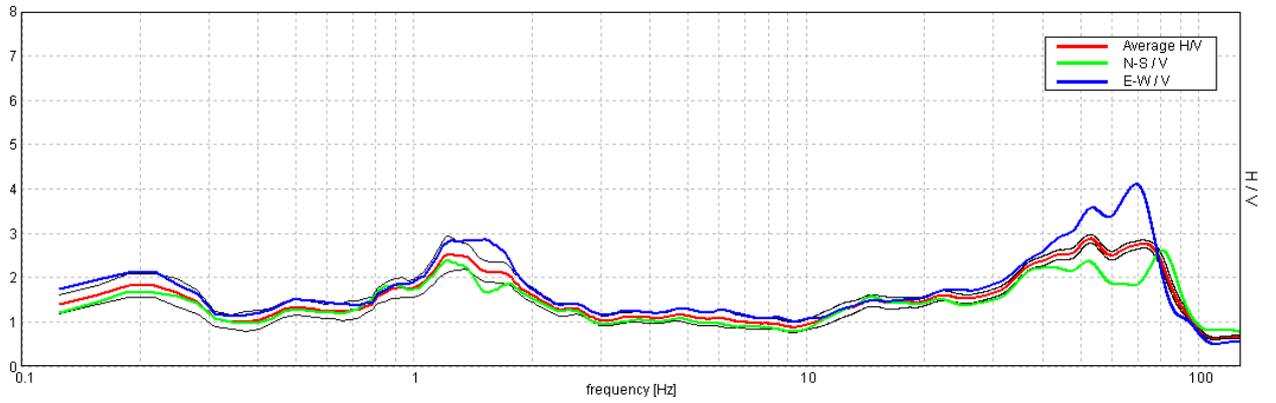


Max. HV at 6.19 ± 0.86 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

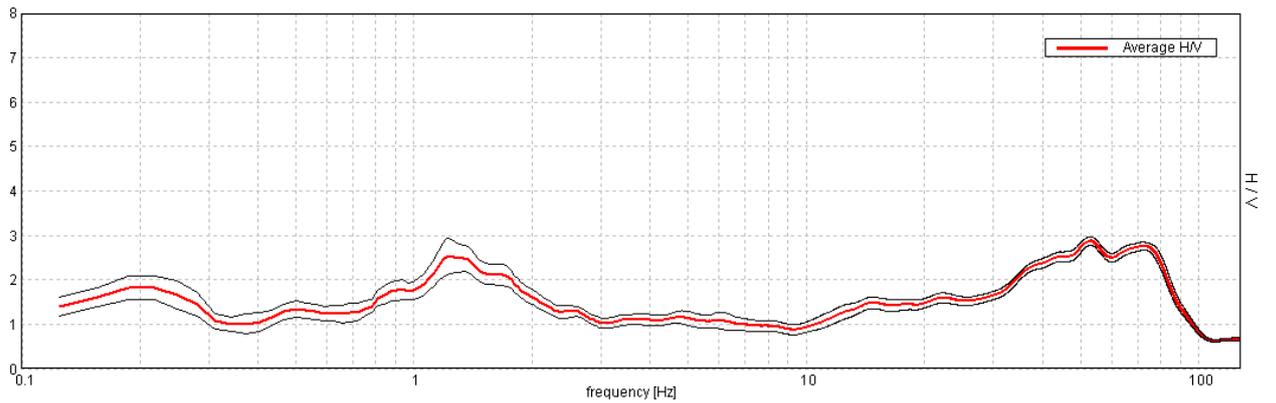


Sondaggio tromografico T6

Max. H/V at 53.09 ± 7.14 Hz. Max. (N-S)/V: 80.94 ± 14.44 Hz. Max. (E-W)/V: 69.38 ± 3.48 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

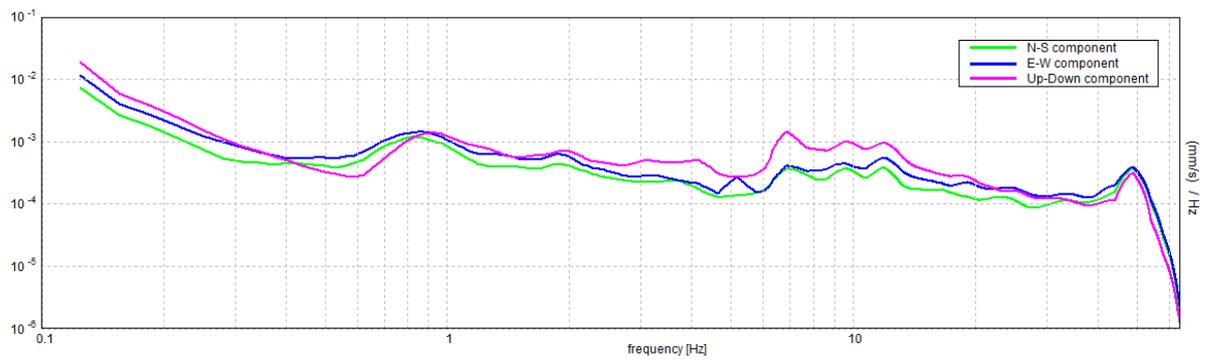
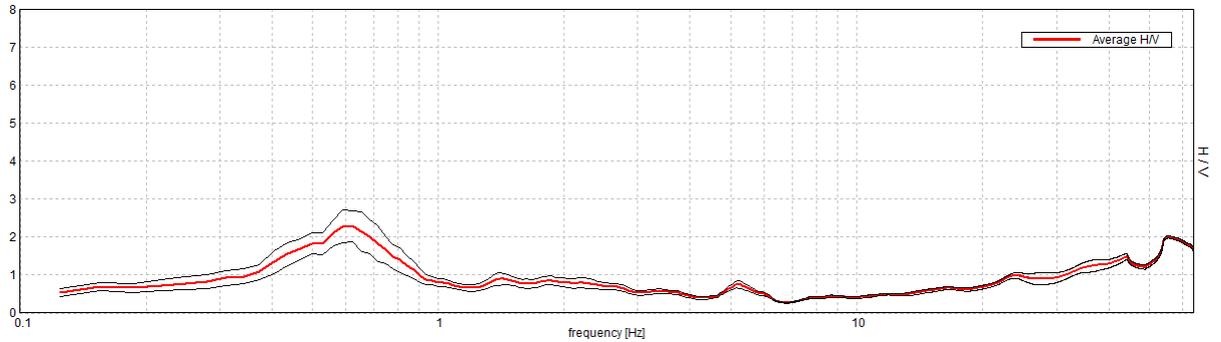


Max. H/V at 53.09 ± 7.14 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).

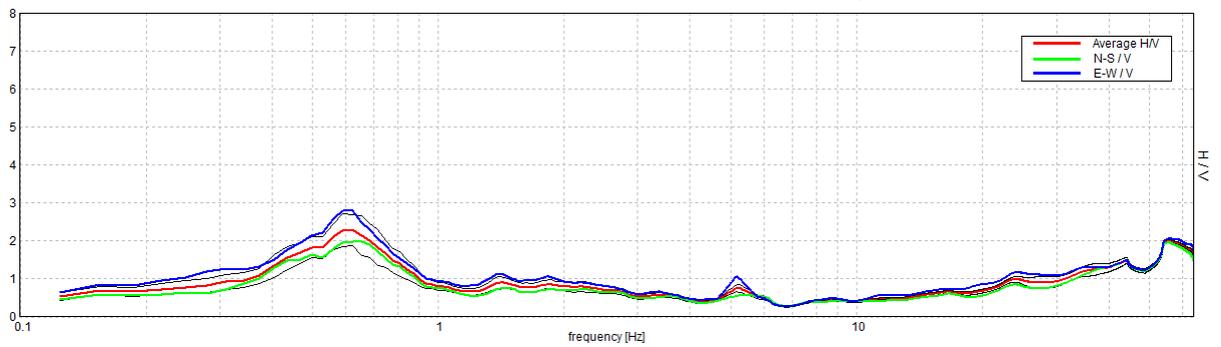


Sondaggio tromografico T7

Max. H/V at 0.63 ± 10.33 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

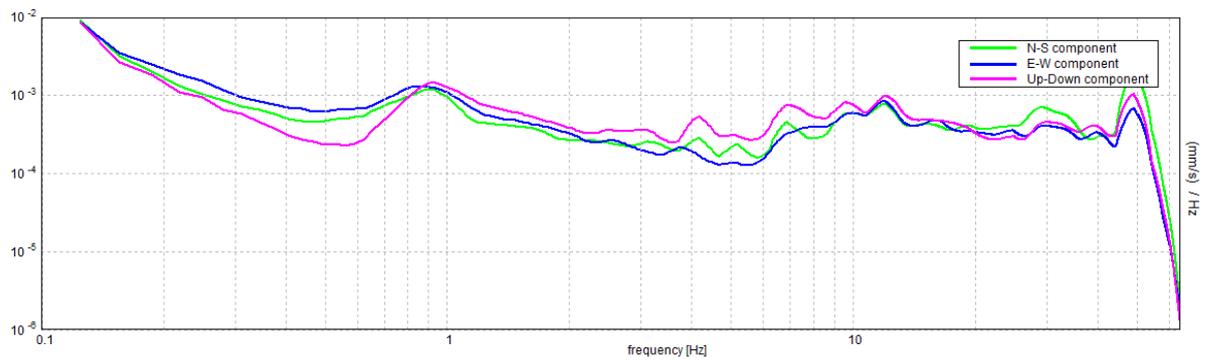
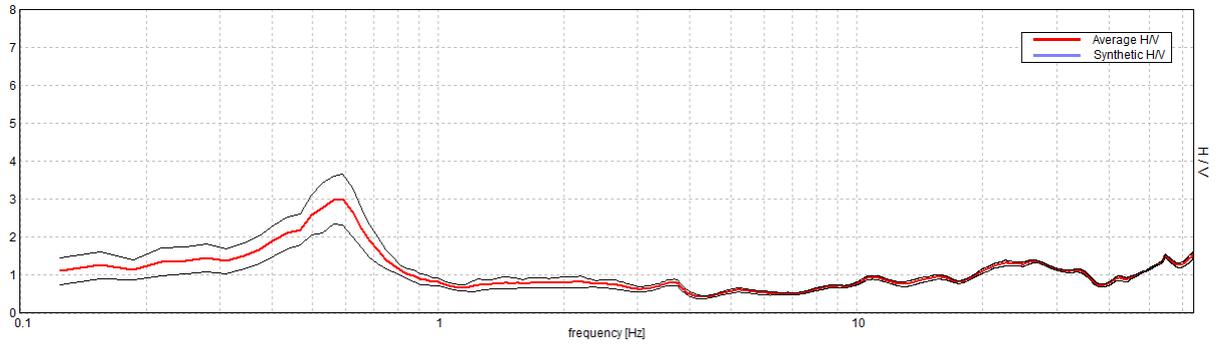


Max. H/V at 0.63 ± 10.33 Hz. Max.(N-S)/V: 0.63 ± 26.51 Hz. Max.(E-W)/V: 0.63 ± 10.72 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

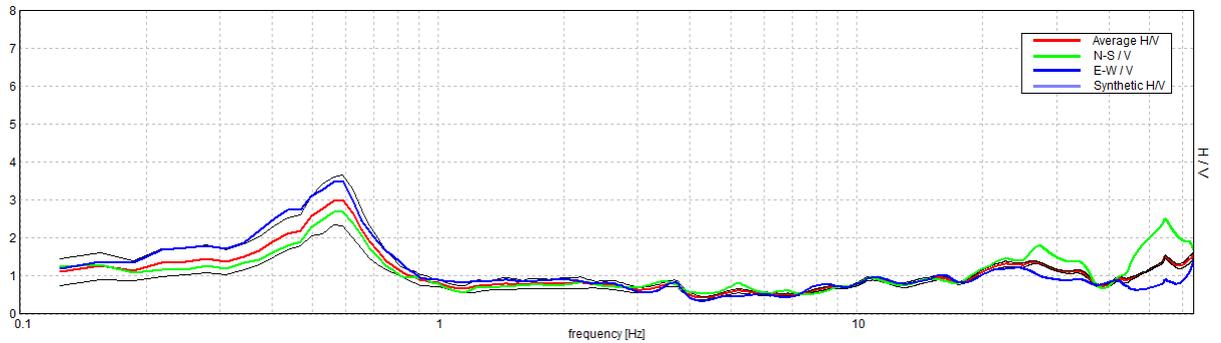


Sondaggio tromografico T8

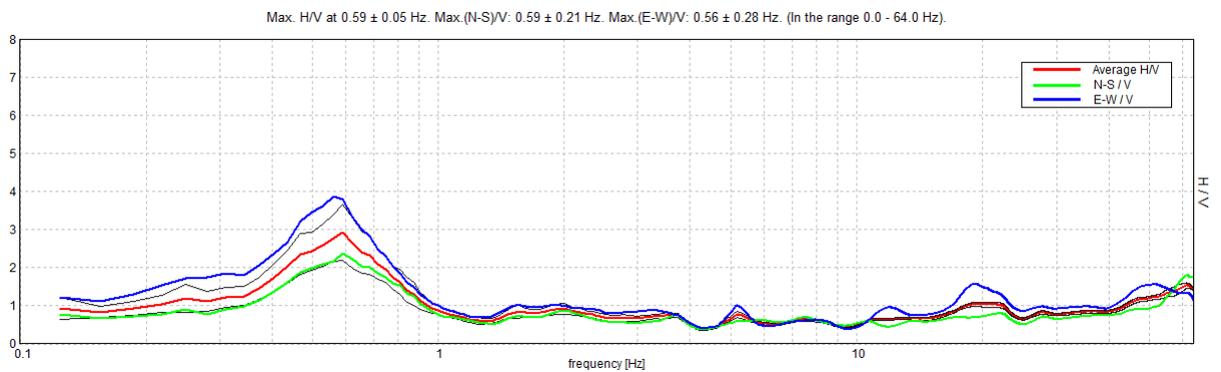
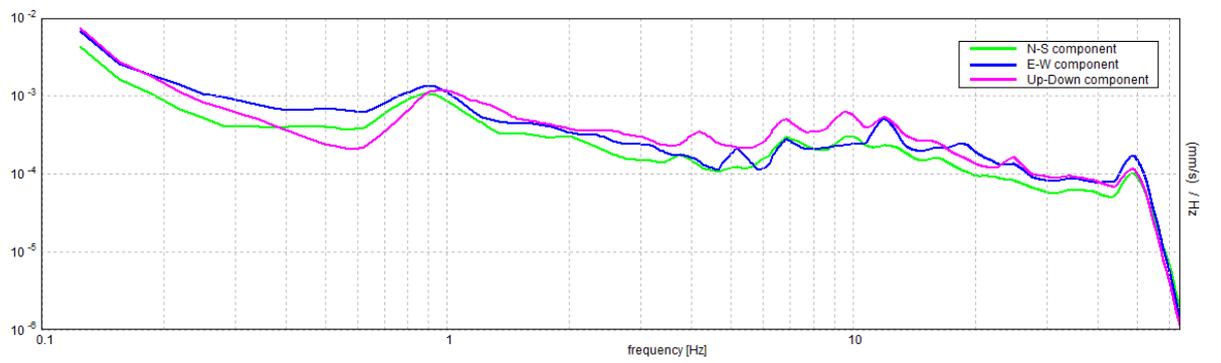
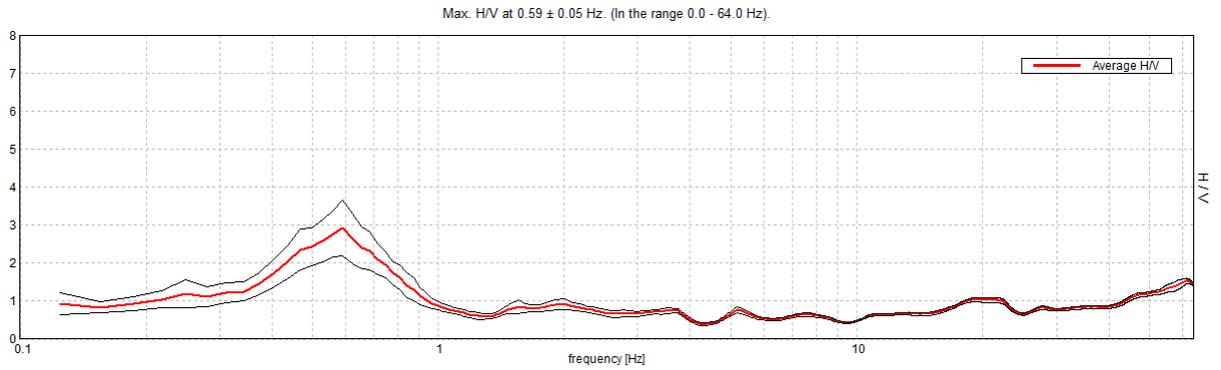
Max. H/V at 0.59 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Max. H/V at 0.59 ± 0.06 Hz. Max.(N-S)/V: 0.56 ± 28.22 Hz. Max.(E-W)/V: 0.59 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

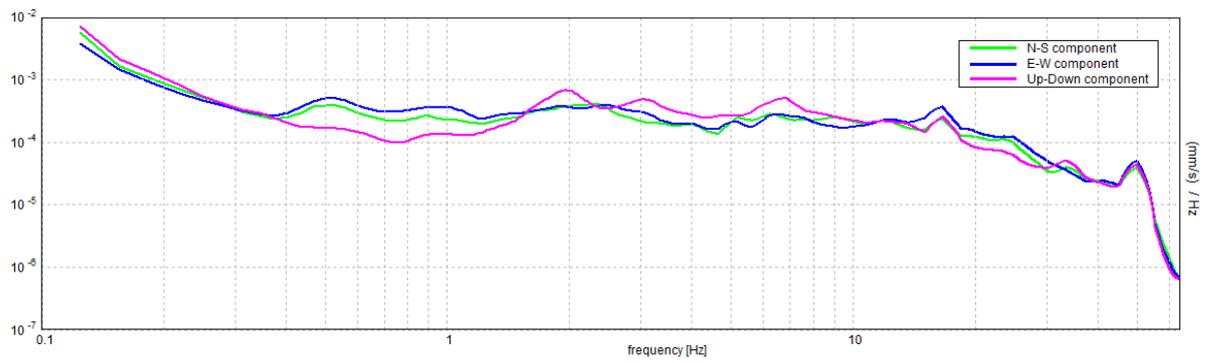
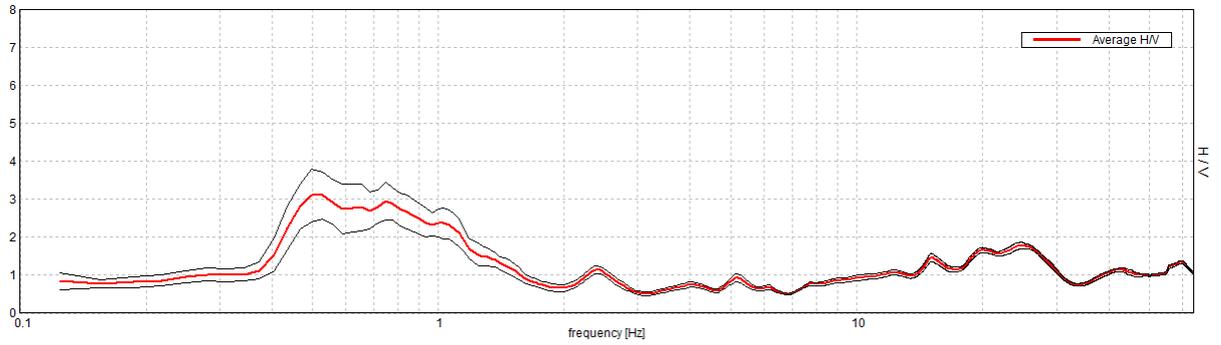


Sondaggio tromografico T9

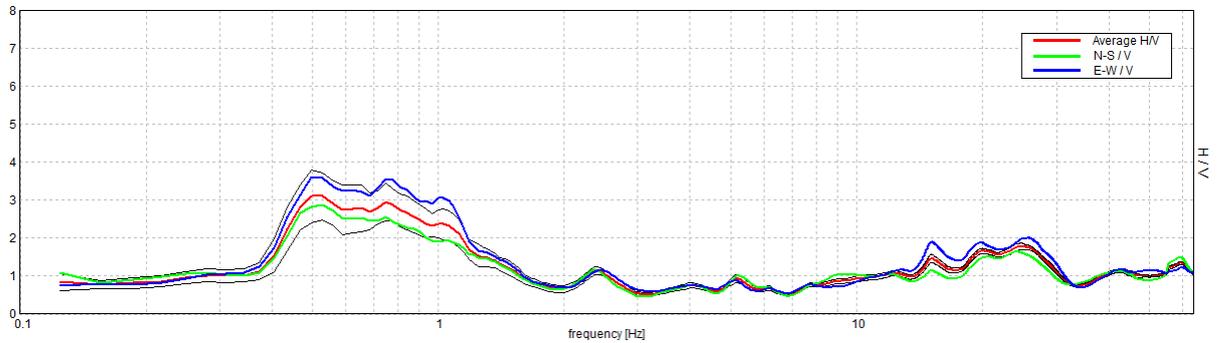


Sondaggio tomografico T10

Max. H/V at 0.5 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

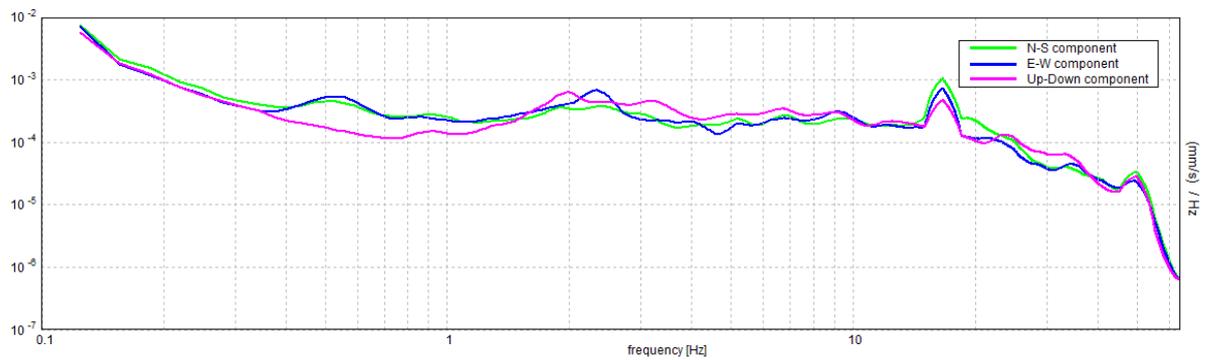
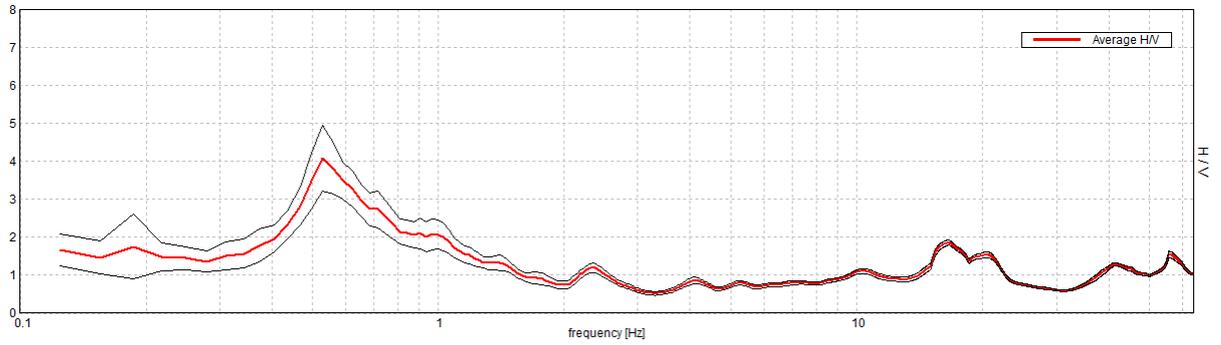


