

# Parco Eolico "San Leone"

## Comune di Crotone, Cutro, Scandale (KR)

Proponente



**Renantis Italia Srl**  
Corso Italia 3, 20122 Milano  
P.IVA/CF: 10500140966  
[www.renantis.com](http://www.renantis.com)



### RELAZIONE GEOLOGICA

**Professionista incaricato:**

Dott. Geologo Giuseppe Runca



**Progettista**



**Tiemes Srl**

Via Riccardo Galli, 9 – 20148 Milano  
tel. 024983104/ fax. 0249631510  
[www.tiemes.it](http://www.tiemes.it)

0	21/03/23	Prima emissione	GR	VDA		
Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato	Approvato		
Origine File: 22048 SCN.PD.R.04-00	CODICE ELABORATO					
	Commessa		Proc.	Tipo doc	Num	Rev
	<b>22048</b>	<b>SCN</b>	<b>PD</b>	<b>R</b>	<b>04</b>	<b>00</b>
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden						

## INDICE

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Scopo .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Proponente .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici .....</b>	<b>5</b>
4.1	<b>Depositi di litorale recenti .....</b>	<b>6</b>
4.2	<b>Depositi continentali (Pleistocene): .....</b>	<b>7</b>
4.3	<b>Argille e argille siltose (Pliocene Medio calabriano).....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Sismicità .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Inquadramento geotettonico e geosismico .....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Caratterizzazione geotecnica .....</b>	<b>17</b>
7.1	<b>Piazzola D05 .....</b>	<b>18</b>
7.2	<b>Piazzola D07 .....</b>	<b>22</b>
7.3	<b>Piazzola D08 .....</b>	<b>25</b>
7.4	<b>Piazzola D09 .....</b>	<b>28</b>
7.5	<b>Piazzola D10 .....</b>	<b>31</b>
7.6	<b>Piazzola D12 .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>Parametri sismici e spettri di risposta elastica .....</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>Suscettibilità all'instabilità per effetti co-sismici .....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Carta delle microzone in prospettiva sismica .....</b>	<b>47</b>
<b>11</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>48</b>
	<b>ALLEGATO.....</b>	<b>50</b>

## 1 Premessa

La società Renantis Italia Srl, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia di Crotona, in agro dei comuni di Crotona, Cutro e Scandale (KR), nell'area rappresentata nelle figure sottostanti.



Figura 1-1 - Area di progetto del parco eolico "San Leone"

## 2 Scopo

Scopo della presente relazione è quello di fornire uno studio preliminare che evidenzia la condizione geologica, geomorfologica e sismica dei luoghi da impegnare con l'impianto eolico. I dati elaborati in questo lavoro sono i risultati derivanti da indagini di tipo geologico-tecnico e sismico, effettuate dalla ditta esecutrice Geolags, ditta operante nei settori della geologia applicata, della geofisica applicata, della geo-archeologia e dei monitoraggi ambientali, con sede legale a Vibo Valentia, in via San Giuseppe Moscati - s.n.c. per il "Progetto che riguarda la realizzazione di un parco eolico denominato "San Leone" da realizzare, nella fattispecie, nel Comune di Scandale (KR) ma che comprende le porzioni marginali del comune di Cutro (nella parte estrema Nord) e del comune di Crotona (nella parte estrema Occidentale).

Le fasi che hanno riguardato la campagna geognostica sono state coadiuvate dalla presenza del redattore della presente relazione, dott. geol. Giuseppe RUNCA, tecnico incaricato dal progettista incaricato, Tiemes s.r.l., con sede legale in Via R. Galli 9 - 20148 Milano CF/PI 05109910967.

Nello studio si è provveduto alla ricostruzione del quadro geologico - tecnico con i necessari dati qualitativi e quantitativi occorrenti per definire preliminarmente la fattibilità dell'opera e per consentire il primo approccio di verifiche al progetto.

A tal fine è stato sviluppato il seguente lavoro:

- ricerca ed analisi bibliografica e cartografica;
- studio di fotointerpretazione;
- rilevamento geologico di dettaglio;
- esecuzione di una campagna geognostica.