Max. H/V at 0.5 ± 0.05 Hz. Max. (N-S)V: 0.53 ± 0.1 Hz. Max. (E-W)V: 0.5 ± 0.18 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

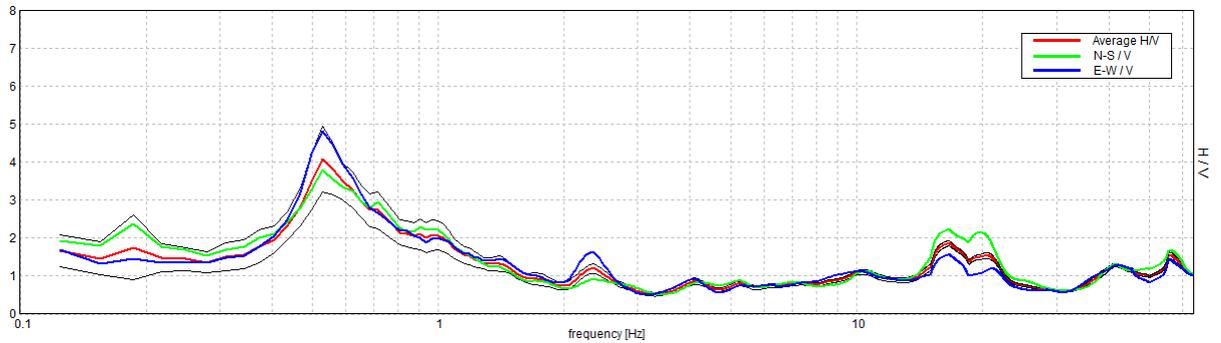


Sondaggio tromografico T11

Max. H/V at 0.53 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

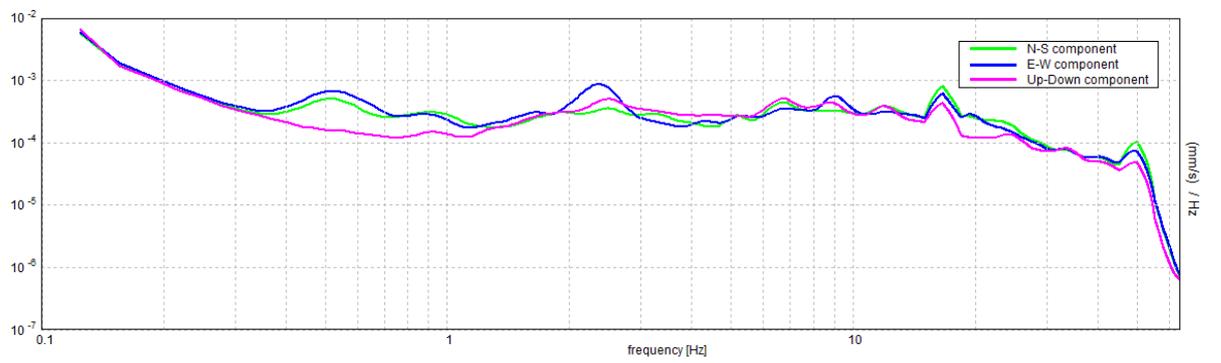
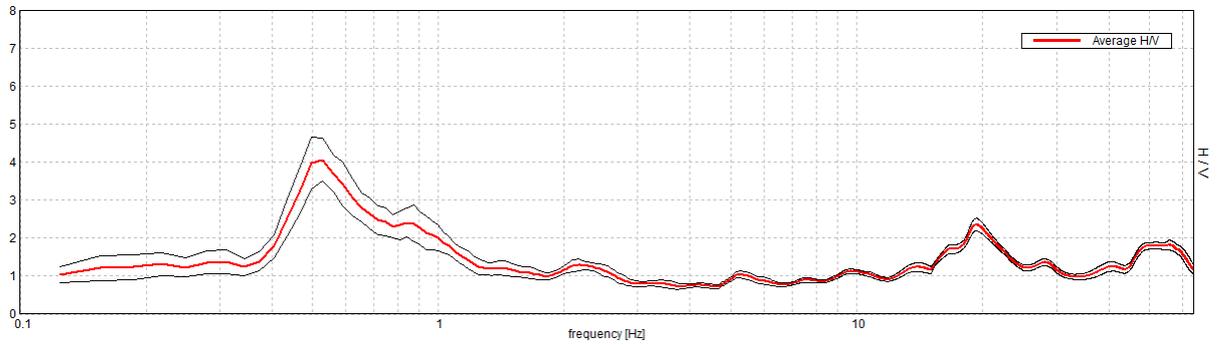


Max. H/V at 0.53 ± 0.11 Hz. Max.(N-S)/V: 0.53 ± 0.18 Hz. Max.(E-W)/V: 0.53 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

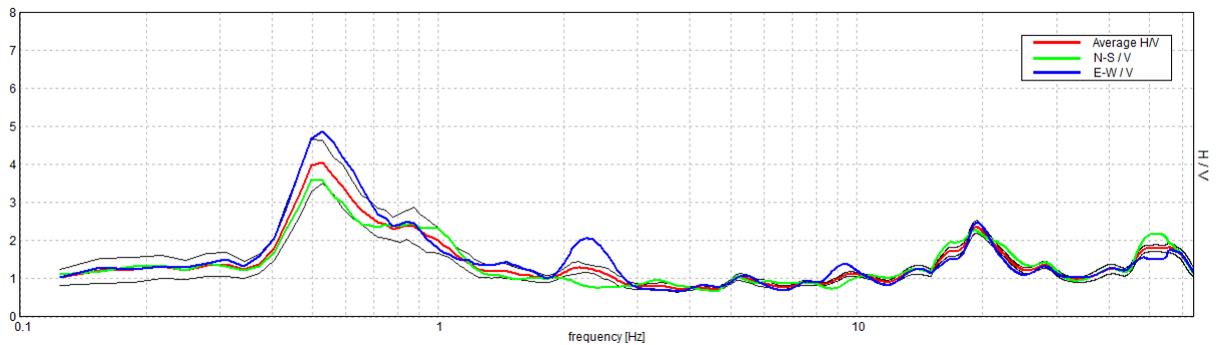


Sondaggio tromografico T12

Max. H/V at 0.53 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

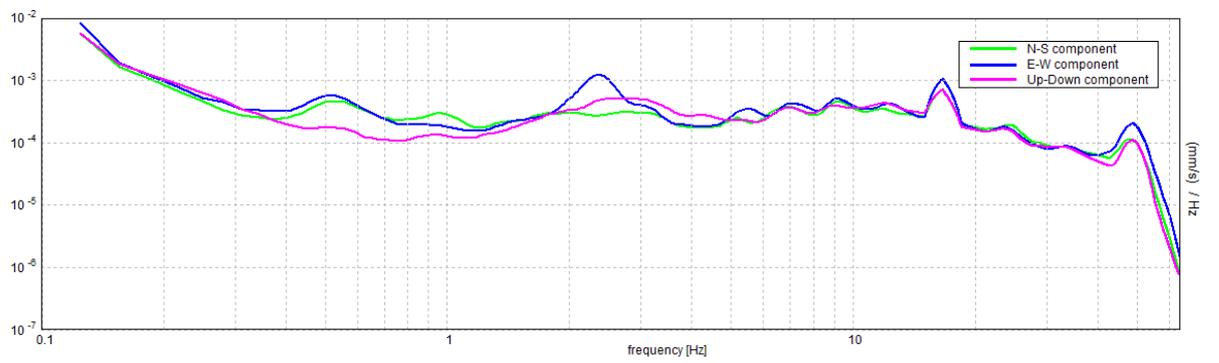
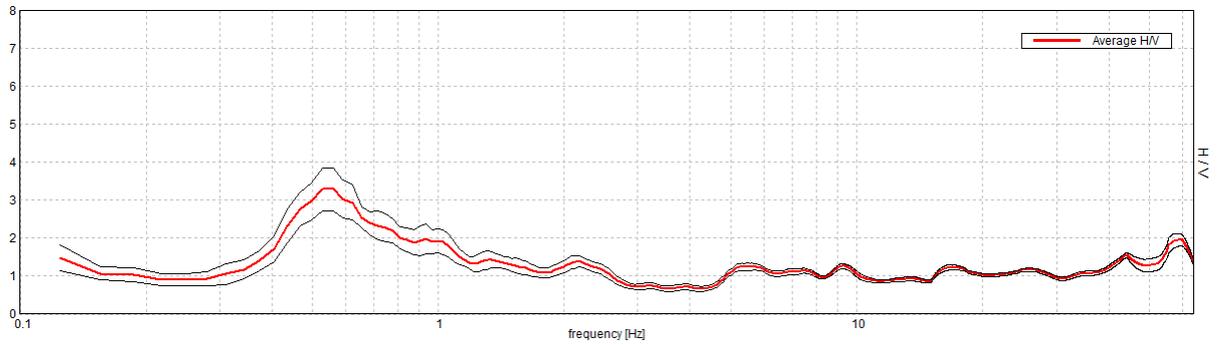


Max. H/V at 0.53 ± 0.01 Hz. Max. (N-S)/V: 0.5 ± 0.28 Hz. Max. (E-W)/V: 0.53 ± 0.31 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

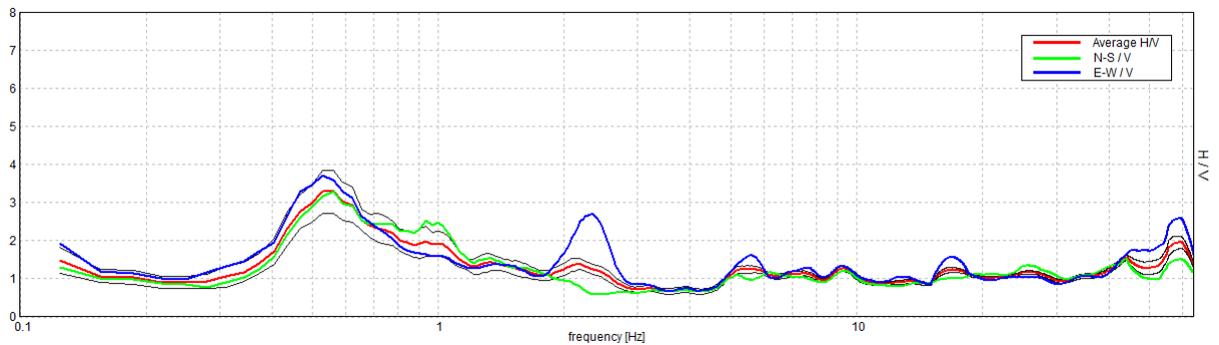


Sondaggio tromografico TSOTT

Max. H/V at 0.53 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Max. H/V at 0.53 ± 0.07 Hz. Max.(N-S)/V: 0.56 ± 0.33 Hz. Max.(E-W)/V: 0.53 ± 10.54 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio Vs.

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

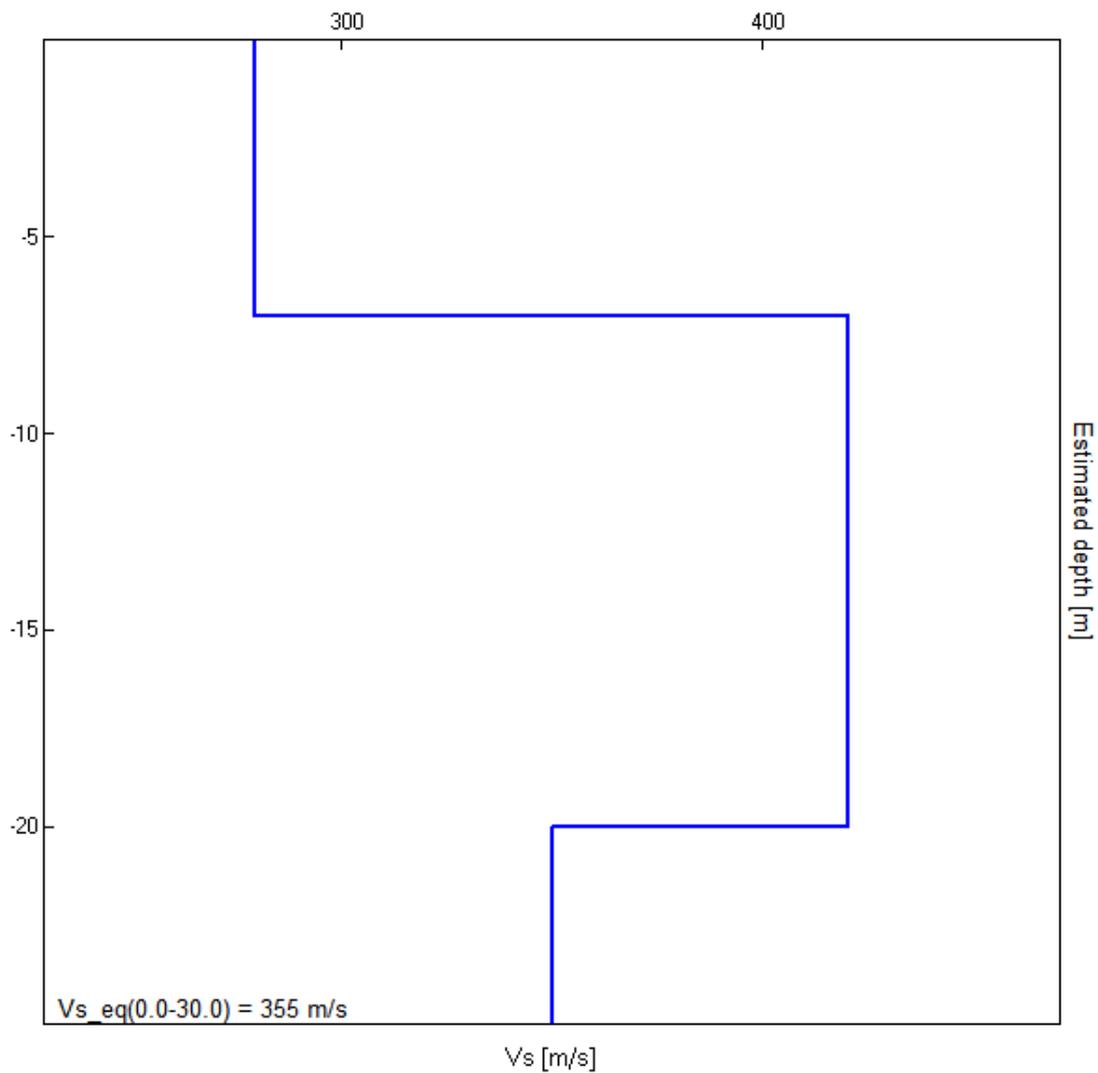
da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

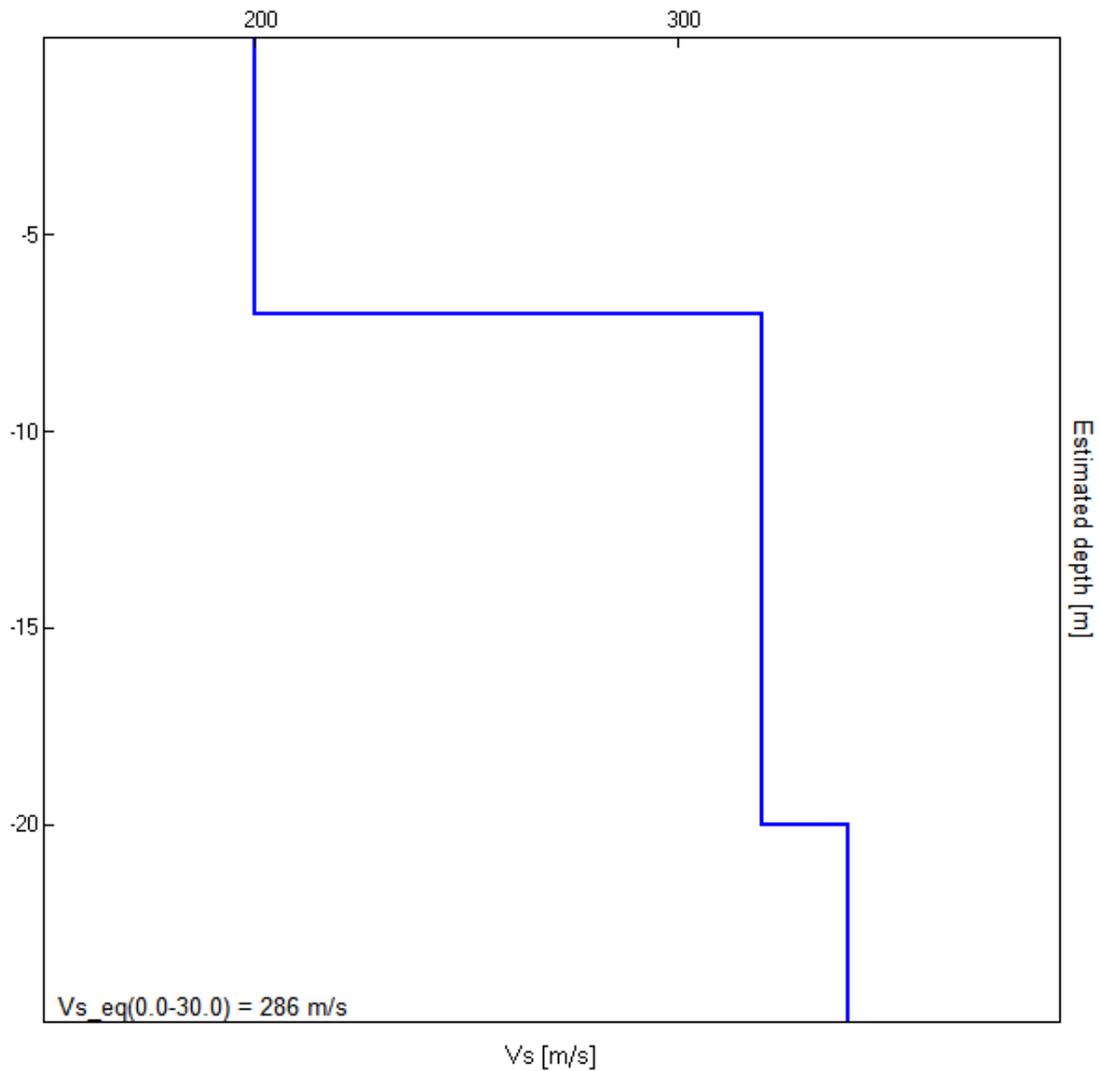
Profondità (m)	V_s (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 7.00	280	C	C ($V_{s,eq} = 355$ m/s)
7.00 – 20.00	420	B	
20.00 – 30.00	350	C	



Interpretazione sondaggio tomografico T1

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

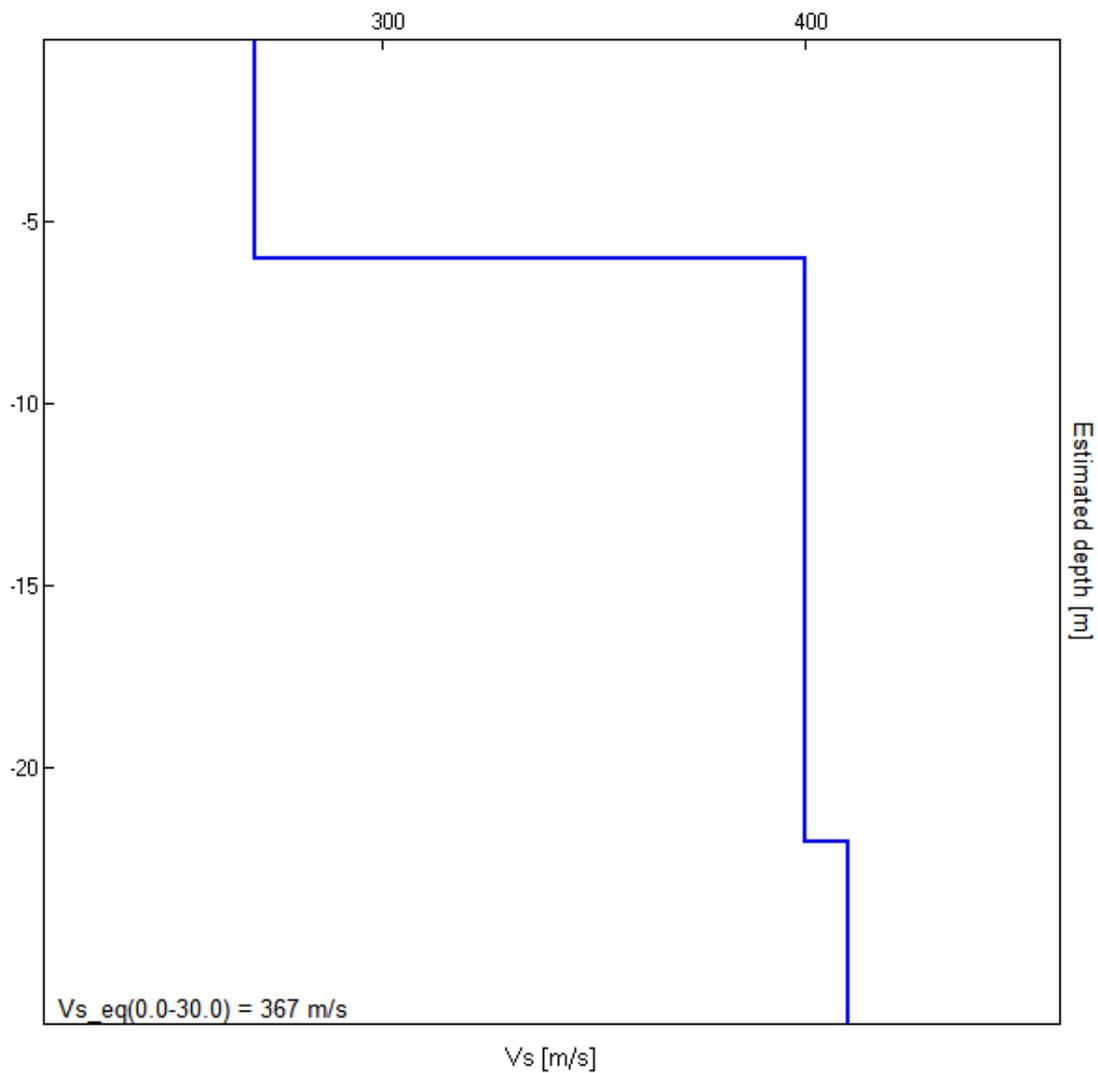
Profondità (m)	V_s (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 7.00	200	C	C ($V_{s,eq} = 286$ m/s)
7.00 – 20.00	320	C	
20.00 – 30.00	340	C	



Interpretazione sondaggio tomografico T2

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

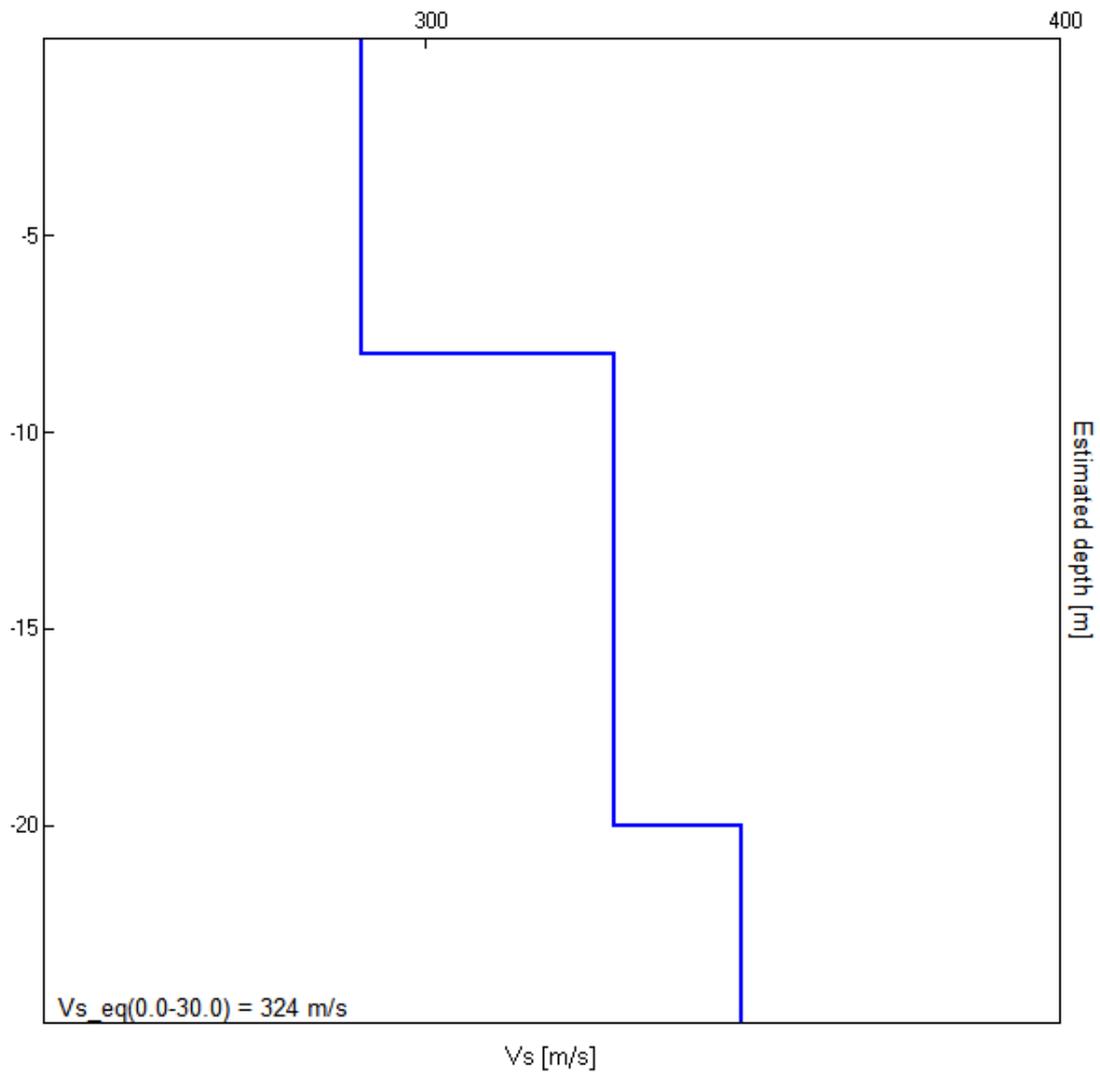
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 6.00	270	C	B (Vs,eq = 367 m/s)
7.00 – 22.00	400	B	
22.00 – 30.00	410	B	



Interpretazione sondaggio tromografico T3

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

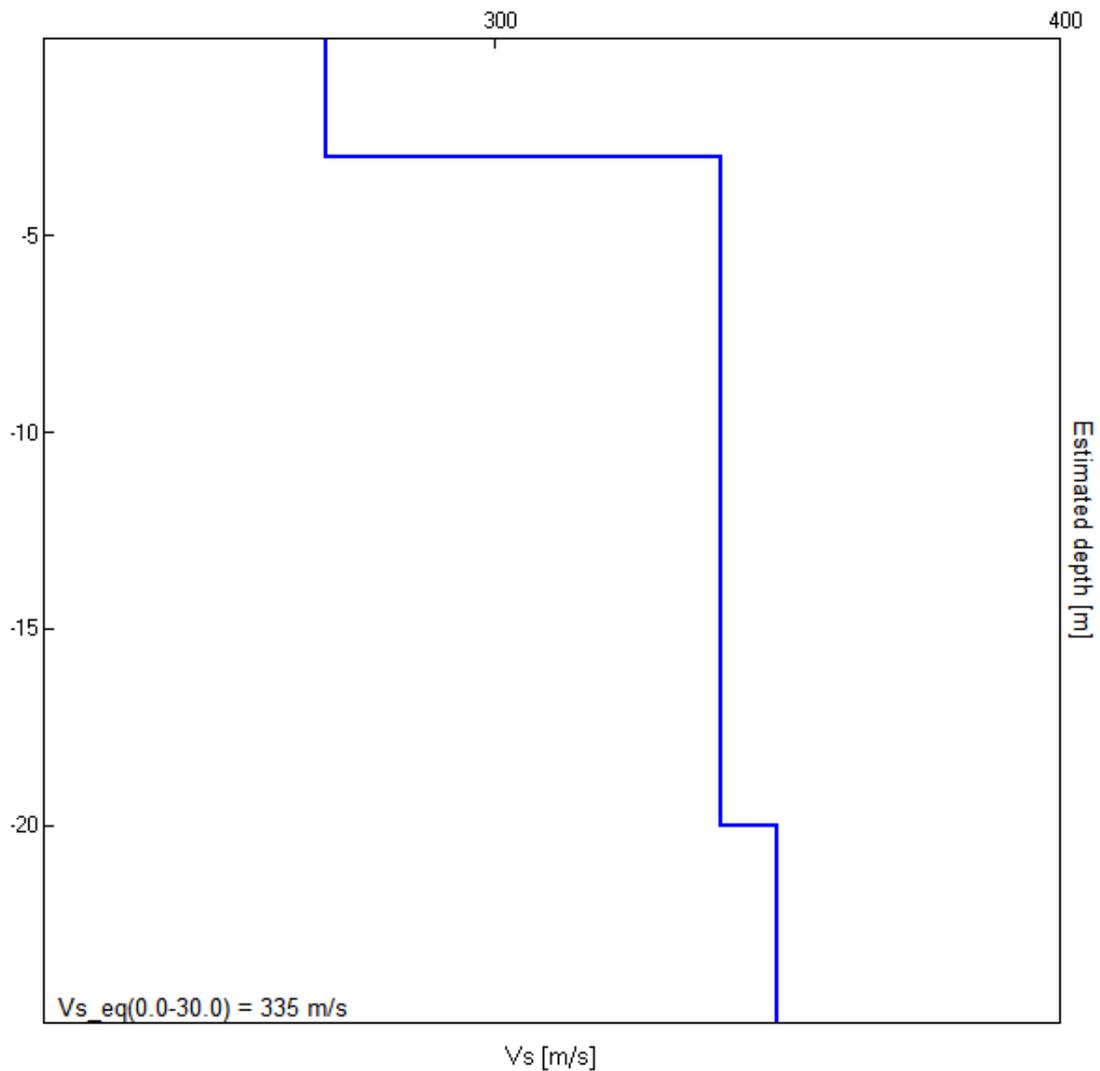
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 8.00	290	C	C (Vs,eq = 324 m/s)
8.00 – 20.00	330	C	
20.00 – 30.00	350	C	



Interpretazione sondaggio tromografico T4

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

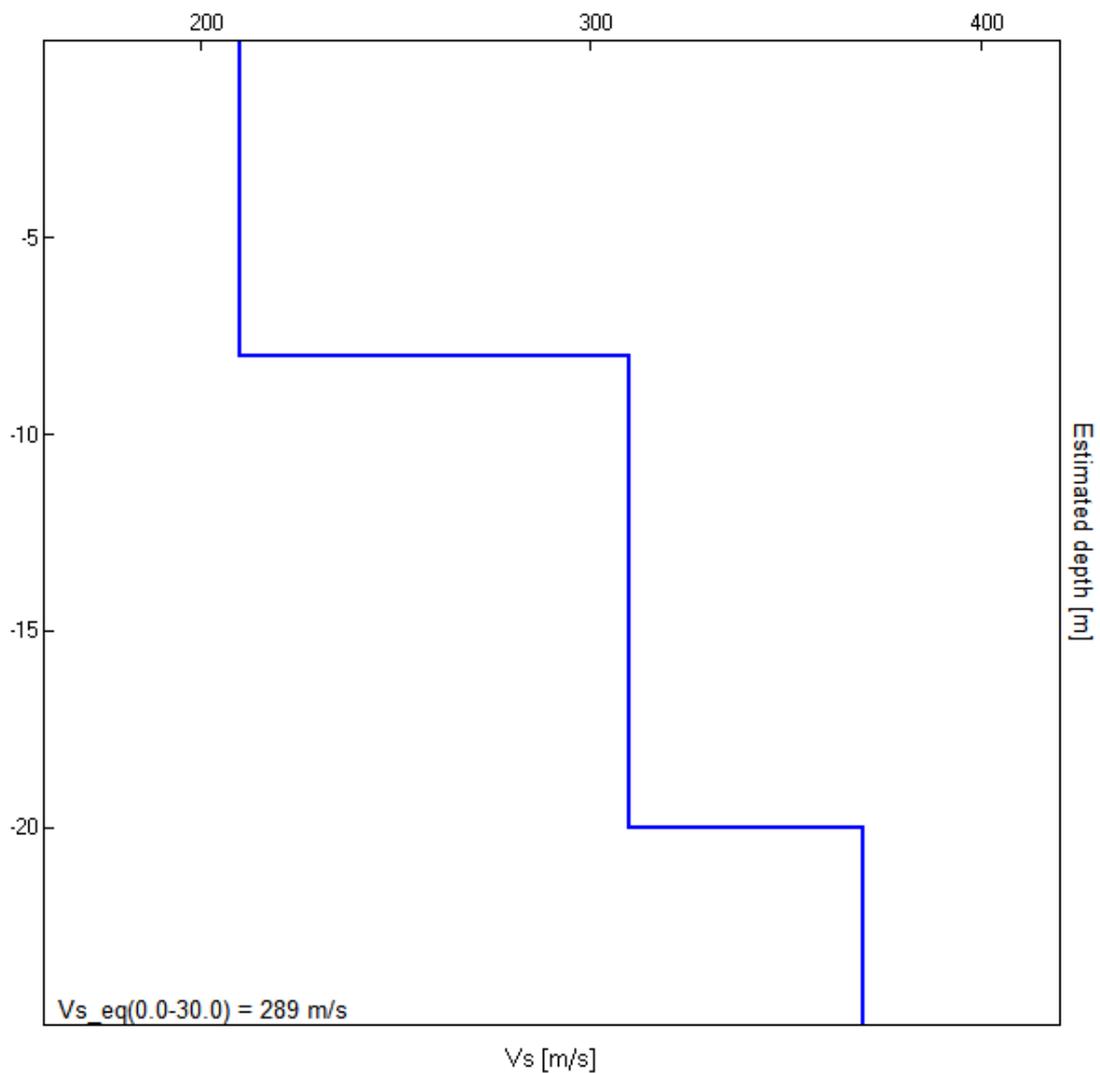
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 3.00	270	C	C (Vs,eq = 335 m/s)
3.00 – 20.00	340	C	
20.00 – 30.00	350	C	



Interpretazione sondaggio tomografico T5

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

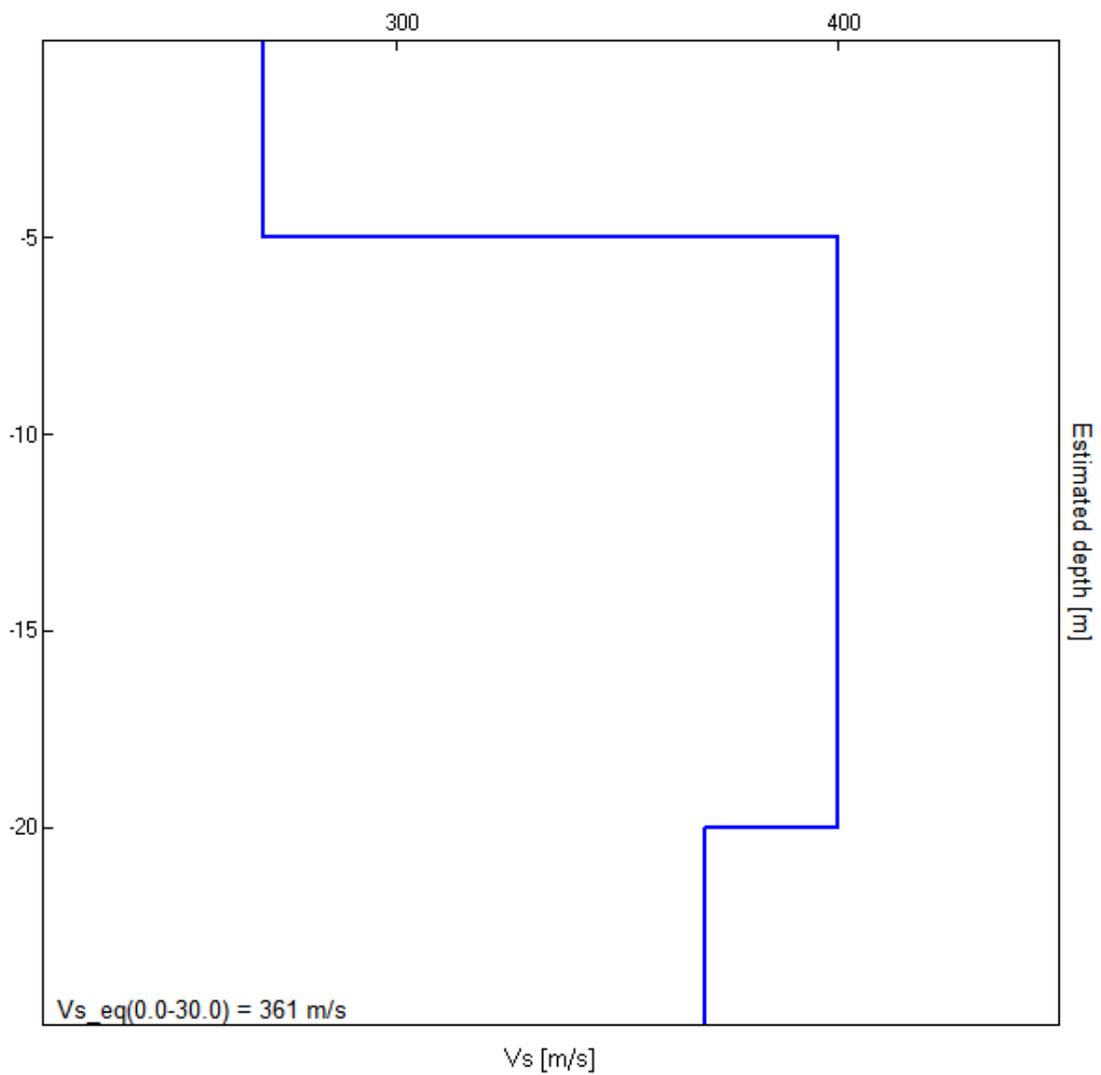
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 8.00	210	C	C (Vs,eq = 289 m/s)
8.00 – 20.00	310	C	
20.00 – 30.00	370	B	



Interpretazione sondaggio tomografico T6

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina e Monreale (Pa)

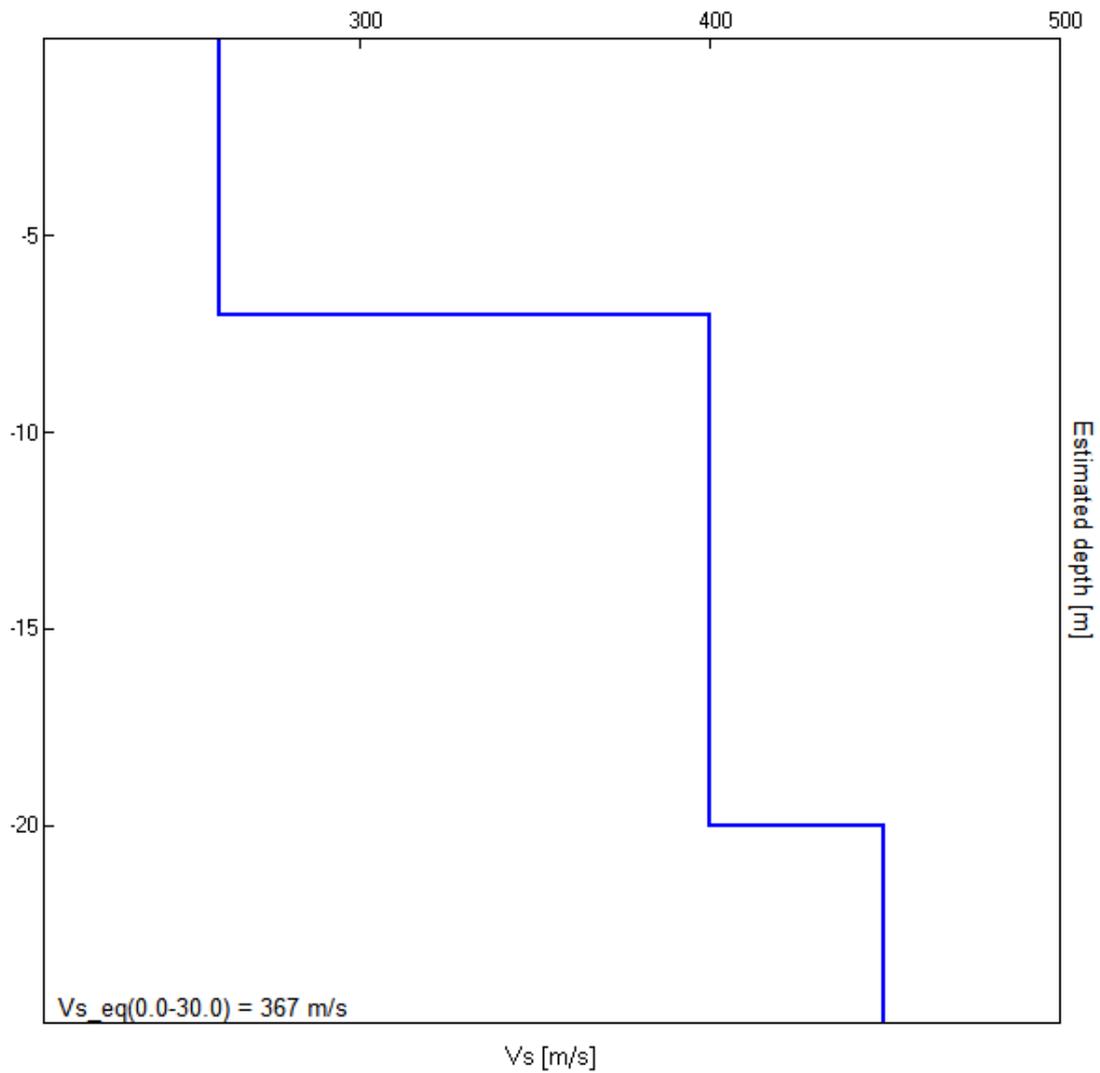
<i>Profondità (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018</i>	
0.00 – 5.00	270	C	B (Vs,eq = 361 m/s)
5.00 – 20.00	400	B	
20.00 – 30.00	370	B	



Interpretazione sondaggio tromografico T7

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina e Monreale (Pa)

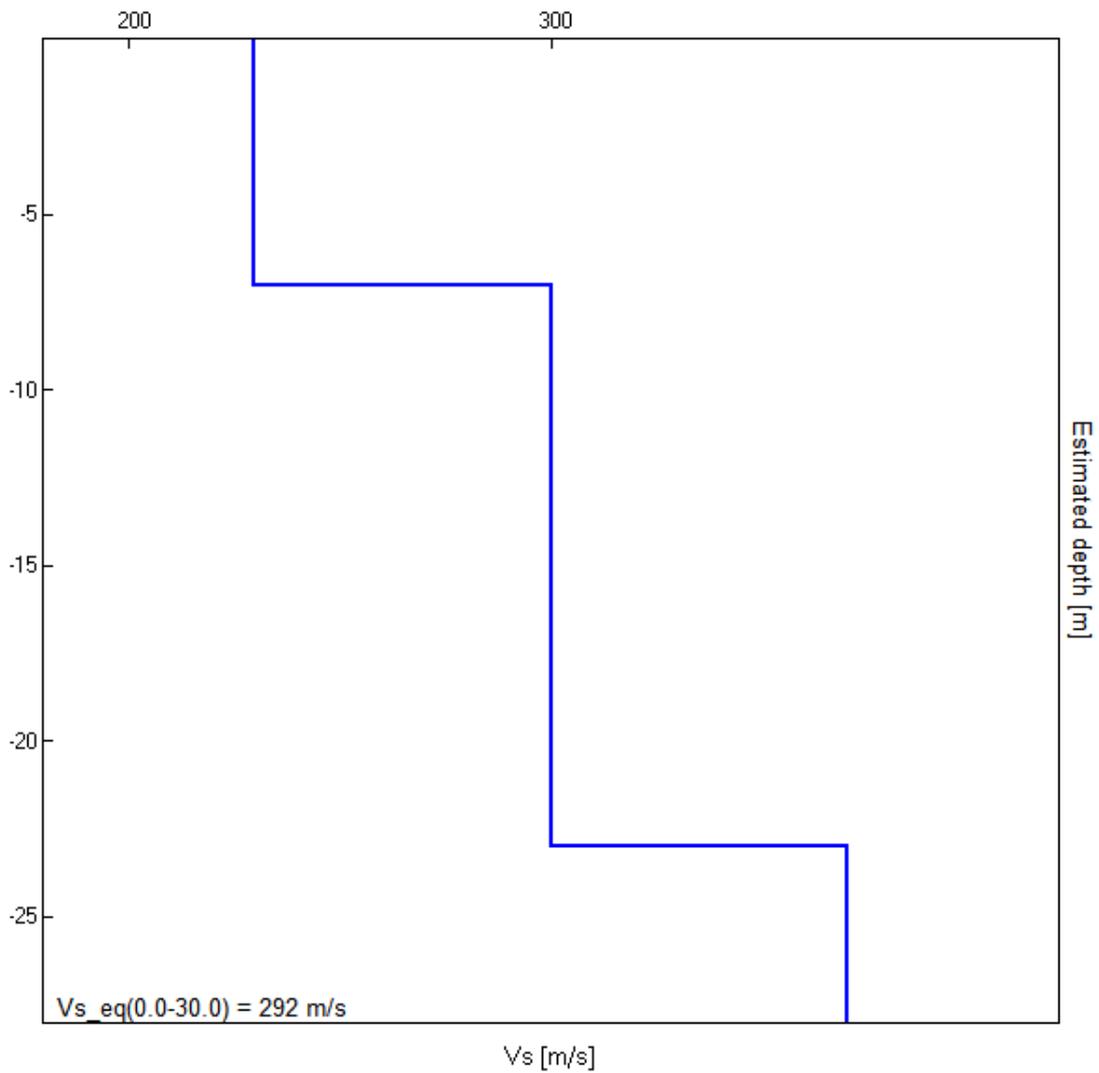
<i>Profondità (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018</i>	
0.00 – 7.00	260	C	B (Vs,eq = 367 m/s)
7.00 – 20.00	400	B	
20.00 – 30.00	450	B	



Interpretazione sondaggio tomografico T8

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina e Monreale (Pa)