Le risultanze emerse dai rilievi eseguiti, le deduzioni maturate nel corso dell'indagine le conclusioni alle quali si è approdati, sono riportate nella presente, corredata da cartografia esplicativa e da elaborati grafici.

## 3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Renantis Italia S.r.l., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita. Fornisce, inoltre, servizi altamente specializzati di gestione energetica, sia a produttori sia a consumatori di energia, sfruttando la propria esperienza anche per la gestione tecnico-amministrativa di impianti di terzi.

Renantis nasce nel 2002 come Actelios SpA, la cui missione principale è la produzione di energia pulita. La società decide di investire in modo pionieristico nelle rinnovabili, specialmente nel Regno Unito. Fin dagli esordi il modello di investimento è virtuoso e le comunità locali partecipano in minima parte all'investimento, beneficiando degli utili dell'impianto. Oggi la crescita della Società è sostenuta da fondi infrastrutturali di cui JP Morgan è advisor, che assicurano prospettive di stabilità e una visione a lungo termine.

Il Gruppo Renantis è presente in Italia, Regno Unito, Francia, Spagna, Norvegia, Svezia e Stati Uniti, per un totale di 1420 MW installati principalmente da fonte eolica e fotovoltaica. In Italia ha una capacità installata di 354 MW con numerosi impianti in diverse Regioni italiane, tra cui vanno

ricordati l'impianto eolico più grande del nostro Paese a Buddusò in Sardegna (138 MW) e l'impianto di San Sostene in Calabria (79,5 MW).

La sostenibilità permea ogni nostra decisione e processo aziendale e ricalca l'impegno verso un futuro decarbonizzato e l'attenzione al contesto in costante evoluzione. Tutto lo sviluppo ruota intorno al concetto di partnership con i proprietari dei terreni, con le comunità locali che vivono vicino agli impianti, con le aziende del territorio e con gli amministratori pubblici, garantendo a ciascuna di queste controparti rispetto, ascolto ed impegno.

## **4 Caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici**

L'assetto morfologico dell'area d'interesse è caratterizzato da una tipologia topografica che si identifica con basse dorsali collinari orientate, con l'asse principale, in diverse direzioni a seconda l'azione erosiva prevalente delle aste fluviali.

Le aree in rilievo si collegano alle fasce depresse con incisioni vallive più o meno profonde che ne intaccano la continuità (W.M. DAVIS, 1899) .

L'intensa e recente attività tettonica ha dato origine a una morfologia aspra, soggetta a fenomeni erosivi e gravitativi diffusi e intensi i quali si esplicano in prossimità dei cigli di versante e lungo le scarpate.

L'andamento ritmico del sollevamento tettonico è ben testimoniato dalla successione e disposizione dei terrazzi, particolarmente diffusi su tutta l'area che ricoprono e salvaguardano, in parte, i bassi rilievi collinari.

I corsi d'acqua, tutti a carattere torrentizio, hanno intaccato molto profondamente il territorio asportandone la coltre superficiale dei litotipi argillosi portando a giorno le coperture alterate del substrato geologico caratterizzato da argille grigio-azzurre estremamente compatte che si trova, per tutta l'area investigata, alla profondità media di 34 metri dal piano campagna.

Nel nostro caso particolare, il sedimento sabbioso di Terrazzo Marino (Qs-cl) ha subito un generale degrado, causato dagli Agenti Esogeni.

Visto l'inquadramento globale, a livello geologico, è quindi probabile che il materiale depositato originariamente (sabbie e/o sabbie ghiaiose) sia rimasto parzialmente alterato; il risultato della parte alterata è un prodotto granulometricamente riconducibile ad una Sabbia con Limo con livelli ghiaiosi ed argillosi .

L'idrografia superficiale è caratterizzata da ruscellamenti concentrati in alvei particolarmente attivi nei periodi maggiormente piovosi che ne intaccano la continuità territoriale.