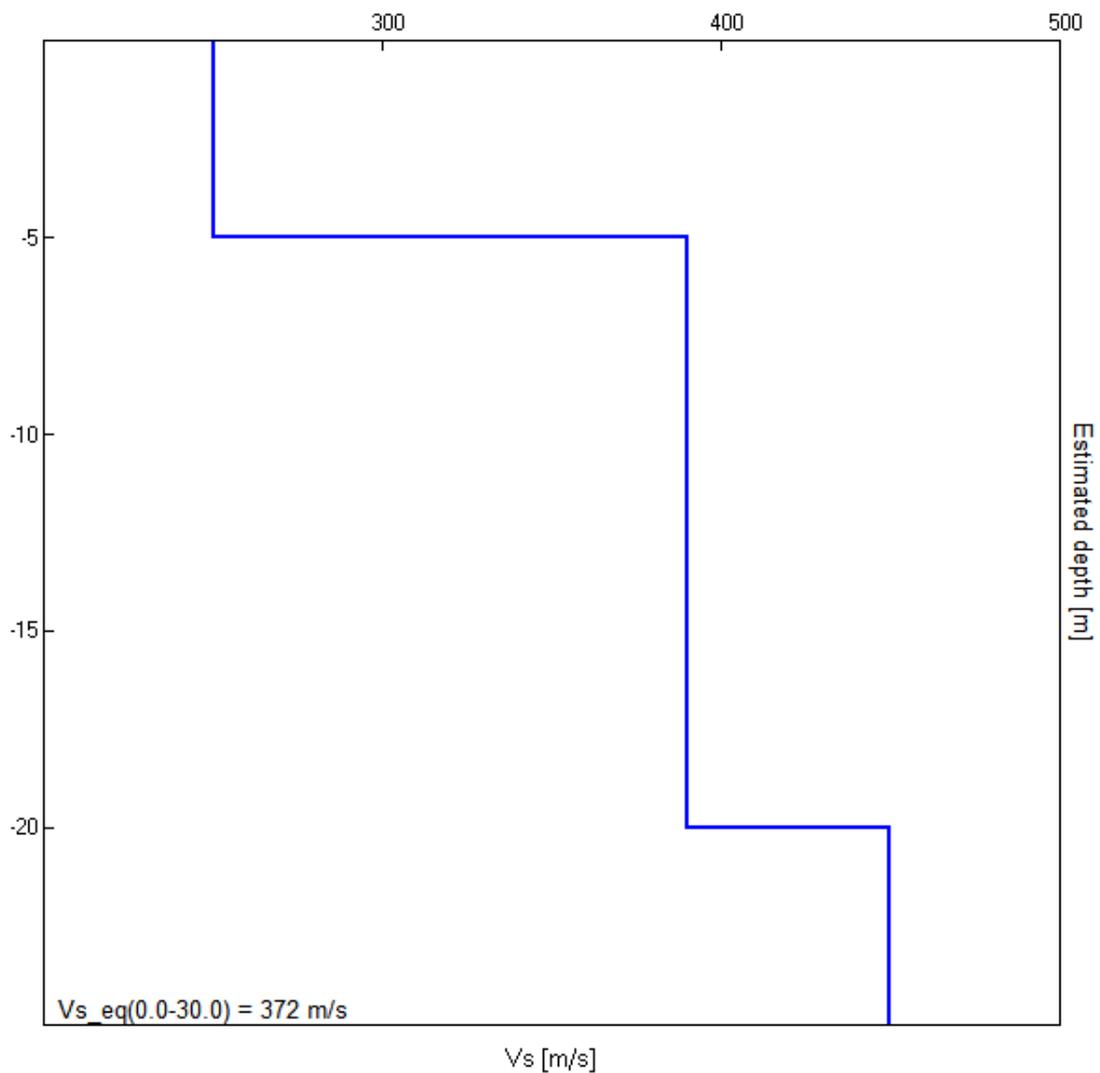
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 7.00	230	C	C (Vs,eq = 292 m/s)
7.00 – 23.00	300	B	
23.00 – 30.00	370	B	



Interpretazione sondaggio tomografico T9

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

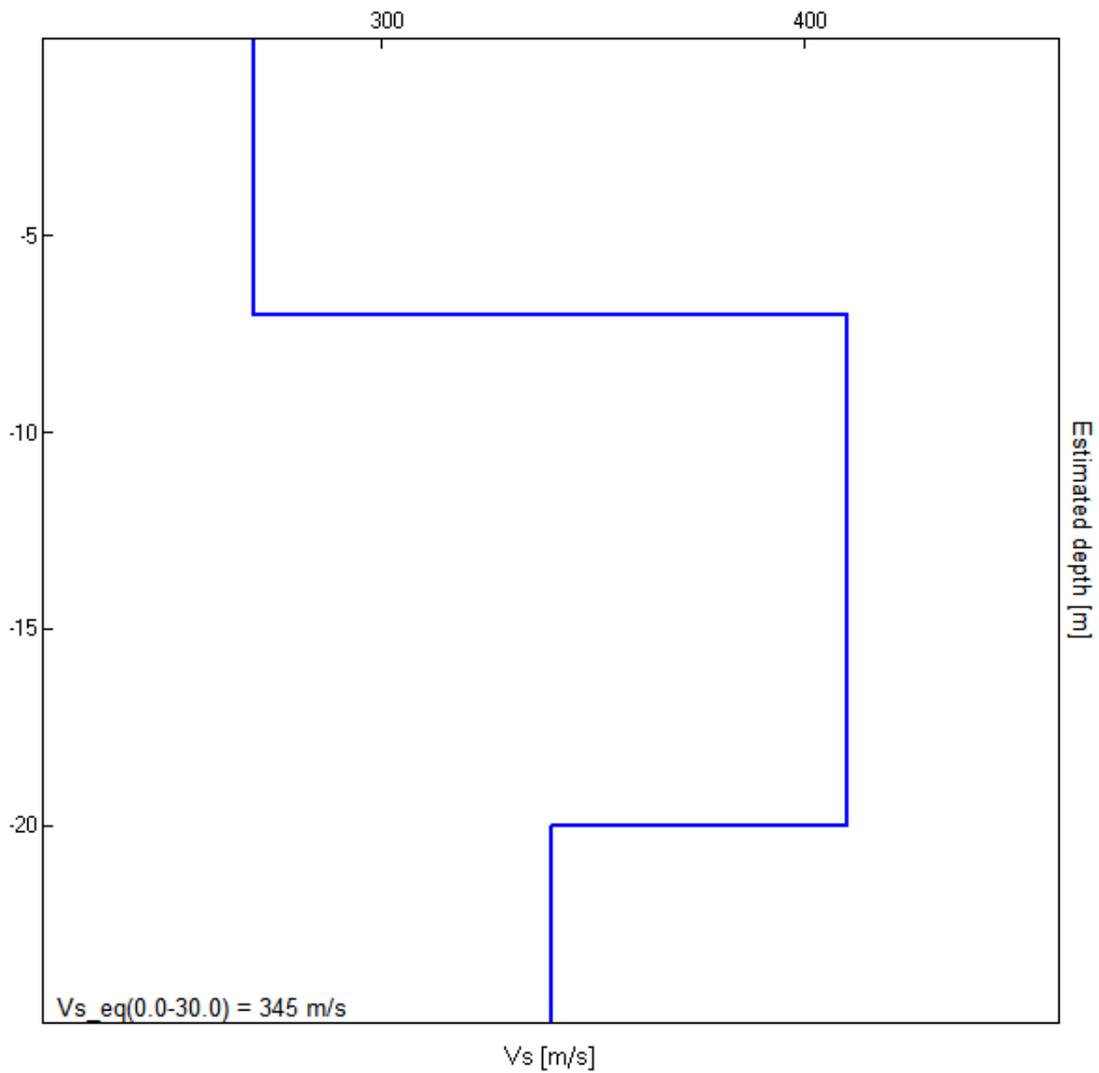
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 5.00	250	C	B (Vs,eq= 372 m/s)
5.00 – 20.00	390	B	
20.00 – 30.00	430	B	



Interpretazione sondaggio tomografico T10

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

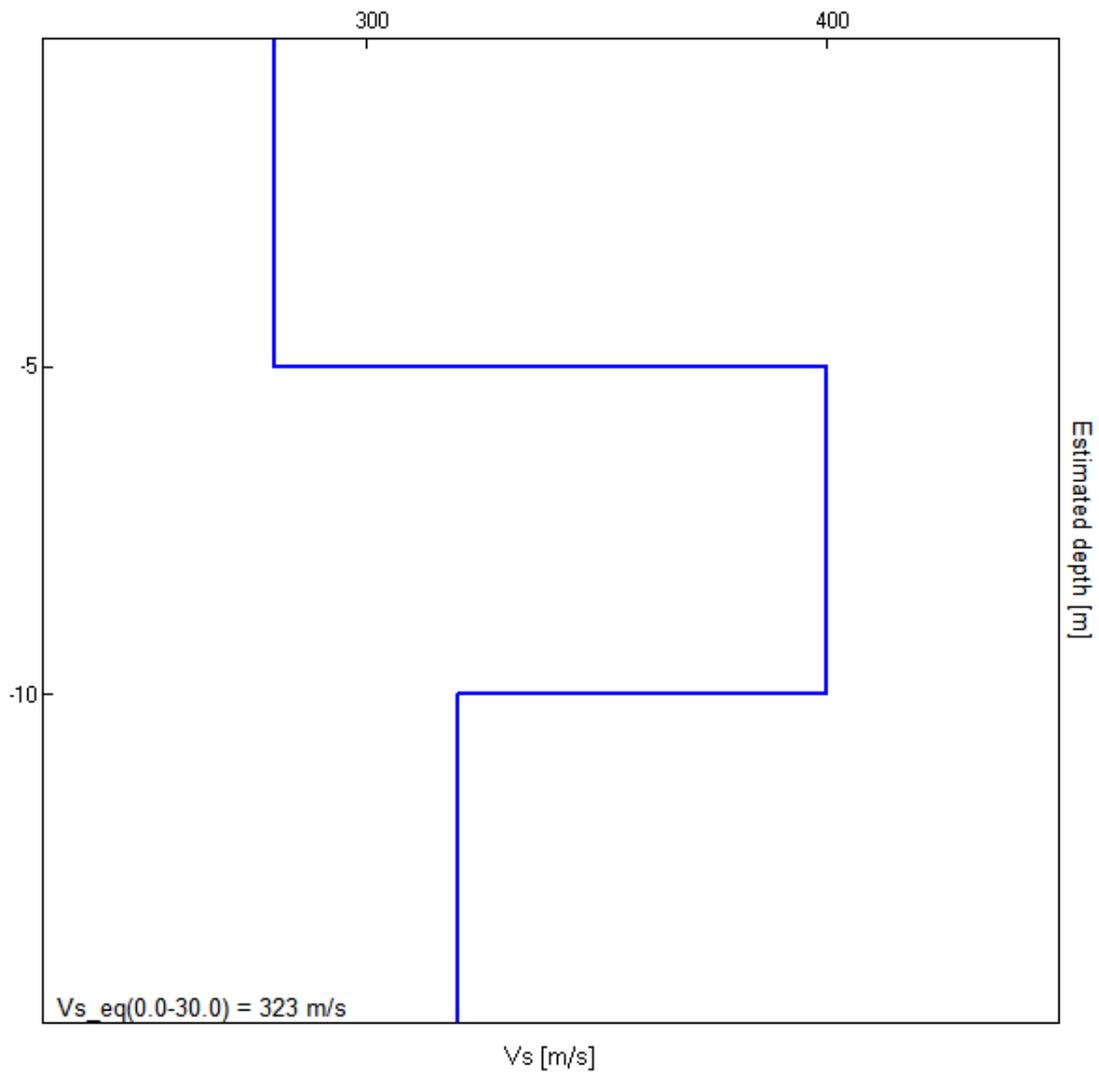
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 7.00	270	C	C (Vs,eq = 345 m/s)
7.00 – 20.00	410	B	
20.00 – 30.00	340	C	



Interpretazione sondaggio tromografico T11

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina e Monreale (Pa)

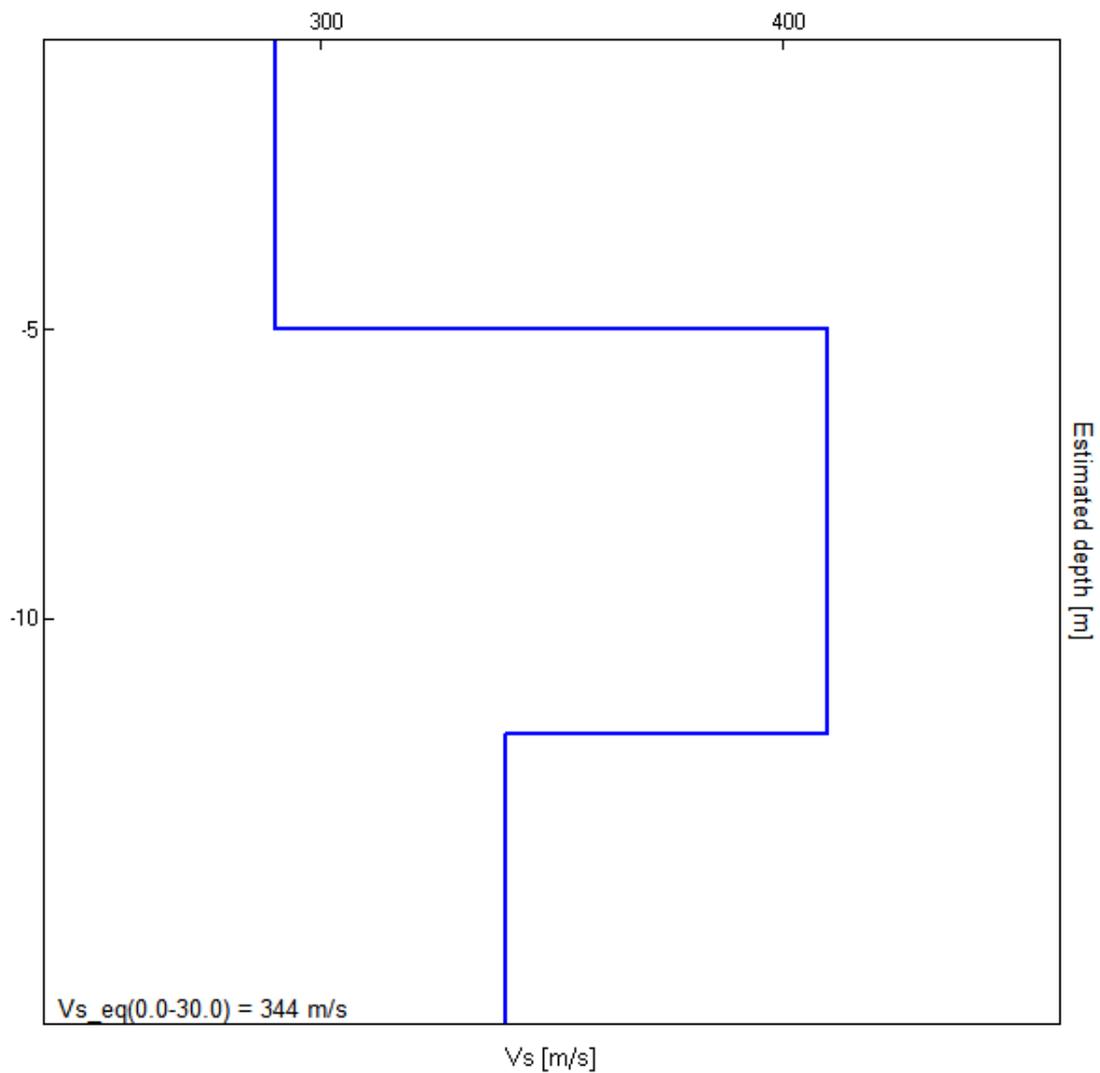
Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 5.00	280	C	C (Vs,eq = 323 m/s)
5.00 – 10.00	400	B	
10.00 – 30.00	320	C	



Interpretazione sondaggio tromografico T12

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)

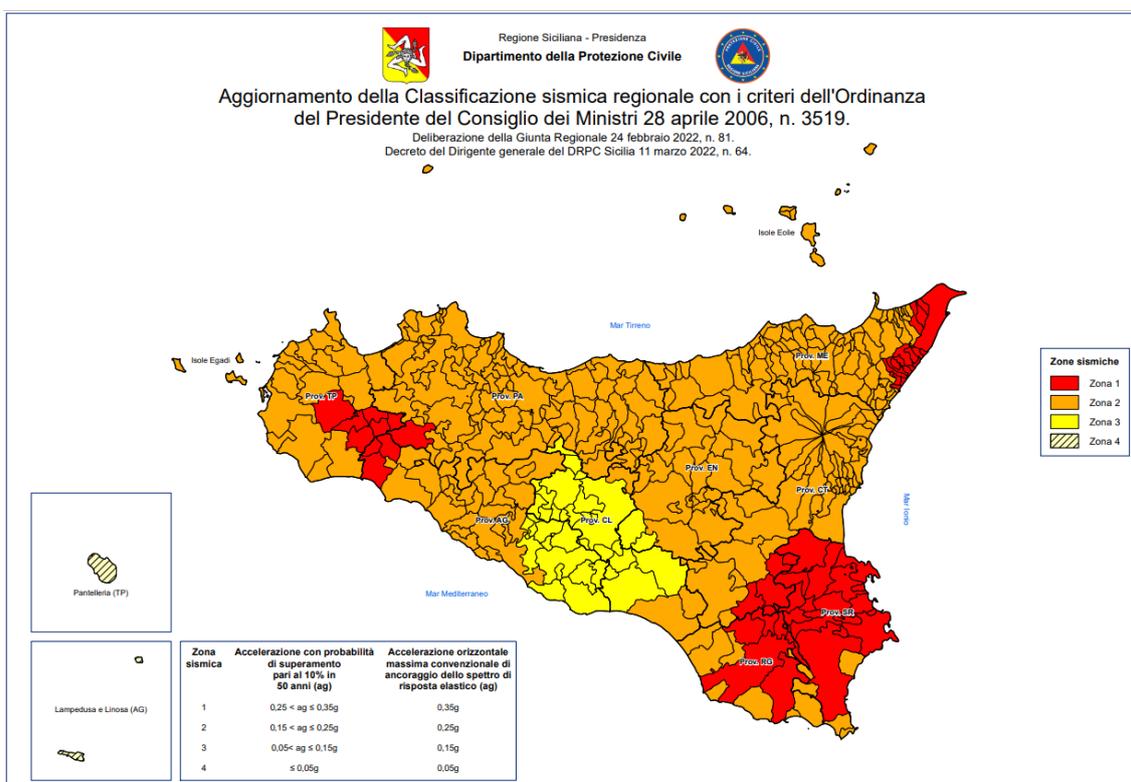
Profondità (m)	V_s (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 5.00	290	C	C ($V_{s,eq} = 344$ m/s)
5.00 – 12.00	410	B	
12.00 – 30.00	340	C	



Interpretazione sondaggio tomografico Sott

5. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

Il territorio dei Comuni di Corleone, Contessa Entellina e di Monreale, in cui si trovano le aree oggetto di intervento progettuale, a seguito di aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia con Decreto del Dirigente Generale del DRPC Sicilia dell'11 marzo 2022, n. 64 ricadono entrambi in zona sismica 2.



In questo quadro trova conferma la classificazione sismica dell'area e la necessità di studiare le eventuali modificazioni che dovessero subire le sollecitazioni sismiche ad opera dei fattori morfologici, strutturali e litologici.

Tali studi, eseguiti anche in Italia nelle zone dell'Irpinia, del Friuli, dell'Umbria e più recentemente di Palermo e del Molise, hanno evidenziato notevoli differenze di effetti da zona a zona nell'ambito di brevi distanze,

associate a differenti morfologie dei siti o a differenti situazioni geologiche e geotecniche dei terreni.

In tal senso sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la "formazione di base" sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione ed in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all'aumentare della deformabilità dei terreni.

La trasmissione di energia dal bedrock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni attraversati; all'aumentare della deformabilità alle alte frequenze di

propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidità dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte tale valore aumenta anche all'aumentare della potenza dello strato di terreno.

Di particolare importanza è, inoltre, lo studio dei contatti stratigrafici in affioramento soprattutto tra terreni a risposta sismica differenziata.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, dai dati delle indagini sismiche eseguite i terreni presenti in corrispondenza degli aerogeneratori COR02, COR03, COR04, COR05, COR06, COR10, COR11, COR12 e della sottostazione appartengono alla 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”*, mentre in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR07, COR08 e COR09 appartengono alla *Categoria B - “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

6. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il problema della liquefazione dei terreni è di estrema importanza in aree a rischio sismico, come quella in cui si deve realizzare il progetto.

Si tratta di un fenomeno estremamente importante e pericoloso in particolari condizioni.

Il termine *liquefazione* viene usato, per definire un processo per cui una massa di terreno saturo, a seguito dell'intervento di forze esterne, statiche o dinamiche perde resistenza al taglio e si comporta come un fluido.

Ricordando la relazione di un terreno incoerente saturo:

$$\tau_f = (\sigma_f - u) \operatorname{tg} \varphi$$

se per effetto delle azioni esterne la pressione applicata si trasferisce integralmente alla fase liquida, ossia $\sigma = u$, viene $\tau_f = 0$ e quindi resistenza tangenziale nulla.

Sono soprattutto le azioni dinamiche a disturbare l'equilibrio dello scheletro solido orientando le particelle di roccia, immerse in acqua, verso una maggiore compattezza.

Le particelle di terreno sotto la vibrazione, si dispongono infatti facilmente in un nuovo assetto ed in questa fase di transizione perdono il contatto fra di loro e, quindi, sono «flottanti» temporaneamente nell'acqua perdendo ogni funzione portante.

La presenza dell'acqua pone le sabbie, sottoposte a rapide alternanze di carico, in situazione analoga a quella delle argille sature sottoposte rapidamente a carichi statici; infatti la velocità con la quale si producono le variazioni di volume è talmente elevata che, nonostante la forte permeabilità dello scheletro granulare della sabbia, l'acqua non riesce a sfuggire

mentre avviene la riduzione di volume del tessuto e, quindi, le pressioni interstiziali annullano la resistenza di attrito.

Di qui la liquefazione del terreno e lo sprofondamento delle opere.

La predisposizione alla liquefazione dipende, quindi, dalla capacità del terreno ad aumentare la propria densità, il che è legato evidentemente alla percentuale di vuoti iniziale.

Il fenomeno della liquefazione si verifica per stratificazioni superficiali, a profondità di 15 m può dirsi che esso sia escluso a causa della compattezza prodotta dalla pressione geostatica.

Notevoli assestamenti possono verificarsi con terreni anche asciutti sottoposti a vibrazioni ma senza la presenza della falda non è possibile l'istaurarsi del fenomeno della liquefazione.

I metodi con cui si calcola la tendenza alla liquefazione sono divisi in due categorie: a) Metodi semplificati; b) Metodi empirici ed il nostro studio utilizza quelli definiti dal programma Liquiter della Geostru.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ ed indagini geofisiche per il calcolo delle Vs30.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene, quindi, valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione.

Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) *Metodo di Seed e Idriss (1982);*
- 2) *Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);*
- 3) *Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);*
- 4) *Metodo di Finn (1985);*
- 5) *Metodo di Cortè (1985);*
- 6) *Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);*
- 7) *Metodo di Andrus e Stokoe (1998);*
- 8) *Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);*
- 9) *Metodo basato sull'NTC 2008.*

In base all'Eurocodice 8 (ENV 1998-5) si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- ❖ contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- ❖ contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$;

❖ frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

<i>Categoria suolo</i>	<i>Spettri di Tipo 1 - S (M > 5,5)</i>	<i>Spettri di Tipo 2 - S (M < 5,5)</i>
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys.

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT, la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

(a)

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,00000371 4 [(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

$$C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato.

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7 – 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 – 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 – 1,4
Automatico-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 – 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine (FC):

$\alpha = 0$	per $FC \leq 5\%$
$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\alpha = 5$	per $FC > 35\%$
$\beta = 1,0$	per $FC \leq 5\%$
$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$

$$\beta = 1,2 \quad \text{per FC} > 35\%$$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la seguente formula

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di particelle fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$, si utilizza la (a) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la formula:

$$V_{S1} = V_S \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe:

$$CRR = 0,03 \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse

di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati.

La probabilità di liquefazione P_L , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_s}{0,72} \right)^{3,1}}$$

Nello specifico del nostro lavoro e dai dati in nostro possesso, si evince che in corrispondenza delle opere in progetto sono presenti i litotipi gessosi, calcarei ed argillosi che non consentono la formazione di fenomeni di liquefazione.

Si ritiene che anche in corrispondenza della COR01, COR02, COR04, COR05 e COR07 dove il complesso sabbioso pliocenico poggia sui terreni del complesso argilloso pliocenico, non si possono formare fenomeni di liquefazione in quanto, dai rilievi effettuati, si evince che non è presente una falda freatica a profondità minori di 15 m. Quanto detto sopra si evince dal fatto che i siti degli aerogeneratori si trovano sulle creste e l'acqua piovana infiltratasi drena velocemente verso i versanti argillosi.

A vantaggio della sicurezza, in questa fase sono stati eseguiti i primi preliminari calcoli, simulando la presenza di falda, che ci confortano in base alla notevole presenza di materiali a granulometria fine che inibiscono l'istaurarsi di tale fenomeno per cui si può dire che in generale il problema non sussiste, come peraltro dimostra la serie storica dei terremoti che si sono avvertiti in zona.

Infatti, in tutta la storia recente, pur in presenza di terremoti anche di magnitudo importante, non si sono osservati fenomeni di liquefazione in sito.

Si ritiene, comunque, indispensabile che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in c.a. si eseguano le indagini di verifica delle su esposte ipotesi geologiche.

7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO

Da quanto desumibile dalle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche in situ ed in laboratorio eseguite in questa prima fase, i terreni che costituiscono il volume geotecnicamente significativo delle opere in progetto sono riferibili alle seguenti litologie: **a) Depositi alluvionali terrazzati; b) Complesso Argilloso Pliocenico; c) Complesso Sabbioso Pliocenico; d) Trubi; e) Gessi (Fm. Cattolica); f) Calcari (Fm. Pasquasia); d) Fm. Terravecchia (Frazione argillosa); Argille Marnose (Formazione Tavernola).**

Ne descriviamo singolarmente le caratteristiche litologiche e meccaniche così come desumibili dai dati ricavati durante le prove geognostiche, geofisiche e geotecniche, nonché dalle pubblicazioni scientifiche e dall'esperienza maturata su questi terreni, tenendo conto che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture fondali sarà necessario integrare le indagini eseguite di questa fase come descritto in premessa.

a) Depositi alluvionali terrazzati: Si tratta di rocce "pseudo-coerenti" costituite da sabbie e sabbie limose da scarsamente a mediamente addensate.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica, come è noto, non è possibile eseguire alcuna sperimentazione in laboratorio, può quindi farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 30^\circ$; $c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,9 \text{ kN/m}^3$.

b) Complesso Argilloso Pliocenico: si tratta di limi e limi argillosi di colore nocciola, da scarsamente a mediamente consistente e plastica quando alterata, mentre la frazione inalterata è costituita da argille limose di colore grigio da mediamente consistenti a consistenti, a tratti plastiche, a struttura omogenea. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento ai risultati delle prove di laboratorio eseguite nell'ambito del presente studio.

Frazione alterata: $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 34 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.

Frazione inalterata: $\varphi' = 34^\circ$, $c' = 30 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$.

c) Complesso Sabbioso Pliocenico: Si tratta di sabbie e sabbie limose di colore ocra, da scarsamente a mediamente addensate. Per la caratterizzazione fisico-meccanica, come è noto, non è possibile eseguire alcuna sperimentazione in laboratorio, può quindi farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche:

$\varphi' = 25^\circ$, $c' = 10 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 191,0 \text{ kN/m}^3$.

d) Trubi – Frazione argillificata: limi marnosi di colore beige e biancastro, da mediamente consistenti a consistenti, a tratti plastici, a struttura omogenea con tracce di ossidazione rossastre. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento ai risultati delle prove di laboratorio eseguite nell'ambito del presente studio: $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 23 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$.

e) Gessi: sono formati da cristalli geminati a “ferro di lancia” cristallini e fratturati, sono stratificati in banchi. Per la caratterizzazione fisico-

meccanica di questi terreni su cui, come è noto, non è possibile alcuna sperimentazione in laboratorio, può farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche:

$$\varphi' = 40^\circ, c' = 22 \text{ kN/m}^2, \gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3.$$

I valori di resistenza a compressione sono compresi tra 10-40 N/mm².

- f) Calcari:** si tratta di calcari marnosi molto teneri, friabili, intensamente fratturati e stratificati molto teneri, friabili, intensamente fratturati e stratificati, cariati.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica, come è noto, non è possibile eseguire alcuna sperimentazione in laboratorio, può quindi farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni, dalle sperimentazioni scientifiche:

$$\varphi' = 35^\circ, C' = 20,0 \text{ kN/m}^2, \gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3.$$

- g) Fm. Terravecchia (Frazione argillosa):** si tratta di "rocce pseudocoerenti" costituite da limi e limi sabbiosi da scarsamente a mediamente consistenti mentre la frazione inalterata da argille ed argille sabbiose consistenti, di colore grigio con intercalati sottili livelli sabbiosi. Per la caratterizzazione fisico-meccanica può farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche:

$$\text{Frazione alterata: } \varphi' = 28^\circ, c' = 25 \text{ kN/m}^2, \gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3.$$

$$\text{Frazione inalterata: } \varphi' = 30^\circ, c' = 30 \text{ kN/m}^2, \gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3.$$

h) Fm. Tavernola (Frazione Argillo-marnosa): si tratta di marne e peliti grigio-verdastre. La frazione alterata prevalentemente costituita da limi argillosi si presenta scarsamente consistente e mediamente plastica mentre le marne e marne argillose consistenti costituiscono la frazione inalterata. Per la caratterizzazione fisico-meccanica può farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni, dalle sperimentazioni scientifiche: $\phi' = 24^\circ$, $C' = 30,0 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$.

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
S3C1	5.00	18.90	26.451	14.72	28.40	51.56	30.71	96.00	44.36
S3C2	18.00	20.49	26.567	17.02	20.38			98.43	35.92
S3C3	25.00	18.90	26.613	15.20	24.35	49.36	21.34	87.89	42.90
S10C1	5.00	17.91	26.550	14.30	25.22	42.45	24.38	79.67	46.14
S10C2	15.00	18.41	26.598	14.91	23.45	43.49	24.17	81.12	43.93
S10C3	21.00	19.42							

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C'	ϕ'	C'(Res)	ϕ' (Res)	Q _{max}	C _u	ϕ_u	Ed
		KN/m ²	gradi	KN/m ²	gradi	KN/m ²	KN/m ²	gradi	KN/m ²
S3C1	5.00	34.0	28				167.0		
S3C2	18.00	30.0	34						
S3C3	25.00						126.0		
S10C1	5.00	23.0	28				222.0		
S10C2	15.00	38.0	26						
S10C3	21.00						282.6		

8. CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Fermo restando che il piano di indagini sotto indicato sarà individuato in modo definitivo prima della redazione della progettazione esecutiva utile per la realizzazione dell'impianto, sulla base di un'analisi preliminare si ritiene opportuno eseguire, nelle successive fasi di progettazione, le indagini di seguito elencate.

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore:

- ✓ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo ciascuno di profondità pari a 40 mt. dal p.c. con installazione di piezometro a tubo aperto;
- ✓ prelievo di n. 3 campioni indisturbati, per ciascun sondaggio, sui quali eseguire le prove geotecniche in laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica;
- ✓ n. 6 S.P.T. in foro per ciascun sondaggio;
- ✓ esecuzione di n. 10 prove granulometriche in laboratorio per lo studio del potenziale di liquefazione per ciascun sondaggio;
- ✓ n. 1 indagine di sismica attiva "Masw" in ciascun aerogeneratore.

In corrispondenza della sottostazione:

- ✓ n. 1 sondaggi a carotaggio continuo ciascuno di profondità pari a 15 mt. dal p.c. con installazione di piezometro a tubo aperto;
- ✓ prelievo di n. 2 campioni indisturbati sui quali eseguire le prove geotecniche in laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica;
- ✓ n. 4 S.P.T. in foro;

- ✓ esecuzione di n. 10 prove granulometriche in laboratorio per lo studio del potenziale di liquefazione;
- ✓ n. 1 indagine di sismica attiva “Masw”.

9. CONCLUSIONI

Da quanto detto precedentemente in ordine alle caratteristiche geologico-tecniche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area vasta si evince che:

- dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore sono stati individuati n. 8 modelli geologici rappresentati nelle colonne stratigrafiche precedentemente allegate;
- tutti i terreni in posto sono ricoperti da uno spessore variabile tra circa 0.5 e 3.00 m di terreno vegetale poco consistente e scarsamente addensato;
- il cavidotto esterno al parco e di collegamento alla sottostazione verrà realizzato esclusivamente su strade asfaltate e, vista la limitata profondità di scavo pari a circa 1.20 m, interesserà esclusivamente la fondazione/rilevato stradale e non interferisce con i terreni in posto sottostanti;
- **le aree in dissesto indicate dall'Inventario dei Fenomeni franosi in Italia – IFFI coincidono con le aree indicate dal P.A.I. Sicilia a meno di alcune aree, visibili nelle carte geomorfologiche allegate, che non interessano neppure indirettamente le opere in progetto;**
- sia il PAI che i rilievi eseguiti per il presente progetto hanno dettagliato in maniera approfondita le varie forme di dissesto presenti nel territorio interessato, dovuti alla notevole presenza di affioramenti argillosi che in superficie, per spessori intorno a 3-4 metri, si presentano alterati e con forte potere adsorbente;

- questa particolare situazione favorisce l'imbibizione delle acque meteoriche che nei periodi invernali mantengono in condizioni di saturazione gli strati superficiali che, sia pure in condizioni di versanti a debole pendenza, tendono frequentemente a scivolare verso il basso;
- il presente studio, vista la delicatezza della componente geomorfologica, ha dedicato un ampio approfondimento con rilievi di superficie ed interpretazioni aero-foto-geomorfologiche, ricostruendo con estremo dettaglio le tipologie e le dimensioni areali e spaziali dei singoli fenomeni gravitativi;
- per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto si mette in evidenza che tramite i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio e dalle indagini geofisiche eseguite per il presente studio, si evince che le aree dove sono ubicati gli aerogeneratori godono di condizioni di stabilità, mentre alcuni fenomeni geodinamici interessano la viabilità dove sarà interrato il cavidotto ed i versanti vicini alle piazzole;
- per preservare i tratti di viabilità e le piazzole interessati dai fenomeni gravitativi superficiali legati soprattutto alle acque meteoriche che si infiltrano nella coltre alterata della frazione argillosa, verranno adottate tecniche utili alla stabilizzazione della porzione più superficiale di suolo che oltre ad essere molto efficaci in situazioni geomorfologiche come quelle presenti nel sito di progetto, hanno il vantaggio di essere molto elastiche e in grado di adattarsi all'habitus geomorfologico caratteristico del territorio in

cui si opera, alle irregolarità del terreno ed a ulteriori movimenti di assestamento del terreno dopo la messa in opera. In tal modo il consolidamento ed il ripristino delle condizioni ambientali saranno raggiunti impiegando opere relativamente leggere per non sovraccaricare il terreno, assicurando la massima protezione antierosiva;

- dai rilievi eseguiti in tutte le altre postazioni e nell'area vasta dove sono assenti emergenze idriche (sorgenti e pozzi), si può affermare che in corrispondenza degli aerogeneratori non ci sono le condizioni geologiche per la formazione di falde freatiche a profondità interferite dai lavori, anche in relazione alla realizzazione di fondazioni su pali. Si ritiene che, anche in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR02, COR04, COR05 e COR07 dove il complesso sabbioso pliocenico poggia sui terreni del complesso argilloso pliocenico, non si possono formare falde freatiche di interesse sia per la scarsa estensione del bacino di alimentazione sia per gli spessori limitati del complesso sabbioso, come confermato dall'assenza di pozzi e sorgenti tutelati dal PTA. Quanto detto sopra si evince dal fatto che i siti degli aerogeneratori si trovano sulle creste e l'acqua piovana infiltratasi drena velocemente verso i versanti argillosi;
- da un punto di vista geotecnico il calcolo delle fondazioni deve tenere conto che presumibilmente, nel periodo delle piogge invernali, la parte alterata possa essere in condizioni di saturazione per il notevole potere di assorbimento che caratterizza le porzioni superficiali dei complessi argillosi. Le fondazioni degli aerogeneratori pur essendo con molta probabilità di tipo indiretto su pali,

non interferiscono con le falde freatiche che in corrispondenza degli aerogeneratori non esistono o sono a profondità superiori alle fondazioni anche se sono di tipo indiretto tramite pali, come dimostrano i sondaggi geognostici eseguiti;

- da un punto di vista idraulico il P.A.I. ed il P.G.R.A. non inseriscono le opere in progetto all'interno di aree identificate con pericolosità e/o rischio;
- l'area non rientra all'interno di acquiferi considerati dalla Regione come significativi e nelle vicinanze dell'impianto non sono presenti né pozzi né sorgenti tutelati dal PTA;
- per quanto riguarda il cavidotto esterno si può dire che per alcuni modesti tratti interessa terreni permeabili ed è presente un pozzo tutelato dal Piano di Tutela delle Acque nelle vicinanze ma nessuna interferenza può esserci considerato che il cavidotto sarà interrato all'interno della fondazione/rilevato stradale a profondità così limitate che non può interferire in alcun modo con la risorsa idrica;
- per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni si rimanda al capitolo specifico;
- i terreni presenti non sono soggetti a fenomeni di liquefazione. Si ritiene, comunque, indispensabile che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in c.a. si eseguano le indagini di verifica delle su esposte ipotesi geologiche;
- ai sensi del D.M. 17/01/2018, dai dati delle indagini sismiche eseguite i terreni presenti in corrispondenza degli aerogeneratori COR02, COR03, COR04, COR05, COR06, COR10, COR11, COR12 e della sottostazione appartengono alla 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”, mentre in corrispondenza degli aerogeneratori COR01, COR07, COR08 e COR09 appartengono alla Categoria B - “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”;

- in definitiva in ordine alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e tecniche del sito si evince che, coerentemente con il D.M. 17/01/2018 cap. 6 comma 12 e 12.1, gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica sono stati estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti ed idonei ad accertare che la destinazione d’uso è perfettamente compatibile con il territorio in esame. In particolare, le indagini e gli studi hanno caratterizzato la zona di interesse in termini vulnerabilità ambientale, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) ed hanno consentito di individuare l’assenza di limiti imposti al progetto (ad esempio: modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo) ed in particolare:
 - ✓ la destinazione d’uso è compatibile con il territorio in esame;

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione geologica e di compatibilità geomorfologica – Progetto per la realizzazione di un
impianto eolico denominato LEO, sito nel territorio comunale di Corleone, Contessa Entellina
e Monreale (Pa)*

- ✓ non ci sono problemi di subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo;
- ✓ non si impongono modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee;
- si ritiene indispensabile la presenza di un geologo in fase di esecuzione degli scavi e di realizzazione delle fondazioni.

Dott. Geol. Gualtiero Bellomo





s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

COMUNE DI CORLEONE (PA)

Realizzazione Parco Eolico denominato “Leo”

COMMITTENTE: *Vamirgeoind s.r.l.*

06 Febbraio 2023

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Domenico Aldo Caminiti

GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo
Tel/Fax 0916824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n° Q-1485-13

Nel mese di Dicembre dell'anno 2022 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n°6 campioni indisturbati contenuti in fustelle metalliche ermeticamente sigillate.

Dietro indicazione del committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità e plasticità) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ($\varnothing=0.42$ mm);
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (UU);

- La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) é stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 110°.

La normativa di riferimento é la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (**V**) é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento é la BS 1377: 1990

- Il peso specifico é stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ($\varnothing=0.075$ mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm³.

La normativa di riferimento é la ASTM D 854-06.

- I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNR-UNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ($\varnothing=0.42$ mm); il metodo utilizzato é quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati e/o circolari aventi altezza di 2 cm e diametro/lato di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 392 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

- La prova di compressione triassiale UU è stata eseguita su provini cilindrici di diametro 3.8 cm ed altezza 7.6 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0.5 mm/min.

I provini sono stati preliminarmente saturati, mediante applicazione di gradini alternati di pressione in cella e di back pressure, sino ad un ottenimento del valore del parametro B di Skempton prossimo a 1.

I gradini di saturazione sono stati effettuati applicando una back pressure inizialmente di 50 KPa e successivamente step di pressione incrementati di 100 KPa.

Durante la fase di compressione i provini sono stati sottoposti a pressioni di cella comprese 100 e 400 KPa.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici $(\sigma_1 - \sigma_3)/\epsilon$ e τ/σ . In quest'ultimo grafico sono riportati i cerchi di Mohr in termini di pressioni totali .

La normativa di riferimento è la ASTM D-4767 – ASTM D 2850-87

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Elenco delle prove eseguite
- Tabella riassuntiva delle caratteristiche fisiche dei campioni
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 06 Febbraio 2023

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to read "Dott. Geol. Domenico Aldo Caminiti". The signature is written over a circular official stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA" around the perimeter, "Dott. Geol. DOMENICO ALDO CAMINITI" in the center, and "n. 1348" at the bottom.

ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	<i>KN/m³</i>
Peso dell'Unità di Volume	γ	<i>KN/m³</i>
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	<i>KN/m³</i>
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	<i>KN/m³</i>
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	<i>KN/m³</i>
Peso saturo dell'unità di volume	γ_{sat}	<i>KN/m³</i>
Contenuto naturale d'acqua	W_n	<i>%</i>
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	<i>%</i>
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	<i>%</i>
Limite di Liquidità	W_l	<i>%</i>
Limite di Plasticità	W_p	<i>%</i>
Indice di Plasticità	I_p	<i>%</i>
Indice di Consistenza	I_c	<i>-</i>
Indice dei vuoti	e	<i>-</i>
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_o	<i>-</i>
Porosità	n	<i>%</i>
Coefficiente di saturazione	S	<i>%</i>
Coazione drenata	c'	<i>KN/m²</i>
Coazione non drenata	C_u	<i>KN/m²</i>
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ	<i>Gradi</i>
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	<i>Gradi</i>
Tensione tangenziale	τ	<i>KN/m²</i>
Tensione normale	σ	<i>KN/m²</i>
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	<i>% - mm</i>
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	<i>KN/m²</i>
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	<i>KN/m²</i>
Modulo edometrico	E_d	<i>KN/m²</i>
Indice di compressibilità	A_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di consolidazione	C_v	<i>m²/KN</i>
Coefficiente di permeabilità	K	<i>cm/sec</i>

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto

Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -

P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940

email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"**

Data commessa: 21/12/22 Data emissione certificati: 6/2/23

N° verb. accett.: 105/22

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
S3C1	5.00	18.90	26.451	14.72	28.40	51.56	30.71	96.00	44.36
S3C2	18.00	20.49	26.567	17.02	20.38			98.43	35.92
S3C3	25.00	18.90	26.613	15.20	24.35	49.36	21.34	87.89	42.90
S10C1	5.00	17.91	26.550	14.30	25.22	42.45	24.38	79.67	46.14
S10C2	15.00	18.41	26.598	14.91	23.45	43.49	24.17	81.12	43.93
S10C3	21.00	19.42							

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19407 del 11/01/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data apertura camp: 5/1/22

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19407 del 11/01/23 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp:

Data esecuz. prova :

05/01/2022

N° verb. accett.: 105/22

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	DESCRIZIONE
		Kg/cm ²		Kg/cm ²	
ALTO		3.00		Limo argilloso di colore nocciola consistente e plastico, a struttura omogenea.	
		3.00			
		3.00			
		3.00			
BASSO		3.00			

Ident.: Identificazione del campione
T1: Prova di taglio diretto CD
UU1: Prova di compressione triassiale

Lo Sperimentatore
 Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 19408 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 6/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	59.19	72	196.93
Campione 2	59.19	72	198.23
Campione 3	59.19	72	198.74

	KN/m ³
V₁	18.755
V₂	18.932
V₃	19.002

V medio: 18.897 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 5/1/23

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.89	460.49	358.05	29.089
Campione 2	5.88	282.48	222.38	27.760
Campione 3	6.21	328.55	257.36	28.346

Wn medio: 28.398 %

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19409 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 20/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	Y_s KN/m ³
Campione 1	119.32	159.93	264.26	289.87	17	26.551
Campione 2	115.29	161.57	251.39	280.45	17	26.352

Y_s medio: 26.451 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19410 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 18/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005

LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.52	19.42	16.97	12	55.056
Campione 2	12.51	24.33	20.35	25	50.765
Campione 3	12.92	22.15	19.12	38	48.871

WI = **51.564 %****LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	20.79	31.24	28.78	30.788
Campione 2	2.39	20.47	16.23	30.636

Wp medio = **30.712 %**Ic = **1.111**Ip = **20.852****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19411 del 11/01/23 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 6/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	72	72	72
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	2	2	2

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	98.53	195.59	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.708	1.260	2.185

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	e	Wi (%)	Wf (%)
A	15.19	11.80	62.30	55.37	1.24	28.65	29.23
B	15.37	12.01	62.82	54.59	1.20	27.99	29.93
C	15.45	12.09	63.12	54.30	1.19	27.80	30.30