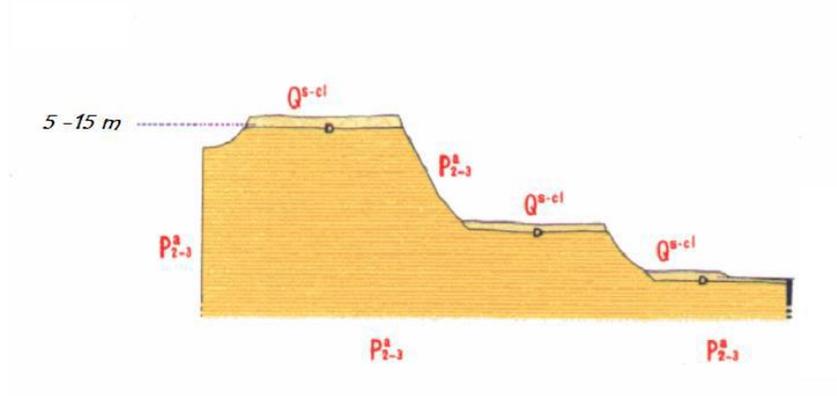
Riguardo all'idrografia sotterranea non sono state riscontrate falde acquifere nelle fasi della campagna geognostica né tanto meno sul contatto stratigrafico tra la copertura quaternaria Qs-cl (potenziale acquifero) e le argille Plioceniche Pa 2-3 impermeabili.

Dove invece affiorano direttamente le argille, le falde d'acqua non sono proprio ipotizzabili ma un quantitativo di acqua viene comunque incamerato nelle porzioni più superficiali (argille grigie) che si saturano facilmente dell'assorbimento del liquido che agevolmente penetra nelle fessure provocate dal caldo torrido del periodo estivo.

Il modello morfologico converge verso terreni stabili ma con suscettibilità all'amplificazione locale sismica. In allegato sono riportate le carte geomorfologiche di dettaglio con l'ubicazione dei siti prescelti e l'ubicazione delle forme di superficie riconosciute più significative.

La carta geologico-tecnica riporta le informazioni riguardanti i litotipi affioranti, distinti in terreni di copertura e substrato geologico; lo spessore minimo delle coperture varia dai 5 ai 15 metri.

### Schema dei rapporti stratigrafici



**Figura 4-1 Schema dei rapporti stratigrafici**

La litologia dei terreni è stata descritta tramite sistema di classificazione Unified Soil Classification System (leggermente modificato, ASTM, 1985) con una sigla a piccoli caratteri che descrive l'ambiente genetico deposizionale del litotipo, come riportato nelle figure sottostanti. Non sono stati riconosciuti elementi tettonico-strutturali quali faglie capaci e/o attive. Nel seguito sono descritti gli strati litologici riconosciuti.

## Legenda

### Terreni di copertura

af	Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
ac	Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
Q_s.cl	Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

### Substrato geologico

P_a-2-3	Argille siltose
---------	-----------------

**Figura 4-2 Descrizione litologia dei terreni**

## 4.1 Depositi di litorale recenti

### Terreni di copertura

af	Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
ac	Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali

Sono per lo più i tipici depositi recenti di ambiente fluviale, mobili e fissati dalla vegetazione o artificialmente, costituiti da sabbie e limi e ghiaia.

Sono particolarmente diffusi in prossimità dei corsi d'acqua che attraversano l'area d'interesse.

Presentano geometria e composizione granulometrica irregolare con prevalenza in termini sabbioso-limosi; rappresentati prevalentemente da sabbie sciolte di colore grigio chiaro a granulometria medio-fine, parzialmente fissati dalla vegetazione spontanea e da specie arbustive pioniere. Occasionalmente, in vicinanza degli impluvi concentrati, si presentano frammisti a materiale terrigeno fine, depositato da passate esondazioni e allagamenti.