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 19411 del 11/01/23 Pag 3/4
 COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
 LOCALITA' : **Corleone (PA)**
 PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**
 SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**
 Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 6/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.024	0.012	12.004	-0.004	0.011	12.004	-0.006	0.011	12.004
-0.045	0.051	23.096	-0.078	0.074	31.391	-0.171	0.087	33.325
-0.068	0.119	32.525	-0.11	0.144	46.729	-0.211	0.163	51.666
-0.084	0.193	39.926	-0.147	0.215	59.620	-0.259	0.239	66.890
-0.102	0.265	46.252	-0.171	0.292	70.183	-0.304	0.318	79.716
-0.119	0.347	51.324	-0.199	0.37	78.598	-0.346	0.398	91.104
-0.141	0.435	55.800	-0.221	0.446	86.058	-0.388	0.486	101.893
-0.156	0.517	59.858	-0.255	0.524	92.205	-0.429	0.571	111.723
-0.167	0.603	63.499	-0.279	0.61	96.979	-0.467	0.668	120.533
-0.179	0.687	66.901	-0.298	0.688	101.873	-0.507	0.760	128.325
-0.192	0.775	70.064	-0.319	0.773	105.991	-0.539	0.852	135.757
-0.203	0.861	72.988	-0.345	0.857	109.571	-0.566	0.938	142.230
-0.221	0.943	75.375	-0.363	0.94	113.212	-0.600	1.037	147.984
-0.228	1.025	77.464	-0.382	1.026	116.554	-0.627	1.117	153.379
-0.24	1.119	79.194	-0.397	1.112	119.180	-0.652	1.211	158.294
-0.245	1.211	80.627	-0.408	1.195	122.164	-0.680	1.306	162.549
-0.245	1.298	82.059	-0.422	1.283	125.208	-0.702	1.391	166.325
-0.253	1.39	83.193	-0.433	1.371	127.654	-0.727	1.481	170.880
-0.313	1.477	84.446	-0.45	1.458	129.445	-0.748	1.563	175.136
-0.313	1.568	85.521	-0.46	1.54	131.235	-0.761	1.652	179.151
-0.313	1.652	86.356	-0.473	1.628	132.488	-0.776	1.734	181.849
-0.318	1.742	86.953	-0.485	1.715	133.503	-0.783	1.828	183.467
-0.317	1.836	86.356	-0.493	1.805	134.040	-0.797	1.918	184.906
-0.317	1.93	85.700	-0.505	1.892	134.159	-0.812	2.005	187.123
-0.317	2.021	84.148	-0.513	1.977	135.293	-0.831	2.094	188.981
-0.317	2.113	79.612	-0.521	2.067	136.069	-0.841	2.185	189.581
-0.364	2.208	76.509	-0.533	2.154	136.546	-0.851	2.280	187.603
-0.364	2.305	70.839	-0.54	2.241	134.696	-0.864	2.375	187.003
-0.364	2.401	67.975	-0.544	2.337	127.475	-0.871	2.466	187.483
-0.364	2.496	66.364	-0.554	2.43	123.536	-0.876	2.559	187.603
-0.364	2.587	65.110	-0.555	2.522	120.254	-0.882	2.651	187.123
-0.364	2.676	64.215	-0.562	2.612	118.225	-0.886	2.740	185.505
-0.364	2.765	63.439	-0.564	2.708	116.673	-0.887	2.832	181.069
-0.364	2.858	62.663	-0.565	2.798	114.465	-0.891	2.921	177.893
-0.364	2.948	61.828	-0.57	2.893	111.421	-0.891	3.019	174.357
-0.364	3.035	60.575	-0.573	2.982	110.049	-0.891	3.102	172.738
-0.364	3.125	59.918	-0.575	3.073	109.154	-0.891	3.202	169.022
-0.364	3.22	59.441	-0.575	3.165	108.378	-0.897	3.289	166.565
-0.364	3.304	59.023	-0.582	3.257	107.542	-0.897	3.376	164.347
-0.364	3.398	58.426	-0.582	3.346	106.886	-0.897	3.466	163.208
-0.364	3.483	58.008	-0.582	3.434	106.229	-0.897	3.557	161.890
-0.364	3.571	57.650	-0.583	3.527	105.573	-0.897	3.646	160.871
-0.364	3.661	57.113	-0.589	3.618	105.215	-0.906	3.744	160.032
			-0.59	3.707	104.516	-0.906	3.840	158.433

Lo Sperimentatore

 Il Direttore del laboratorio


Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"

LOCALITA': Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19412

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C1

PROF., m: 5.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

Provino		1	2
Contenuto in acqua	%	28.66	28.82
Peso di volume	kN/m ³	18.94	18.91
Densità secca	kN/m ³	14.72	14.68
Indice dei vuoti	-	0.80	0.80
Grado di saturazione	%	96.84	96.80
Peso specifico dei granuli	-	2.70*	2.70*

* Valore del peso dei granuli assegnato

FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	$\sigma_1 - \sigma_3$	def., rottura	pori, rottura	Dv/v0, rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	100.00	-	304.20	8.00	-	-
7.60	3.80	200.00	-	373.25	7.78	-	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.500000

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 09/01/23

DATA: 06/02/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.**CANTIERE:** Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"**LOCALITA':** Corleone (PA)**VERBALE ACCETTAZIONE:** 105/22**CERTIFICATO PROVA:** 19412**SONDAGGIO:** S5**CAMPIONE:** C1**PROF., m:**5.00**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

PROVINO N. 1		PROVINO N. 2	
def.	F	def.	F
mm	N	mm	N
0.56	57.00	0.62	63.00
0.76	96.00	0.83	122.00
0.99	122.00	1.06	183.00
1.22	144.00	1.30	235.00
1.46	165.00	1.55	279.00
1.71	187.00	1.79	316.00
1.96	209.00	2.04	344.00
2.22	231.00	2.30	365.00
2.48	254.00	2.56	382.00
2.75	274.00	2.84	397.00
3.02	292.00	3.12	408.00
3.30	307.00	3.39	417.00
3.57	320.00	3.65	425.00
3.82	332.00	3.90	431.00
4.06	340.00	4.15	435.00
4.30	347.00	4.39	437.00
4.54	350.00	4.63	439.00
4.78	354.00	4.87	443.00
5.03	360.00	5.12	448.00
5.28	363.00	5.37	451.00
5.54	369.00	5.64	456.00
5.81	373.00	5.91	459.00
6.08	375.00	6.19	460.00
6.36	374.00	6.46	460.00
6.63	374.00	6.72	460.00
6.88	372.00	6.97	458.00
7.12	367.00	7.21	456.00
7.36	363.00	7.45	454.00
7.60	357.00	7.68	452.00
7.84	353.00	7.93	446.00
8.09	354.00		
8.35	355.00		
8.61	357.00		
8.89	358.00		
9.16	359.00		
9.44	359.00		
9.70	359.00		
9.95	358.00		
10.20	356.00		
10.44	352.00		
10.67	349.00		
10.92	342.00		
11.16	338.00		
11.42	335.00		
11.69	331.00		

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 09/01/23

DATA: 06/02/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



COMMITTENTE: Vamirgeoid s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo" muro di contenimento

LOCALITA': Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

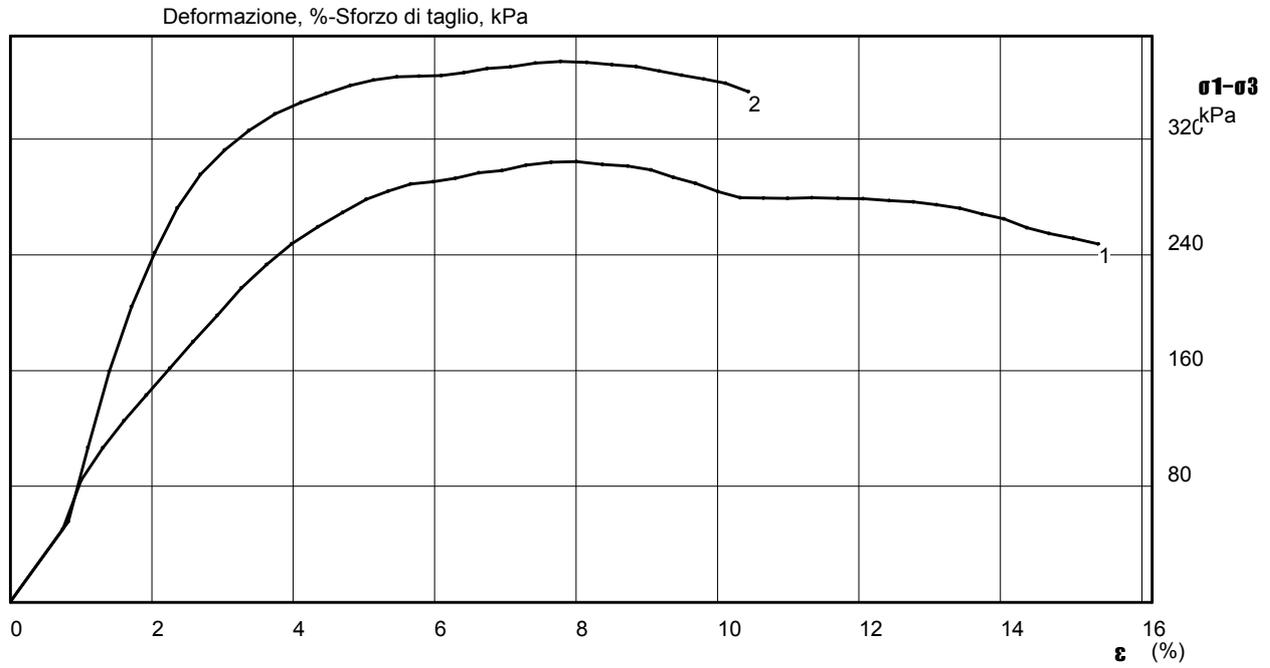
CERTIFICATO PROVA: 19412

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C1

PROF., m: 5.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 09/01/23

DATA: 06/02/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"

LOCALITA': Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19412

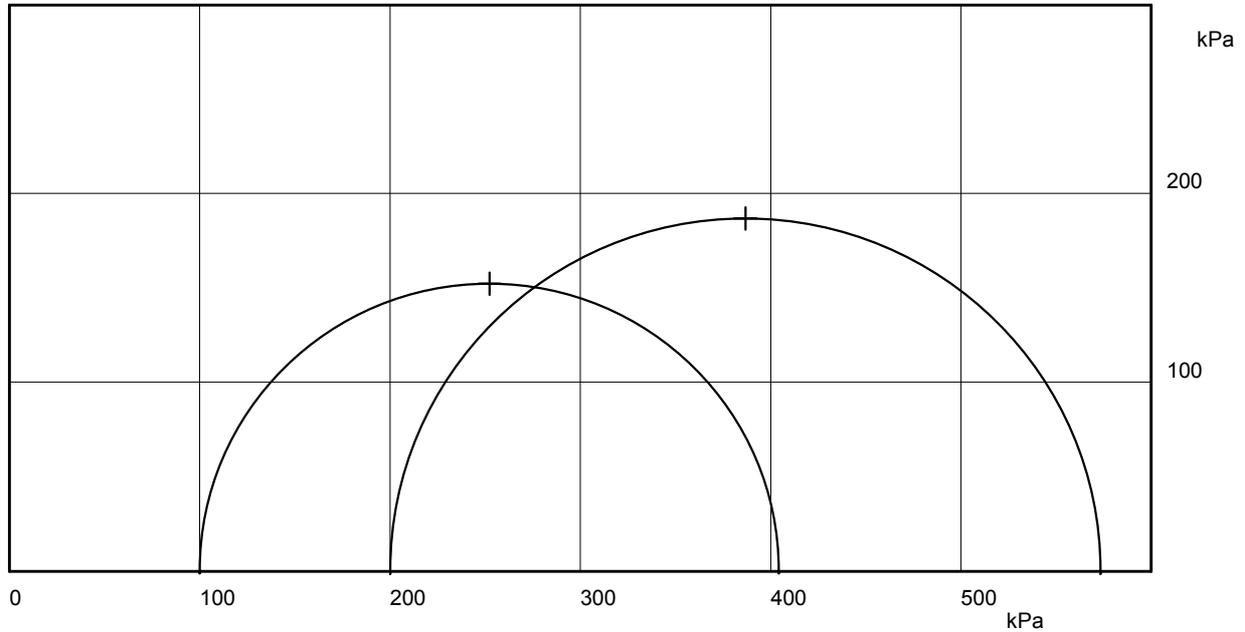
SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C1

PROF., m: 5.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

Diagramma di mohr-Pressioni, kPa



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 09/01/23

DATA: 06/02/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19413 del 06/02/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **18.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova : 09/01/2023

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19413 del 06/02/23 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **18.00 m**

Data commessa: 21/12/22

Data esecuz. prova : 00/01/1900

N° verb. accett.: 105/22

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test		DESCRIZIONE
		Kg/cm ²		Kg/cm ²		
ALTO	<p>Ident.</p> <p>T1</p> <p>T2</p> <p>T3</p> <p>0 cm</p> <p>26 cm</p>	4.50			Argilla limosa di colore grigio molto consistente e non plastica, a struttura omogenea.	
		4.50				
		4.50				
BASSO		4.50				
		Ident.: Identificazione del campione				
		T1: Prova di taglio diretto CD				

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 19414 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **18.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	81.59	57.67	201.34
Campione 2	81.59	57.67	202.66
Campione 3	81.59	57.67	202.42

	KN/m³
V₁	20.358
V₂	20.582
V₃	20.541

V medio: 20.494 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 9/1/23

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	13.01	430.46	359.62	20.438
Campione 2	12.19	550.24	458.39	20.585
Campione 3	11.36	488.54	408.58	20.130

Wn medio: 20.384 %

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19415 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Corleone (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **18.00 m**
Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 23/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	Y_s KN/m ³
Campione 1	119.32	158.29	264.26	288.91	17	26.689
Campione 2	115.29	158.39	251.39	278.51	17	26.445

Y_s medio: 26.567 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19416 del 06/02/23 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C2**

PROFONDITA' : **18.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova : 10/1/23

N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	57.67	57.67	57.67
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.85	1.85	1.85

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	199.02	292.35	392.01
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.727	1.352	2.424

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.002	0.002	0.002

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	n _i (%)	e _i	W _i (%)	W _f (%)
A	20.36	16.87	97.41	36.49	0.57	20.65	24.96
B	20.58	17.04	100.00	35.87	0.56	20.80	24.99
C	20.54	17.02	99.94	35.93	0.56	20.69	23.82

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19416 del 06/02/23 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C2**

PROFONDITA' : **18.00 m**

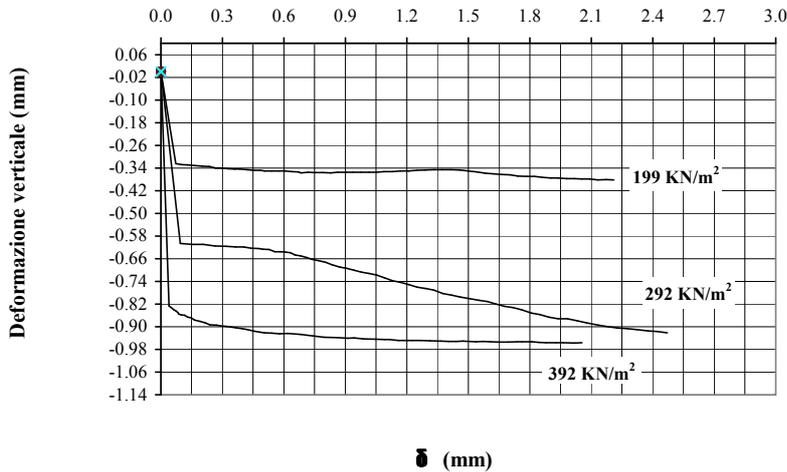
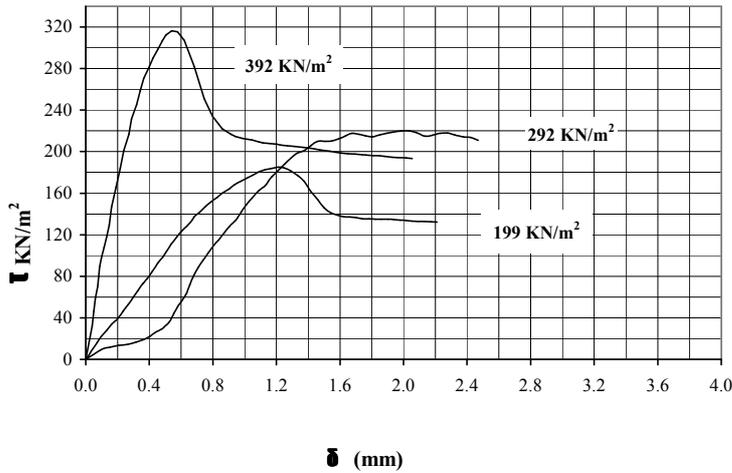
Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova : 10/1/23

N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19416 del 06/02/23 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **18.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

[Handwritten signature]

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]

Il Direttore del laboratorio

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.325	0.072	16.683	-0.606	0.095	9.304	-0.827	0.040	32.403
-0.328	0.099	22.457	-0.609	0.151	11.550	-0.833	0.050	46.519
-0.329	0.131	27.911	-0.610	0.206	13.474	-0.839	0.061	59.352
-0.331	0.164	34.007	-0.615	0.264	14.437	-0.845	0.074	69.939
-0.334	0.201	39.461	-0.616	0.317	16.683	-0.849	0.082	79.564
-0.335	0.235	46.519	-0.619	0.365	18.928	-0.855	0.087	89.188
-0.340	0.268	52.936	-0.619	0.404	22.137	-0.858	0.099	98.492
-0.340	0.298	59.673	-0.623	0.440	25.987	-0.860	0.116	107.796
-0.343	0.327	65.768	-0.624	0.478	29.195	-0.866	0.131	118.062
-0.344	0.358	72.826	-0.626	0.495	31.440	-0.869	0.148	129.291
-0.344	0.387	77.639	-0.627	0.527	36.253	-0.877	0.163	146.615
-0.346	0.419	84.697	-0.636	0.556	44.594	-0.881	0.190	165.544
-0.348	0.453	92.717	-0.636	0.582	51.652	-0.887	0.216	183.831
-0.348	0.485	98.492	-0.637	0.607	57.106	-0.893	0.239	201.155
-0.350	0.506	103.625	-0.639	0.632	62.881	-0.895	0.271	216.875
-0.351	0.538	111.325	-0.647	0.654	71.543	-0.897	0.288	231.633
-0.351	0.573	118.062	-0.650	0.681	81.168	-0.899	0.320	245.428
-0.350	0.604	123.516	-0.656	0.710	88.868	-0.901	0.342	258.582
-0.353	0.638	128.649	-0.662	0.738	95.284	-0.904	0.364	270.452
-0.354	0.671	134.424	-0.667	0.769	102.342	-0.907	0.397	281.039
-0.357	0.683	137.312	-0.673	0.802	109.079	-0.910	0.423	290.343
-0.355	0.718	141.803	-0.682	0.836	114.854	-0.916	0.455	299.005
-0.356	0.754	147.257	-0.690	0.871	121.591	-0.919	0.483	306.705
-0.356	0.790	151.748	-0.694	0.906	128.329	-0.921	0.504	312.480
-0.357	0.827	155.919	-0.701	0.943	133.782	-0.923	0.541	316.330
-0.355	0.863	160.411	-0.708	0.978	142.124	-0.925	0.578	315.367
-0.355	0.903	164.261	-0.712	1.014	149.503	-0.924	0.620	307.026
-0.355	0.936	168.110	-0.718	1.052	156.240	-0.927	0.682	282.002
-0.355	0.976	171.639	-0.728	1.091	162.656	-0.933	0.745	250.882
-0.355	1.015	174.527	-0.738	1.131	167.469	-0.937	0.798	233.879
-0.355	1.051	177.414	-0.744	1.170	175.489	-0.938	0.859	222.008
-0.353	1.089	180.302	-0.751	1.209	181.585	-0.941	0.913	216.875
-0.353	1.129	182.547	-0.760	1.250	187.680	-0.940	0.942	214.629
-0.350	1.169	183.831	-0.765	1.290	193.776	-0.943	0.987	212.705
-0.350	1.209	185.114	-0.771	1.331	198.588	-0.944	1.048	211.100
-0.348	1.247	184.472	-0.783	1.376	201.155	-0.945	1.090	209.496
-0.347	1.290	181.264	-0.789	1.418	205.967	-0.945	1.115	208.534
-0.346	1.333	177.093	-0.795	1.461	209.817	-0.948	1.159	207.892
-0.346	1.373	171.639	-0.801	1.507	209.817	-0.948	1.202	207.251
-0.346	1.415	162.015	-0.807	1.551	210.138	-0.949	1.227	206.288
-0.347	1.459	153.994	-0.811	1.593	212.384	-0.949	1.268	205.646
-0.351	1.499	145.974	-0.820	1.635	215.271	-0.950	1.313	205.005
-0.354	1.542	141.161	-0.828	1.676	217.517	-0.951	1.367	204.042
-0.358	1.582	138.916	-0.833	1.718	216.875	-0.952	1.404	203.401

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it



Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19417 del 06/02/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **25.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data apertura camp: 5/1/22

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19418 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **25.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 6/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	59.19	72	196.93
Campione 2	59.19	72	198.23
Campione 3	59.19	72	198.74

	KN/m ³
V₁	18.755
V₂	18.932
V₃	19.002

V medio: 18.897 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 20/1/23

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.94	501.42	404.89	24.196
Campione 2	12.53	669.74	542.35	24.044
Campione 3	6.36	328.55	264.52	24.802

Wn medio: 24.347 %

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19419 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **25.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 20/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	Y_s KN/m ³
Campione 1	119.32	160.33	264.26	290.19	17	26.670
Campione 2	115.29	158.11	251.39	278.40	17	26.556

Y_s medio: 26.613 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19420 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **25.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 24/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005

LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.83	20.10	17.56	12	53.700
Campione 2	12.87	24.92	20.94	25	49.318
Campione 3	12.75	27.34	22.83	39	44.742

WI = 49.364 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	19.91	30.16	28.37	21.158
Campione 2	2.54	22.36	18.85	21.521

Wp medio = 21.339 %

Ic = 0.893

Ip = 28.025

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22**CERTIFICATO PROVA:** 19421**SONDAGGIO:** S3
CAMPIONE: C3
PROF., m: 25.00**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

Provino		1	2	3
Contenuto in acqua	%	27.16	26.97	26.53
Peso di volume	kN/m ³	19.22	19.17	19.46
Densità secca	kN/m ³	15.11	15.10	15.38
Indice dei vuoti	-	0.75	0.75	0.72
Grado di saturazione	%	97.50	96.58	99.31
Peso specifico dei granuli	-	2.70*	2.70*	2.70*

* Valore del peso dei granuli assegnato

FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	$\sigma_1 - \sigma_3$	def., rottura	pori, rottura	Dv/v0, rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	300.00	-	219.37	11.14	-	-
7.60	3.80	400.00	-	257.44	21.93	-	-
7.60	3.80	500.00	-	308.89	12.42	-	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.500000

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/23

Data esecuzione prova: 20/01/23

DATA:**Lo Sperimentatore****Il Direttore di laboratorio**



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

SONDAGGIO: S3
CAMPIONE: C3
PROF., m: 25.00

CERTIFICATO PROVA: 19421

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

PROVINO N. 1		PROVINO N. 2		PROVINO N. 3	
def.	F	def.	F	0 77	120 00
mm	N	mm	N	1 01	126 00
				1 25	177 00
				1 49	201 00
				1 73	218 00
1.00	124.00	0.56	169.00	1 98	233 00
1.27	125.00	0.82	183.00	2 24	245 00
1.55	146.00	1.08	192.00	2 49	256 00
1.80	160.00	1.34	199.00	2 76	267 00
2.06	173.00	1.59	204.00	3 03	277 00
2.32	183.00	1.83	210.00	3 3	286 00
2.58	191.00	2.08	217.00	3 57	295 00
2.82	198.00	2.32	223.00	3 83	304 00
3.06	204.00	2.57	228.00	4 08	311 00
3.31	211.00	2.82	232.00	4 33	318 00
3.55	217.00	3.09	238.00	4 57	325 00
3.80	224.00	3.36	242.00	4 81	331 00
4.06	229.00	3.63	246.00	5 05	338 00
4.32	234.00	3.90	251.00	5 3	344 00
4.59	239.00	4.16	253.00	5 55	351 00
4.87	242.00	4.42	256.00	5 82	357 00
5.14	247.00	4.66	258.00	6 09	363 00
5.39	248.00	4.91	262.00	6 36	368 00
5.65	251.00	5.15	265.00	6 63	372 00
5.89	252.00	5.39	269.00	6 89	376 00
6.13	254.00	5.63	273.00	7 15	378 00
6.37	256.00	5.88	279.00	7 39	380 00
6.61	260.00	6.14	281.00	7 63	383 00
6.85	264.00	6.41	286.00	7 86	385 00
7.11	265.00	6.68	288.00	8 1	387 00
7.38	269.00	6.96	293.00	8 36	390 00
7.65	273.00	7.23	295.00	8 62	393 00
7.93	276.00	7.47	298.00	8 89	395 00
8.20	278.00	7.73	298.00	9 16	397 00
8.47	280.00	7.97	298.00	9 44	400 00
8.72	280.00	8.20	300.00	9 72	401 00
8.96	278.00	8.45	301.00	9 98	401 00
9.20	278.00	8.70	307.00	10 23	401 00
9.44	277.00	8.95	308.00	10 48	401 00
9.69	280.00	9.21	312.00	10 72	401 00
9.94	281.00	9.48	316.00	10 96	400 00
10.19	282.00	9.77	319.00	11 2	401 00
10.45	283.00	10.05	321.00	11 46	401 00
10.73	285.00	10.32	325.00	11 73	402 00
11.02	290.00	10.57	325.00	12	402 00
11.29	291.00	10.81	326.00	12 27	402 00
11.54	291.00	11.05	325.00	12 56	402 00
11.80	291.00	11.30	325.00	12 84	399 00
12.05	289.00	11.54	329.00	13 12	397 00
12.29	287.00	11.79	332.00	13 39	394 00
12.54	286.00	12.05	336.00	13 65	392 00
12.78	287.00	12.33	339.00	13 92	389 00
13.05	291.00	12.59	343.00	14 18	387 00
13.31	293.00	12.88	344.00	14 43	384.00
13.58	295.00	13.18	347.00		
13.86	296.00	13.46	347.00		
14.16	300.00	13.73	350.00		
14.43	300.00	13.98	350.00		
14.69	300.00	14.23	349.00		
14.95	299.00	14.49	349.00		
15.20	296.00	14.73	353.00		
15.46	296.00	14.99	356.00		
15.72	294.00	15.26	358.00		
15.98	295.00	15.54	363.00		
		15.83	364.00		
		16.11	368.00		
		16.41	372.00		
		16.67	374.00		

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/23

Data esecuzione prova: 20/01/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

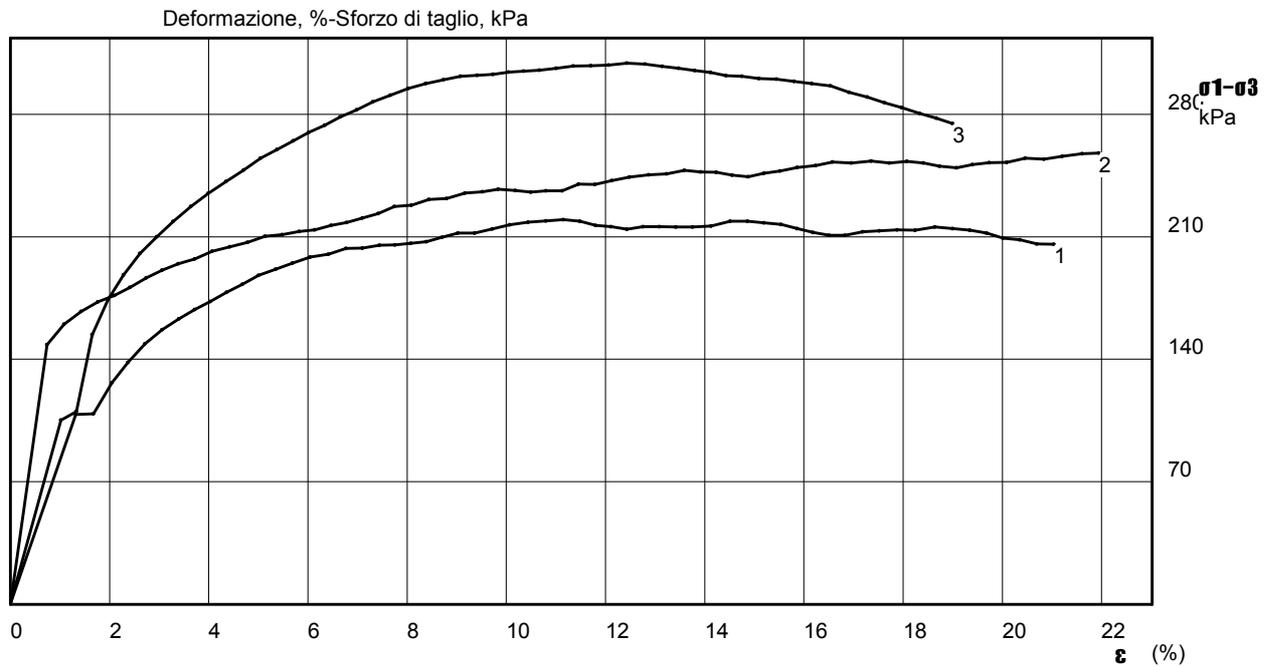


COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19421

SONDAGGIO: S3
CAMPIONE: C3
PROF., m: 25.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/23

Data esecuzione prova: 20/01/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

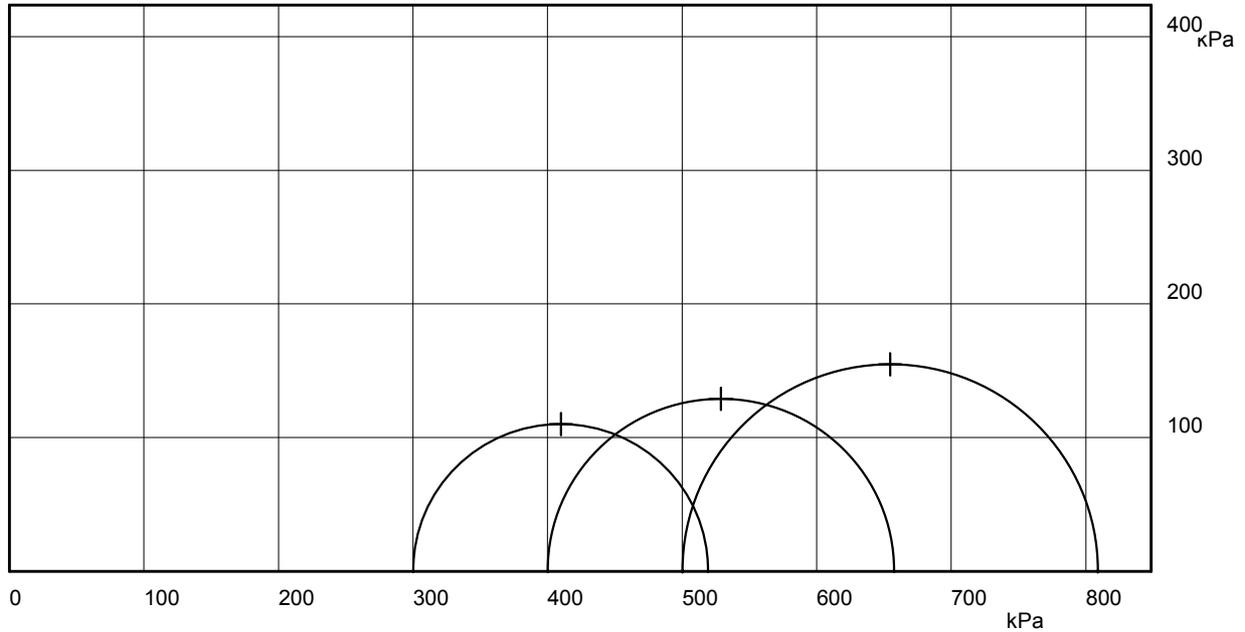
COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19421

SONDAGGIO: S3
CAMPIONE: C3
PROF., m: 25.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

Diagramma di mohr-Pressioni, kPa



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/23

Data esecuzione prova: 20/01/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19422 del 11/01/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data apertura camp: 5/1/23

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19422 del 11/01/23 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova : 05/01/2023

N° verb. accett.: 105/22

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	DESCRIZIONE
		Kg/cm ²		Kg/cm ²	
ALTO	Ident.	3.00			Limo marnoso di colore beige consistente e poco plastico a struttura omogena, contenente tracce di ossidazione rossastra.
	T1				
	T2				
	T3		3.00		
	UU1				
	UU2	3.00			
BASSO					

0 cm
26 cm

Ident.: Identificazione del campione
T1: Prova di taglio diretto CD
UU1: Prova di compressione triassiale

[Signature]
 Lo Sperimentatore

[Signature]
 Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 19423 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 5/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	91.78	67.88	215.67
Campione 2	91.78	67.88	216.42
Campione 3	91.78	67.88	215.23

	KN/m³
V₁	17.893
V₂	18.002
V₃	17.830

V medio: 17.908 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 5/1/23

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.86	576.88	464.43	24.522
Campione 2	5.81	358.92	287.05	25.555
Campione 3	6.21	477.25	381.25	25.597

Wn medio: 25.225 %

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19424 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Corleone (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione Parco Eolico "Leo"**
SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**
Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 23/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	Y_s KN/m ³
Campione 1	119.32	165.58	264.26	293.50	17	26.654
Campione 2	115.29	163.14	251.39	281.50	17	26.447

Y_s medio: 26.550 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19425 del 11/01/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' :

5.00 m

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova : 17/1/23

N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005

LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.51	23.04	19.79	14	44.643
Campione 2	12.49	20.29	17.97	25	42.336
Campione 3	12.89	25.75	22.09	39	39.783

WI = 42.448 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	21.08	33.09	30.72	24.585
Campione 2	2.29	20.58	17.02	24.168

Wp medio = 24.377 %

Ic = 0.953

Ip = 18.071

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19426 del 11/01/23 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 7/1/23

N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	68.4	68.4	68.4
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	98.53	195.59	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.727	1.519	1.714

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	Y KN/m ³	Yd KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	17.89	14.39	77.98	45.79	0.84	24.33	29.20
B	18.00	14.45	79.49	45.57	0.84	24.58	28.22
C	17.83	14.39	76.61	45.80	0.85	23.91	27.91

Il Direttore del laboratorio

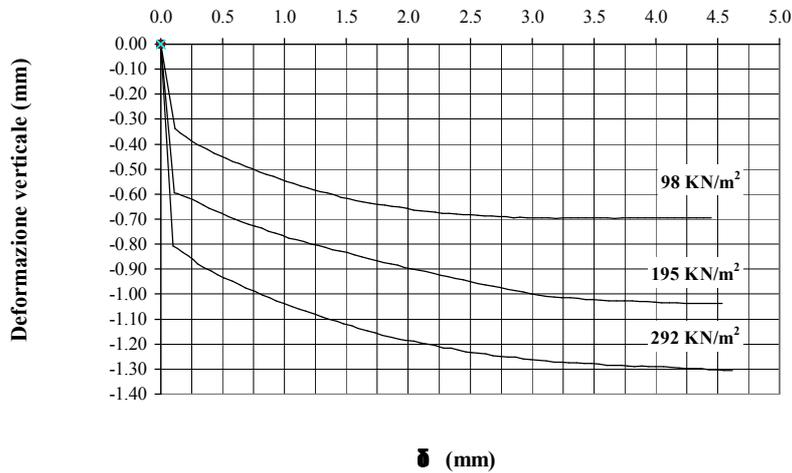
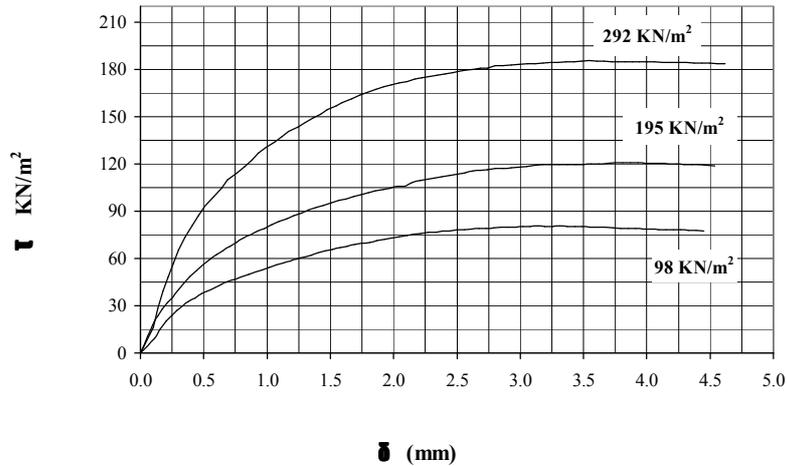
Lo Sperimentatore

Certificato. n° 19426 del 11/01/23 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
LOCALITA' : **Corleone (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**
SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**
Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 7/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato. n° 19426 del 11/01/23 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
 LOCALITA' : **Corleone (PA)**
 PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**
 SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.00 m**
 Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 7/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.338	0.113	9.444	-0.594	0.108	19.444	-0.807	0.101	16.389
-0.355	0.157	15.556	-0.599	0.137	23.333	-0.818	0.135	28.333
-0.371	0.204	20.278	-0.606	0.172	27.778	-0.832	0.178	39.167
-0.387	0.247	23.889	-0.614	0.214	31.944	-0.846	0.217	48.056
-0.4	0.291	27.222	-0.621	0.256	35.278	-0.862	0.259	56.667
-0.412	0.338	30.000	-0.632	0.298	40.278	-0.878	0.299	65.278
-0.422	0.382	32.778	-0.645	0.344	44.722	-0.893	0.349	73.333
-0.437	0.431	34.722	-0.657	0.392	48.611	-0.908	0.405	80.556
-0.447	0.482	37.500	-0.667	0.441	52.222	-0.921	0.456	87.222
-0.458	0.531	39.444	-0.678	0.492	55.833	-0.934	0.511	93.333
-0.469	0.585	41.389	-0.69	0.544	59.167	-0.949	0.580	99.167
-0.478	0.635	43.333	-0.699	0.598	62.222	-0.963	0.640	104.444
-0.49	0.691	45.278	-0.71	0.652	65.000	-0.976	0.689	109.722
-0.499	0.741	46.667	-0.72	0.706	67.778	-0.988	0.762	114.167
-0.51	0.796	48.333	-0.729	0.76	70.278	-1.003	0.824	118.333
-0.52	0.852	50.000	-0.737	0.815	72.778	-1.014	0.881	122.500
-0.53	0.908	51.389	-0.748	0.869	75.000	-1.027	0.931	126.667
-0.539	0.96	52.778	-0.757	0.924	77.222	-1.038	0.992	130.556
-0.548	1.015	54.167	-0.765	0.98	79.167	-1.049	1.060	133.889
-0.558	1.073	55.833	-0.776	1.037	81.389	-1.060	1.118	137.500
-0.567	1.13	57.222	-0.781	1.095	83.333	-1.069	1.172	140.556
-0.576	1.185	58.333	-0.79	1.153	85.000	-1.081	1.247	143.611
-0.583	1.233	59.444	-0.799	1.211	86.944	-1.090	1.301	146.389
-0.589	1.292	60.833	-0.806	1.27	88.611	-1.100	1.363	149.167
-0.596	1.346	61.944	-0.813	1.329	90.556	-1.109	1.426	151.667
-0.604	1.406	63.611	-0.822	1.388	92.222	-1.119	1.477	154.444
-0.612	1.459	64.722	-0.828	1.447	93.611	-1.127	1.544	156.667
-0.618	1.517	65.833	-0.834	1.505	95.278	-1.136	1.593	158.889
-0.625	1.578	66.944	-0.843	1.565	96.667	-1.147	1.669	161.389
-0.63	1.634	67.778	-0.85	1.625	97.778	-1.155	1.732	163.611
-0.637	1.693	68.889	-0.858	1.683	99.167	-1.165	1.792	165.278
-0.64	1.751	69.722	-0.865	1.743	100.278	-1.172	1.861	167.222
-0.645	1.812	70.278	-0.873	1.802	101.667	-1.181	1.924	168.889
-0.65	1.869	71.389	-0.878	1.859	102.778	-1.186	1.983	170.278
-0.652	1.929	72.222	-0.885	1.917	103.889	-1.188	2.043	171.389
-0.657	1.986	73.056	-0.893	1.973	104.722	-1.195	2.104	172.222
-0.663	2.045	73.611	-0.898	2.03	105.833	-1.200	2.165	173.889
-0.666	2.104	74.722	-0.904	2.087	105.833	-1.206	2.223	174.722
-0.669	2.158	75.278	-0.91	2.146	108.056	-1.215	2.285	175.556
-0.672	2.215	75.833	-0.918	2.205	109.444	-1.217	2.344	176.389
-0.676	2.275	76.389	-0.924	2.264	110.278	-1.224	2.405	176.944
-0.677	2.333	76.667	-0.93	2.323	110.833	-1.232	2.466	177.778
-0.679	2.387	77.222	-0.938	2.383	111.944	-1.234	2.514	178.611
-0.682	2.443	77.500	-0.942	2.443	112.778	-1.237	2.570	179.444


 Lo Sperimentatore

 Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22**CERTIFICATO PROVA:** 19427**SONDAGGIO:** S10
CAMPIONE: C1
PROF., m: 5.00**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

Provino		1	2
Contenuto in acqua	%	25.28	25.12
Peso di volume	kN/m ³	18.05	18.23
Densità secca	kN/m ³	14.41	14.57
Indice dei vuoti	-	0.84	0.82
Grado di saturazione	%	81.46	82.96
Peso specifico dei granuli	-	2.70*	2.70*

* Valore del peso dei granuli assegnato

FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	σ_{1-σ₃}	def., rottura	pori, rottura	Dv/v ₀ , rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	100.00	-	442.58	9.72	-	-
7.60	3.80	200.00	-	497.59	14.11	-	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.500000

NOTA:**Data ricevimento campione:** 21/12/22**Data esecuzione prova:** 17/01/23**DATA:** 24/01/2023**Lo Sperimentatore****Il Direttore di laboratorio**

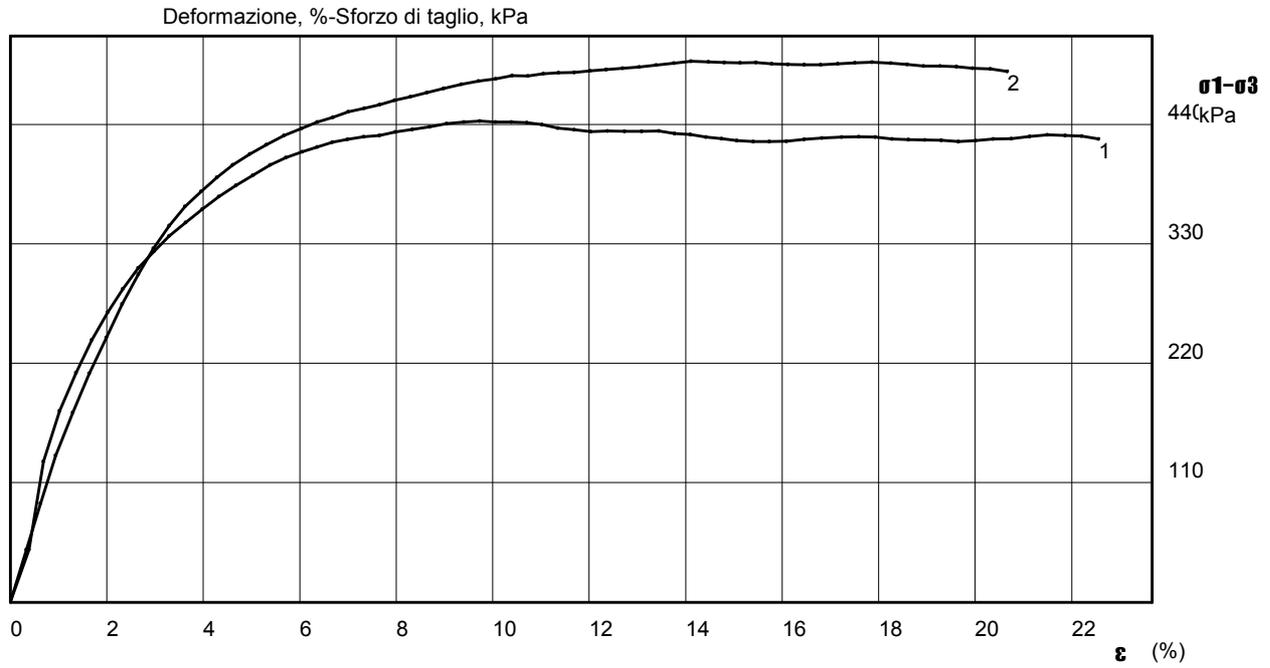


COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19427

SONDAGGIO: S10
CAMPIONE: C1
PROF., m: 5.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 17/01/23

DATA: 24/01/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



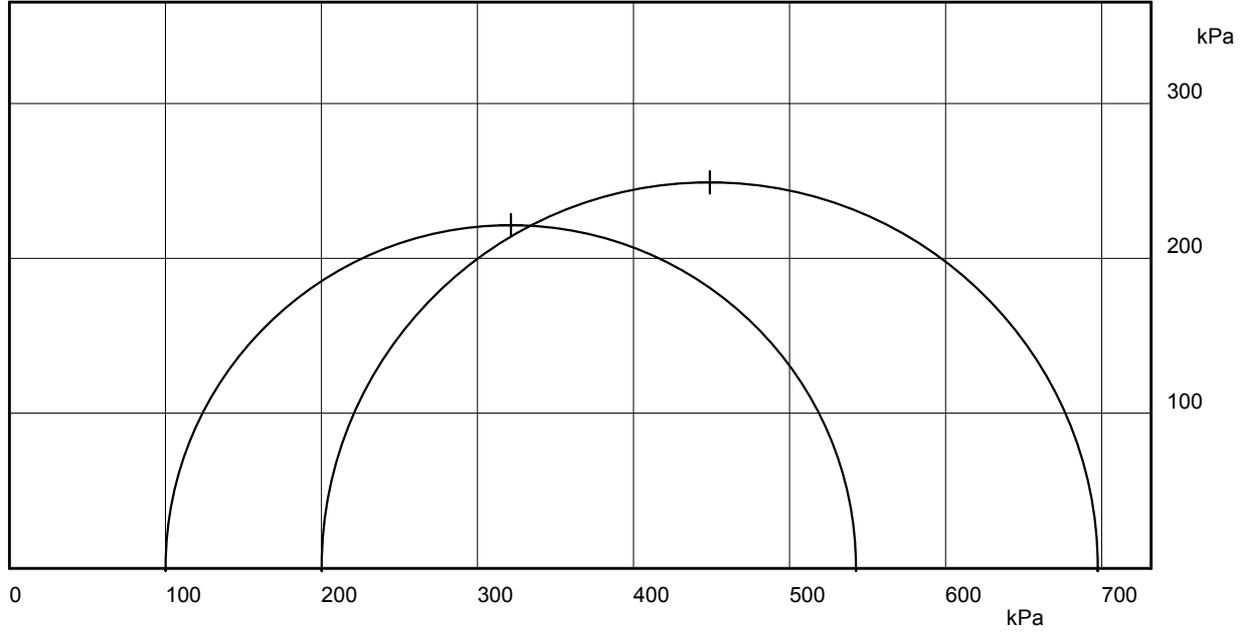
COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19427

SONDAGGIO: S10
CAMPIONE: C1
PROF., m: 5.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

Diagramma di mohr-Pressioni, kPa



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 17/01/23

DATA: 24/01/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.
CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico "Leo"
LOCALITA': Corleone (PA)
VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22**SONDAGGIO:** S10
CAMPIONE: C1
PROF., m: 5.00**CERTIFICATO PROVA:** 19427**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