## 4.2 Depositi continentali (Pleistocene):

### Terreni di copertura

Q\_s.cl

Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

Si tratta di sabbioni limosi ghiaiosi di colore bruno rossastro con frequenti livelli di ghiaie fini e frammenti lapidei arenacei. Per la loro elevata friabilità sono rinvenibili solo come coltri di copertura alla sommità delle superfici dorsaliche, mentre localmente, alla base dei principali pendii, si presentano come vere e proprie falde di detrito con ammassi caotici ridepositati da ripetuti movimenti gravitativi.

Sono disposti in ammassi a giacitura orizzontale, depositatisi in età tardo-pleistocenica in ambiente continentale soggetto a rapide modificazioni morfo-altimetriche. Le aree di affioramento sono generalmente suborizzontali e in massima parte corrispondono ai terrazzi morfologici; i depositi hanno un colore bruno-rossastro dovuto all'ambiente di sedimentazione continentale e si trovano sempre allo stato incoerente. Essi sono piuttosto permeabili, facilmente erodibili e possiedono angoli di attrito interno di valore molto variabile, a secondo che prevalgano i depositi a granulometria sottile oppure quelli grossolani.

Questi litotipi affiorano in aree generalmente poco acclivi e possono dare origine a movimenti franosi solo in siti particolari (aree marginali dei terrazzi morfologici) e dove esistono altre concause di dissesto, quali erosioni accelerate, scalzamenti al piede, sovraccarichi, accelerazioni sismiche, ecc.

Va tuttavia sottolineato che, in genere, sono rivestiti da una spessa coltre di materiali eluviali e, dove la pendenza della superficie topografica crea componenti tangenziali della gravità di intensità superiore a quelle verticali, come accade su tagli artificiali non sostenuti da opere adeguate, possono aversi manifestazioni franose.

All'equilibrio della coltre eluviale contribuiscono in maniera determinante la copertura vegetale e i terrazzamenti agricoli. Infatti i fenomeni di instabilità, da taluno denominati smottamenti, sono ricorrenti solo dove la vegetazione è sporadica o assente - ma questo spesso è più l'effetto che la causa del dissesto- e soprattutto sulle scarpate stradali e nelle aree abbandonate dall'agricoltura.

## 4.3 Argille e argille siltose (Pliocene Medio calabriano)

### Substrato geologico

P\_a-2-3

Argille siltose

Si tratta di argille, argille siltose e silt, da grigie a bruno-chiare con locali intercalazioni sabbiose superficiali ad argille grigio-azzurre in profondità.

Le argille contengono una ricca e variata microfauna con associati frammenti di microfossili, comprendente forme caratteristiche del Pliocene Superiore.

Questi materiali sono caratterizzati da bassa permeabilità e scarsa resistenza all'erosione. Lungo i pendii più ripidi possono dar luogo a movimenti franosi. Costituiscono il litotipo più diffuso affiorante nel territorio in esame.

Questi litotipi, dove non sono alterati, si mostrano piuttosto compatti e dal punto di vista geologico tecnico vanno certamente considerati terreni sovraconsolidati, ma la resistenza ai processi erosivi è piuttosto modesta e altrettanto può dirsi per la permeabilità. Elevata è invece la possibilità, nelle fasce o zone più alterate, di andare incontro a fenomeni di rigonfiamento e ritiro a secondo del variare del contenuto d'acqua. Verso l'alto gli orizzonti tendono a diventare leggermente sabbiosi, ma la loro plasticità non sembra risentirne e in seguito a forte imbibizione possono dare origine a fenomeni di soliflusso e creep, sui pendii più ripidi, a frane tipo colata.

Infatti, nei luoghi in cui il weathering riduce la coesione, i pendii costituiti da questi terreni vengono a trovarsi spesso in condizioni di equilibrio instabile a causa del fatto che la loro stabilità è demandata esclusivamente all'effetto stabilizzante della coesione con il temporaneo e superficiale contributo della copertura vegetale. Pertanto, in condizioni di forte assorbimento idrico, la coesione si riduce fino ad annullarsi, per cui possono facilmente verificarsi fenomeni di dissesto che, sui fianchi delle incisioni vallive più profonde, possono ripetersi nel tempo a causa degli scalzamenti provocati dall'erosione incanalata.

Le forme erosive più in risalto sono i calanchi. Il meccanismo di dissesto più tipico è quello dei colamenti (mud flow) che localmente possono trasformarsi anche in scoscendimenti.

Ciò è reso possibile dal fatto che tra i livelli argillosi, da considerare praticamente impermeabili, possono trovarsi interstratificazioni sabbiose ad elevata permeabilità.

Queste soluzioni di continuità rappresentano vie di facile penetrazione per le acque meteoriche e pertanto una stessa massa argillosa può da un lato appesantirsi per assorbimento superficiale e dall'altro andare a gravare su una superficie di strato ad attrito ridotto per la presenza dell'acqua penetrata attraverso le interstratificazioni sabbiose.

D'altra parte va evidenziato che i materiali argillosi alterati (ARGILLE GRIGIE) richiedono un certo tempo per saturarsi, ma perdono acqua altrettanto lentamente e a velocità minore della frazione sabbiosa, per cui possono formarsi piccole falde circoscritte che producono l'aumento delle pressioni interstiziali con conseguente riduzione della resistenza al taglio.

Per l'insieme di questi fenomeni i versanti in cui affiorano questi litotipi danno origine a movimenti franosi tanto più profondi quanto maggiore è il gradiente di pendio, il che in definitiva riconduce la dinamica della morfogenesi all'azione erosiva delle acque selvagge e di quelle incanalate.

## **5 Sismicità**

Consultando il database DOM4.1 per località ([http://emidius.mi.ingv.it/DOM/consult\\_loc.html](http://emidius.mi.ingv.it/DOM/consult_loc.html)) sono emerse numerose informazioni relative al territorio d'interesse.

La storia sismica dell'area d'interesse è documentata a partire dal 1638, e sono state recuperate le osservazioni degli eventi massimi delle aree limitrofe: evento del 08.09.1905 il terremoto di maggiore intensità mentre gli effetti dei danni riguardano il sisma del 08/03/1932

Numero di eventi: 7

Effetti		In occasione del terremoto del:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
8-9	1638	06	08	09	45	Crotonese	40	10	6.60
7	1659	11	05	22	15	Calabria centrale	118	10	6.50
8	1783	03	28	18	55	Calabria	323	11	6.94
6	1791	10	13	01	20	Calabria centrale	77	9	5.92
10	1832	03	08	18	30	Crotonese	78	10	6.48
6	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
6-7	1947	05	11	06	32	Calabria centrale	254	9	5.71

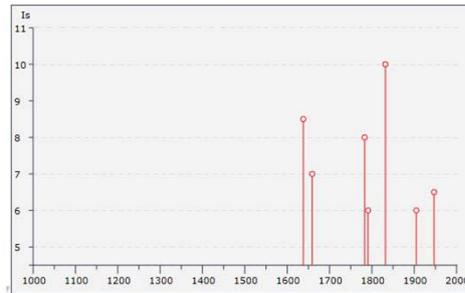


Figura 5-1 - Eventi sismici in Calabria

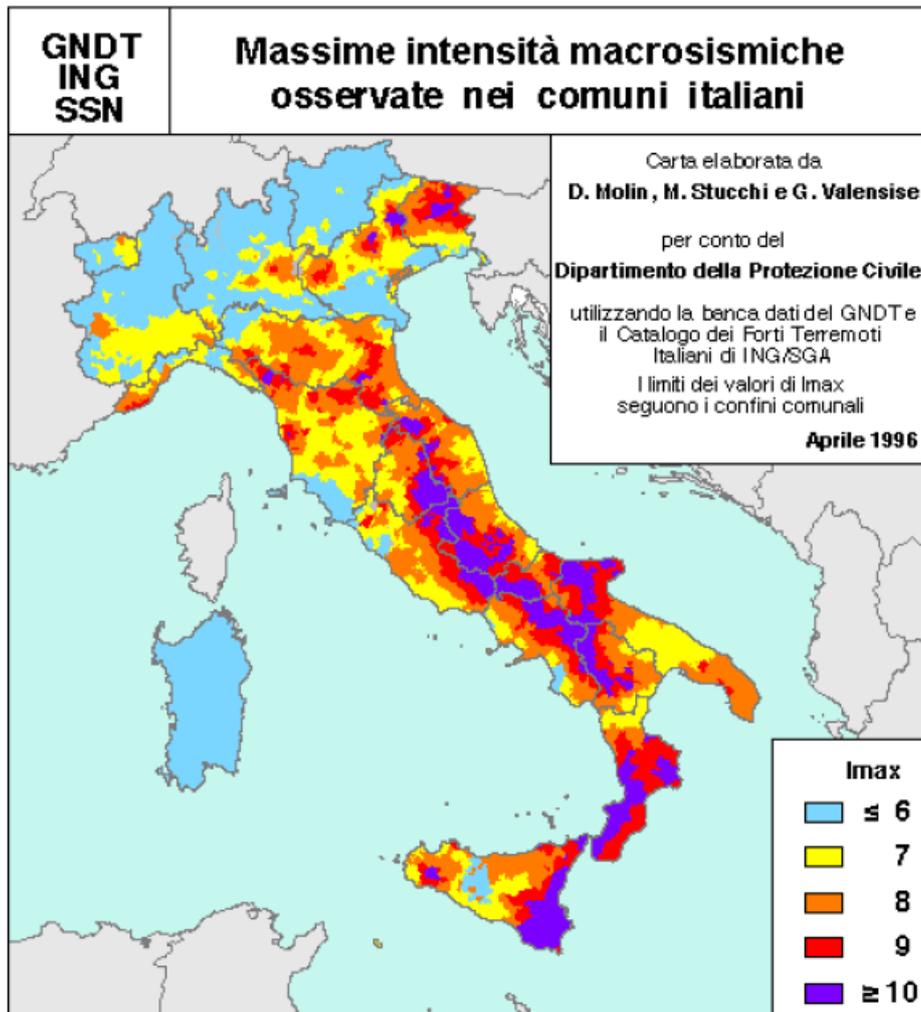


Figura 5-2 - Massime intensità macrosismiche (fonte INGV)

La Pericolosità sismica è la probabilità che si verifichi in un dato luogo, entro una data area ed entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare dei danni.

In termini schematici si può parlare di:

- Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito. La pericolosità di base definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area, in un determinato intervallo di tempo: è indipendente dalla presenza di manufatti e persone ed è correlata alle caratteristiche sismo-genetiche dell'area.

- Pericolosità sismica locale

La pericolosità locale rappresenta la modificazione indotta da particolari condizioni geologiche e/o morfologiche all'intensità con cui le onde sismiche si manifestano in superficie.

Per la determinazione della Pericolosità sismica di base si procede alla determinazione della sequenza temporale degli eventi sismici nel territorio considerato, ottenuta a partire dai dati contenuti in cataloghi storici dei terremoti.

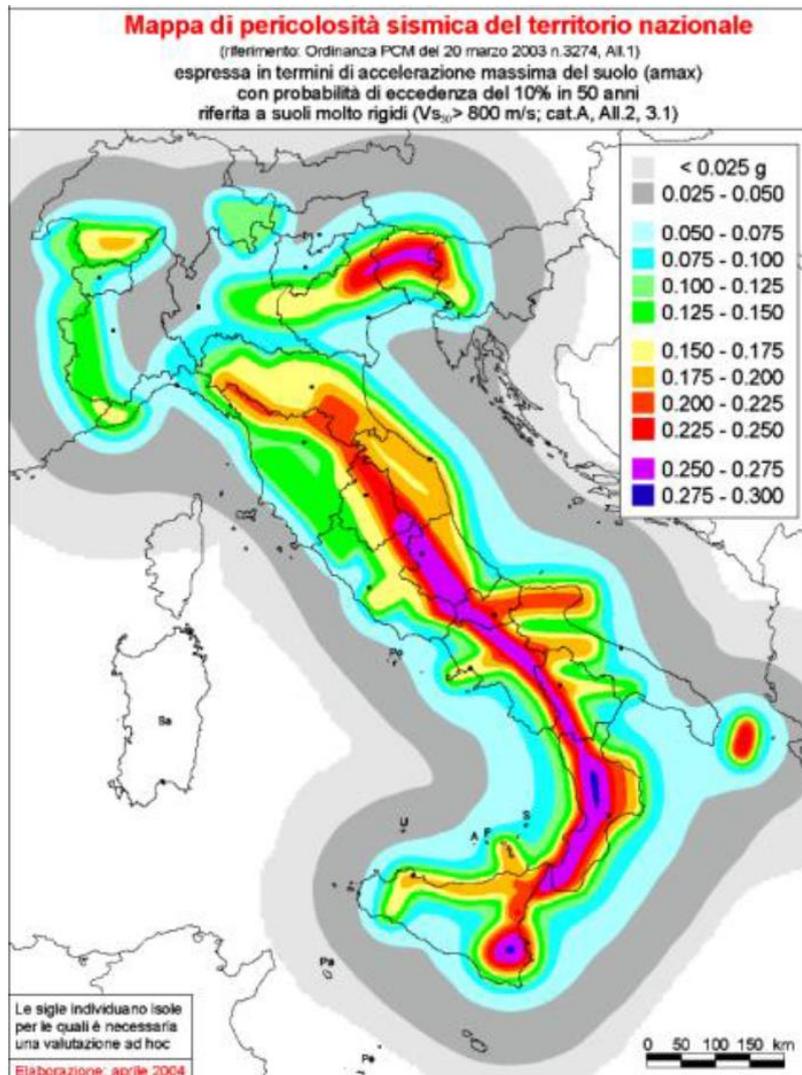
Viceversa, per la definizione della Pericolosità sismica locale vengono considerate le condizioni geologiche e geomorfologiche locali, che possono produrre delle variazioni della risposta sismica e, tra queste, le aree che presentano particolari conformazioni morfologiche (quali creste rocciose, cocuzzoli, dorsali, scarpate) dove possono verificarsi focalizzazioni dell'energia sismica incidente.

Variazioni dell'ampiezza delle vibrazioni e delle frequenze si possono avere anche alla superficie di depositi alluvionali e di falde di detrito, anche con spessori di poche decine di metri, a causa dei fenomeni di riflessione multipla e di interferenza delle onde sismiche entro il deposito stesso, con conseguenti modificazioni rispetto al moto di riferimento.

Altri casi di comportamento sismico anomalo dei terreni sono quelli connessi con le deformazioni permanenti e/o cedimenti dovuti a liquefazione di depositi sabbiosi saturi di acqua o a densificazioni dei terreni granulari sopra la falda, nel caso si abbiano terreni con caratteristiche meccaniche scadenti. Sono da segnalare i problemi connessi con i fenomeni di instabilità di vario tipo, come quelli di attivazioni o riattivazione di movimenti franosi e crolli di massi da pareti rocciose.

In relazione alla Pericolosità sismica locale, va definita l'Amplificazione locale ovvero il rapporto tra l'accelerazione di picco in superficie e l'accelerazione di picco del substrato. L'accelerazione di picco in superficie può dunque essere aumentata dalle condizioni morfologiche, geologiche e geotecniche.

L'acquisizione delle conoscenze circa la Pericolosità sismica locale è demandata a studi di dettaglio ed in particolare agli studi di microzonazione sismica (MZS), che costituiscono la base di ogni politica di difesa dai terremoti, prima e dopo gli eventi sismici. Ne consegue che la prevenzione del rischio sismico trova la sua naturale applicazione nella programmazione territoriale e nella pianificazione urbanistica.



**Figura 5-3 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (fonte INGV)**

Nella nuova mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) per suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s, cat. A, All.2 3.1), viene rappresentata l'attesa probabilistica di terremoti (periodo di ritorno  $T_r = 475$  anni), caratterizzati da maggiore o minore energia. Osservando la mappa emerge chiaramente come le aree in cui l'attesa sismica è più significativa corrispondono al settore nord-orientale (Friuli-Venezia Giulia e parte del Veneto), l'appennino settentrionale, l'appennino centrale e meridionale, l'arco calabro e la Sicilia orientale.

Dall'esame della mappa di dettaglio per la Regione Calabria si può osservare che, relativamente all'area, il valore di accelerazione è compreso tra 0.175 g e 0.200 g.

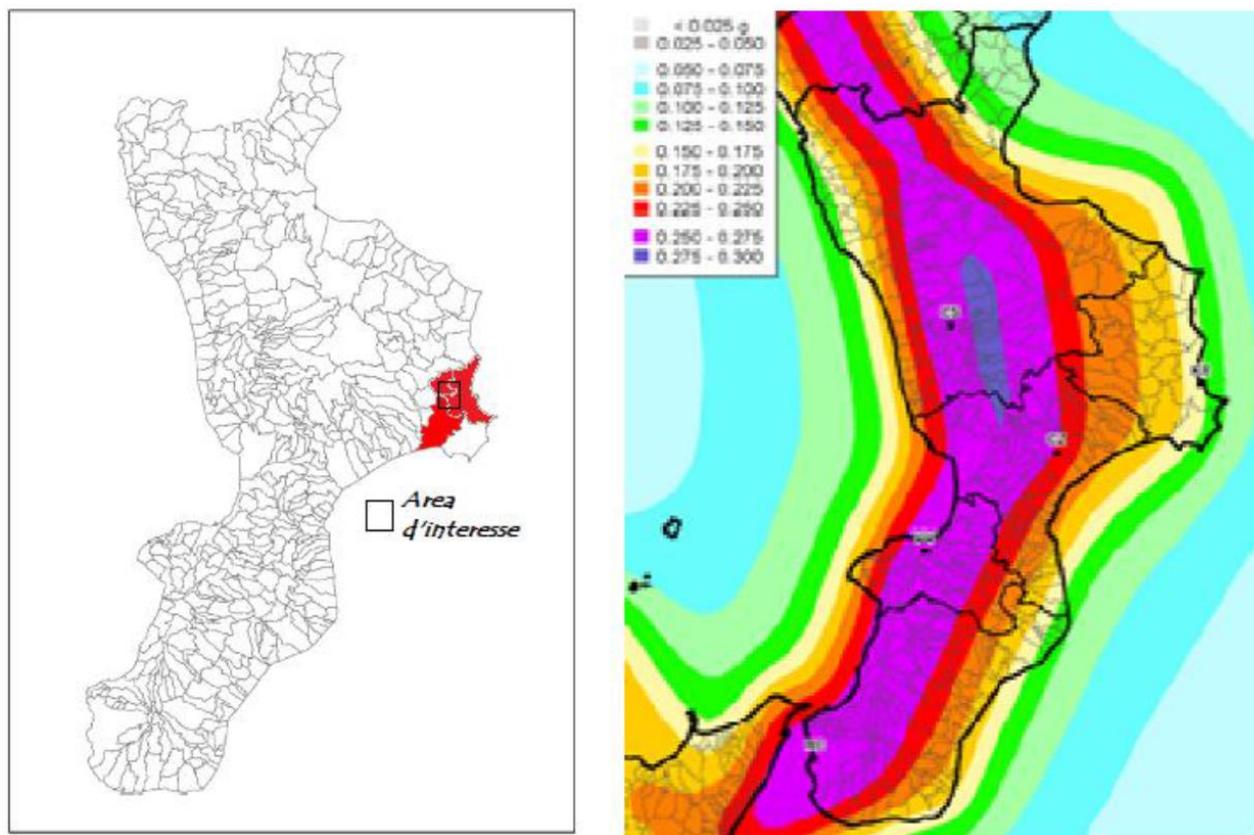


Figura 5-4 - Mappa di pericolosità sismica del territorio calabrese

## 6 Inquadramento geotettonico e geosismico