PROVINO N. 1		PROVINO N. 2	
def.	F	def.	F
mm	N	mm	N
0.29	54.00	0.25	54.00
0.52	147.00	0.47	103.00
0.77	201.00	0.71	154.00
1.03	242.00	0.98	200.00
1.28	278.00	1.24	242.00
1.53	308.00	1.51	281.00
1.77	334.00	1.76	318.00
2.01	358.00	2.01	351.00
2.26	377.00	2.25	380.00
2.50	395.00	2.50	406.00
2.76	411.00	2.75	428.00
3.02	427.00	3.00	446.00
3.28	442.00	3.25	463.00
3.55	456.00	3.50	478.00
3.82	469.00	3.77	492.00
4.09	482.00	4.03	504.00
4.34	492.00	4.31	516.00
4.59	500.00	4.58	526.00
4.83	507.00	4.83	535.00
5.07	514.00	5.08	542.00
5.31	519.00	5.32	550.00
5.56	524.00	5.57	556.00
5.81	527.00	5.81	562.00
6.06	533.00	6.05	569.00
6.33	538.00	6.30	575.00
6.60	543.00	6.56	582.00
6.87	549.00	6.82	589.00
7.14	553.00	7.10	596.00
7.39	556.00	7.37	602.00
7.64	557.00	7.64	607.00
7.89	559.00	7.90	613.00
8.13	560.00	8.15	615.00
8.37	560.00	8.39	620.00
8.62	558.00	8.63	623.00
8.88	558.00	8.88	626.00
9.14	558.00	9.13	630.00
9.40	561.00	9.38	634.00
9.67	563.00	9.64	638.00
9.94	565.00	9.90	642.00
10.21	568.00	10.17	647.00
10.46	567.00	10.45	652.00
10.71	568.00	10.72	657.00
10.95	567.00	10.99	659.00
11.20	567.00	11.24	661.00
11.44	567.00	11.49	663.00
11.70	568.00	11.74	666.00
11.95	570.00	11.99	667.00
12.22	573.00	12.24	669.00
12.50	578.00	12.50	671.00
12.78	582.00	12.76	674.00
13.09	586.00	13.03	678.00
13.36	589.00	13.30	682.00
13.62	591.00	13.57	686.00
13.88	591.00	13.86	688.00
14.14	593.00	14.12	689.00
14.40	595.00	14.38	690.00
14.66	597.00	14.64	693.00
14.93	598.00	14.90	695.00
15.20	602.00	15.15	696.00
15.48	607.00	15.43	698.00
15.76	610.00	15.70	698.00
16.05	616.00		
16.33	621.00		
16.61	623.00		
16.87	625.00		
17.14	624.00		

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 17/01/23

DATA: 24/01/2023

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n°Q-1 485-13

Certificato. n° 19428 del 06/02/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data apertura camp: 9/1/22

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19428 del 06/02/23 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp:

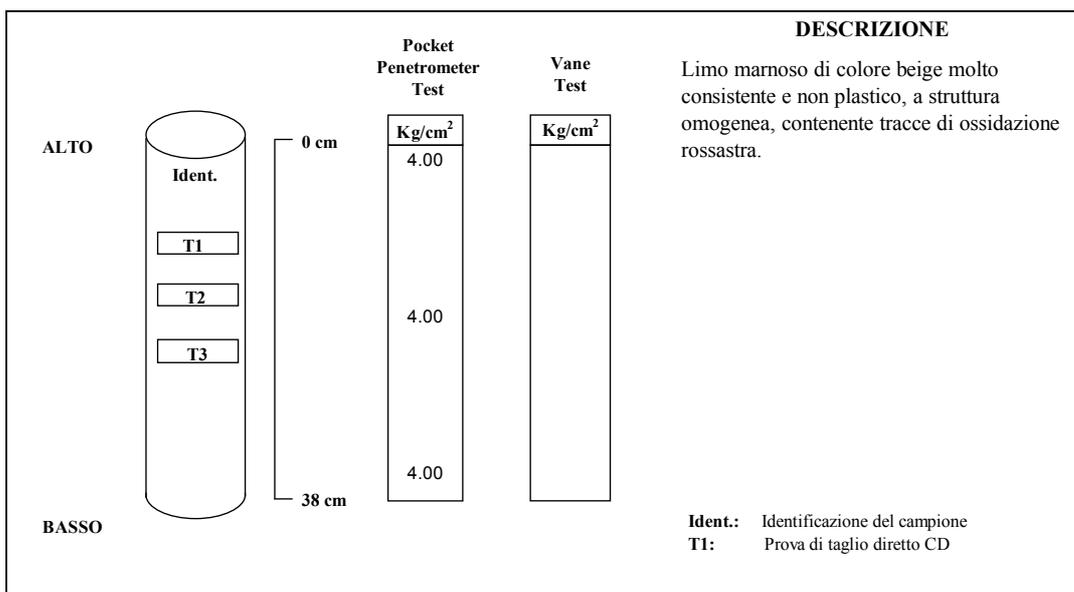
Data esecuz. prova :

09/01/2022

N° verb. accett.: 105/22

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977





Certificato. n° 19429 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	59.19	72	191.10
Campione 2	59.19	72	194.26
Campione 3	59.19	72	197.83

	KN/m ³
V₁	17.962
V₂	18.392
V₃	18.878

V medio: 18.410 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 9/1/23

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	6.59	407.21	330.50	23.683
Campione 2	6.37	463.03	376.41	23.408
Campione 3	6.33	358.85	292.32	23.263

Wn medio: 23.451 %

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19430 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Corleone (PA)**PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 23/1/23 N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	Y_s KN/m ³
Campione 1	119.32	167.11	264.26	294.51	17	26.719
Campione 2	115.29	164.22	251.39	282.20	17	26.476

Y_s medio: 26.598 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19431 del 06/02/23 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10**

CAMPIONE : **C2**

PROFONDITA' :

15.00 m

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data esecuz. prova :

17/1/23

N° verb. accett.: 105/22

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
 UNI CEN/TS 17892-12:2005

LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.80	24.18	20.52	12	47.409
Campione 2	12.85	22.35	19.42	26	44.597
Campione 3	12.71	21.71	19.21	37	38.462

WI = 43.489 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	20.86	31.53	29.45	24.214
Campione 2	2.29	19.99	16.55	24.123

Wp medio = 24.169 %

Ic = 1.037

Ip = 19.320

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19432 del 06/02/23 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	72	72	72
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	2	2	2

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	195.59	292.65	389.71
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.110	1.742	2.911

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	e	Wi (%)	Wf (%)
A	14.34	11.66	48.81	56.17	1.28	23.06	25.24
B	14.80	12.07	50.99	54.62	1.20	22.62	25.68
C	15.32	12.40	55.81	53.40	1.15	23.57	23.88

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

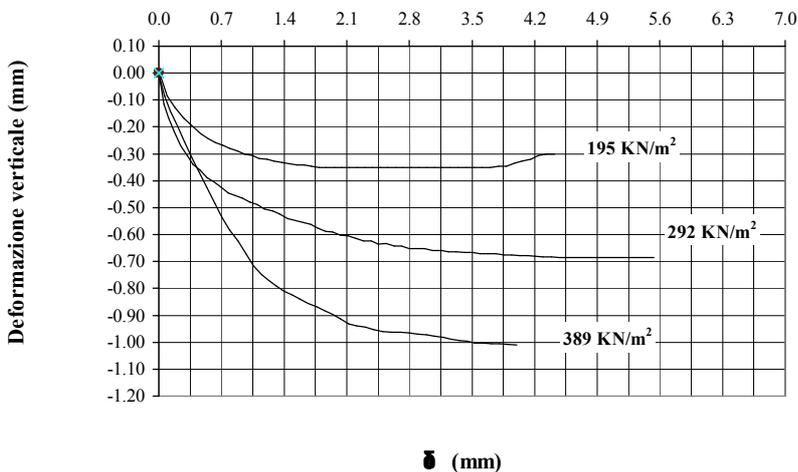
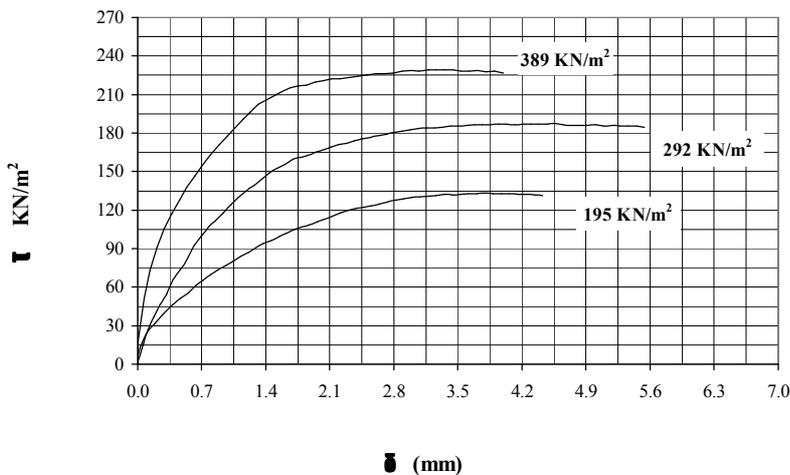


Certificato. n° 19432 del 06/02/23 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Corleone (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**
SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**
Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuz. prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19432 del 06/02/23 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **15.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22 Data esecuzione prova : 10/1/23 N° verb. accett.: 105/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.006	0.011	9.770	-0.014	0.005	3.461	-0.006	0.003	15.763
-0.084	0.093	23.362	-0.116	0.06	16.054	-0.085	0.067	51.246
-0.128	0.181	31.456	-0.166	0.11	26.838	-0.142	0.132	73.303
-0.169	0.277	38.557	-0.218	0.173	36.784	-0.197	0.209	90.924
-0.197	0.373	45.609	-0.27	0.243	46.595	-0.257	0.290	105.369
-0.225	0.466	51.108	-0.306	0.314	54.924	-0.318	0.373	117.416
-0.243	0.551	55.349	-0.339	0.383	64.901	-0.370	0.454	127.906
-0.258	0.63	61.016	-0.36	0.462	73.430	-0.426	0.536	137.675
-0.267	0.713	65.311	-0.388	0.54	82.172	-0.483	0.625	146.666
-0.28	0.793	69.600	-0.403	0.615	91.886	-0.535	0.703	154.757
-0.29	0.878	73.416	-0.424	0.696	100.188	-0.584	0.794	162.969
-0.301	0.96	76.332	-0.446	0.776	106.819	-0.624	0.885	170.701
-0.306	1.042	79.945	-0.454	0.854	112.082	-0.673	0.975	177.653
-0.317	1.125	83.831	-0.465	0.937	117.817	-0.715	1.060	183.768
-0.32	1.207	87.107	-0.479	1.017	124.405	-0.750	1.152	190.720
-0.328	1.288	90.617	-0.488	1.101	129.783	-0.771	1.232	196.251
-0.332	1.371	93.887	-0.504	1.182	134.543	-0.792	1.319	202.174
-0.336	1.452	96.198	-0.511	1.273	139.184	-0.810	1.406	206.033
-0.341	1.545	99.686	-0.525	1.355	144.201	-0.825	1.497	209.309
-0.341	1.626	101.801	-0.541	1.441	148.959	-0.840	1.579	212.399
-0.347	1.707	104.967	-0.547	1.524	152.565	-0.856	1.669	215.446
-0.35	1.792	106.941	-0.555	1.609	155.854	-0.869	1.759	216.940
-0.351	1.869	108.620	-0.562	1.695	159.400	-0.883	1.846	217.541
-0.351	1.963	111.127	-0.575	1.778	161.340	-0.896	1.939	220.026
-0.351	2.042	113.062	-0.588	1.86	162.622	-0.913	2.029	220.844
-0.351	2.131	115.194	-0.591	1.943	165.015	-0.931	2.119	222.196
-0.351	2.213	117.684	-0.602	2.031	167.271	-0.939	2.210	222.251
-0.351	2.303	119.712	-0.605	2.114	168.930	-0.944	2.309	223.254
-0.351	2.388	121.326	-0.615	2.198	171.065	-0.953	2.403	224.062
-0.351	2.475	122.340	-0.624	2.286	171.969	-0.960	2.506	225.358
-0.351	2.552	123.077	-0.624	2.371	173.906	-0.962	2.602	226.225
-0.351	2.645	124.941	-0.635	2.456	175.703	-0.962	2.700	226.290
-0.351	2.727	126.211	-0.634	2.542	176.763	-0.966	2.795	226.694
-0.351	2.82	127.715	-0.643	2.63	178.002	-0.971	2.891	228.051
-0.351	2.906	128.702	-0.642	2.713	178.864	-0.973	2.991	228.830
-0.351	2.991	129.808	-0.653	2.801	180.262	-0.977	3.075	228.101
-0.351	3.081	130.495	-0.652	2.889	181.577	-0.982	3.177	229.353
-0.351	3.164	130.627	-0.653	2.974	182.300	-0.988	3.267	229.075
-0.351	3.255	131.510	-0.659	3.061	183.360	-0.993	3.358	229.113
-0.351	3.346	132.153	-0.659	3.157	183.901	-0.995	3.446	229.179
-0.351	3.437	132.001	-0.665	3.241	184.204	-1.002	3.535	228.428
-0.351	3.525	132.464	-0.665	3.326	184.687	-1.004	3.626	228.411
-0.351	3.613	132.568	-0.667	3.417	185.384	-1.006	3.716	228.847
-0.351	3.708	132.650	-0.667	3.505	185.468	-1.006	3.808	227.796

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - TUV AUSTRIA Italia n° Q-1485-13

Certificato. n° 19433 del 06/02/23 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **21.00 m**

Data ricevimento camp: 21/12/22

Data apertura camp: 9/1/22

N° verb. accett.: 105/22

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 19433 del 06/02/23 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Corleone (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione muro di contenimento**

SONDAGGIO : **S10** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **21.00 m**

Data ricevimento camp:

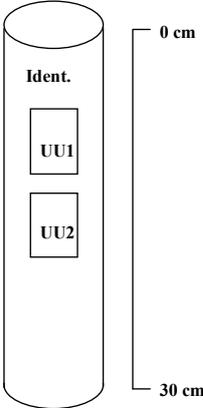
Data esecuz. prova :

09/01/2022

N° verb. accett.: 105/22

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		DESCRIZIONE	
ALTO		Pocket Penetrometer Test Kg/cm ²	Vane Test Kg/cm ²
BASSO			
		Limo marnoso di colore beige biancastro molto consistente e non plastico.	
		Ident.: Identificazione del campione UU1.: Prova di compressione triassiale	


Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.**CANTIERE:** Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"**LOCALITA':** Comune di Corleone (PA)**VERBALE ACCETTAZIONE:** 105/22**CERTIFICATO PROVA:** 19436**SONDAGGIO:** S10**CAMPIONE:** C3**PROF., m:** 21.00**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

Provino		1	2
Contenuto in acqua	%	0.00	0.00
Peso di volume	kN/m ³	19.39	19.45
Densità secca	kN/m ³	0.00	0.00
Indice dei vuoti	-	0.00	0.00
Grado di saturazione	%	0.00	0.00
Peso specifico dei granuli	-	0.00	0.00

FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	σ_{1-σ₃}	def.,rottura	pori, rottura	Dv/v ₀ , rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	300.00	-	524.88	9.12	-	-
7.60	3.80	400.00	-	653.41	12.92	-	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.500000

NOTA:**Data ricevimento campione:** 21/12/22**Data esecuzione prova:** 03/02/23**DATA:****Lo Sperimentatore****Il Direttore di laboratorio**



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"

LOCALITA': Comune di Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19436

SONDAGGIO: S10

CAMPIONE: C3

PROF., m: 21.00

TRIASIALE U.U. Norma Triassiale UU

PROVINO N. 1		PROVINO N. 2	
def.	F	def.	F
mm	N	mm	N
0.41	75.00	0.63	94.00
0.65	95.00	0.89	107.00
0.89	105.00	1.13	157.00
1.13	114.00	1.38	258.00
1.37	120.00	1.63	323.00
1.61	185.00	1.88	377.00
1.85	272.00	2.13	423.00
2.11	335.00	2.38	462.00
2.36	388.00	2.64	497.00
2.62	432.00	2.91	527.00
2.87	468.00	3.18	556.00
3.13	496.00	3.44	580.00
3.40	521.00	3.70	603.00
3.66	540.00	3.96	623.00
3.91	555.00	4.21	641.00
4.14	568.00	4.46	658.00
4.38	579.00	4.70	674.00
4.62	588.00	4.95	688.00
4.87	598.00	5.20	702.00
5.12	607.00	5.46	714.00
5.38	615.00	5.71	727.00
5.64	623.00	5.98	739.00
5.90	630.00	6.24	750.00
6.15	638.00	6.50	761.00
6.42	646.00	6.76	771.00
6.68	652.00	7.01	781.00
6.93	655.00	7.26	787.00
7.17	655.00	7.51	795.00
7.41	657.00	7.75	802.00
7.65	658.00	8.00	809.00
7.91	660.00	8.26	815.00
8.16	662.00	8.51	821.00
8.42	665.00	8.77	827.00
8.69	667.00	9.04	834.00
8.96	670.00	9.30	840.00
9.22	671.00	9.57	845.00
9.48	674.00	9.82	851.00
9.74	677.00	10.08	854.00
9.99	676.00	10.33	856.00
10.23	674.00	10.58	858.00
10.46	672.00	10.82	860.00
10.71	671.00	11.07	862.00
10.95	669.00	11.32	863.00
11.22	669.00	11.59	864.00
11.49	671.00	11.85	867.00
11.77	674.00	12.12	866.00
12.03	675.00	12.39	868.00
12.30	674.00	12.66	869.00
12.57	675.00	12.91	870.00
12.82	675.00	13.17	869.00
13.07	672.00	13.45	865.00
13.31	669.00	13.72	864.00
13.57	667.00	13.96	863.00
13.84	666.00	14.24	861.00
14.09	665.00		
14.37	665.00		
14.65	665.00		
14.92	666.00		
15.19	666.00		
15.48	668.00		
15.75	669.00		
16.03	668.00		
16.28	666.00		
16.54	665.00		
16.80	662.00		
17.06	663.00		
17.33	661.00		
17.62	663.00		
17.90	665.00		
18.19	667.00		
18.46	669.00		
18.75	672.00		
19.02	673.00		
19.29	671.00		
19.55	672.00		
19.82	670.00		
20.09	670.00		
20.36	671.00		
20.66	671.00		
20.95	671.00		

NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 03/02/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"

LOCALITA': Comune di Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

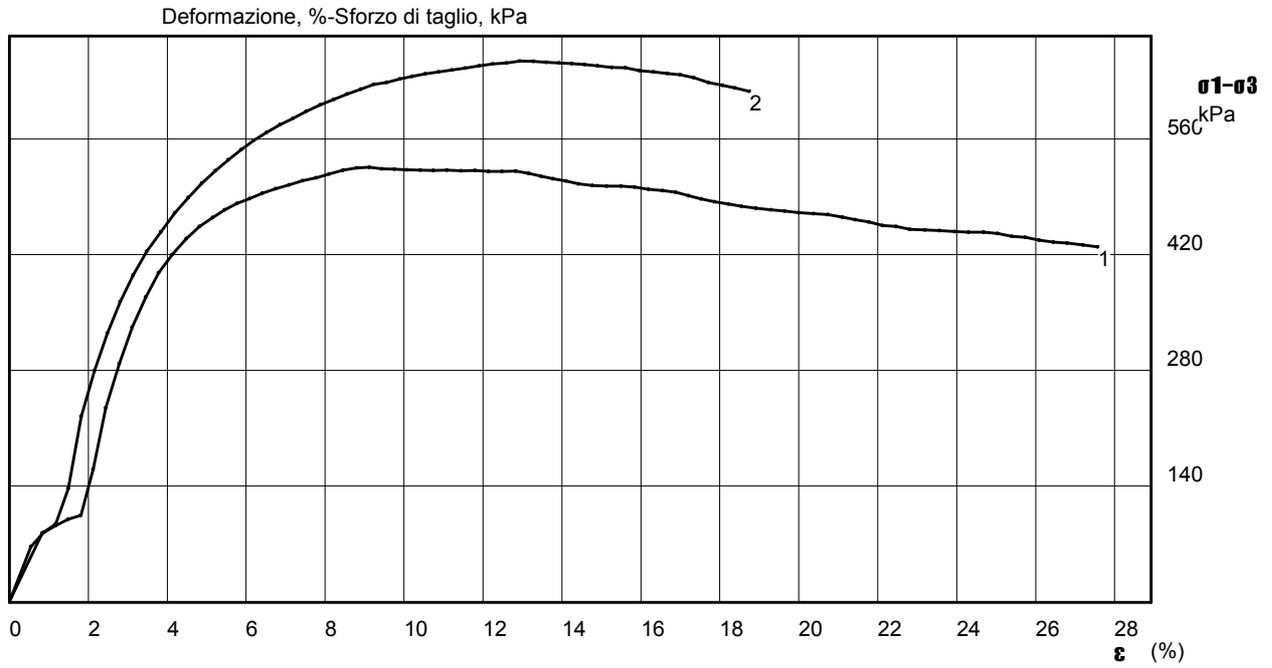
CERTIFICATO PROVA: 19436

SONDAGGIO: S10

CAMPIONE: C3

PROF., m: 21.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 03/02/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione Parco Eolico denominato "Leo"

LOCALITA': Comune di Corleone (PA)

VERBALE ACCETTAZIONE: 105/22

CERTIFICATO PROVA: 19436

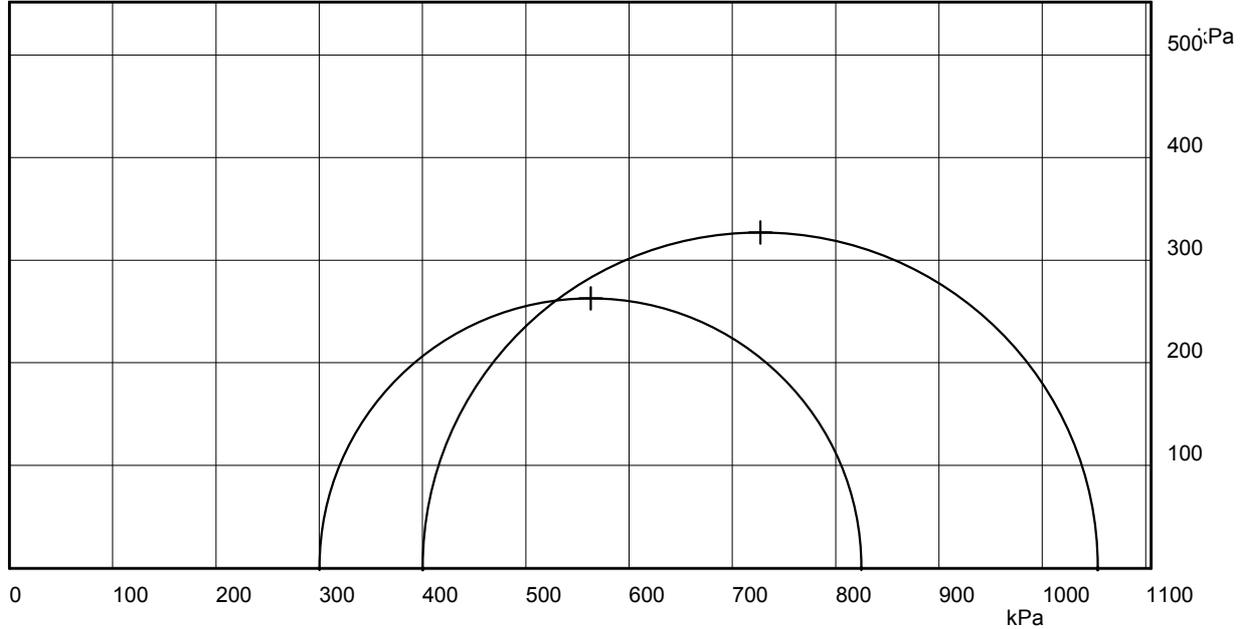
SONDAGGIO: S10

CAMPIONE: C3

PROF., m: 21.00

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU

Diagramma di mohr-Pressioni, kPa



NOTA:

Data ricevimento campione: 21/12/22

Data esecuzione prova: 03/02/23

DATA:

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio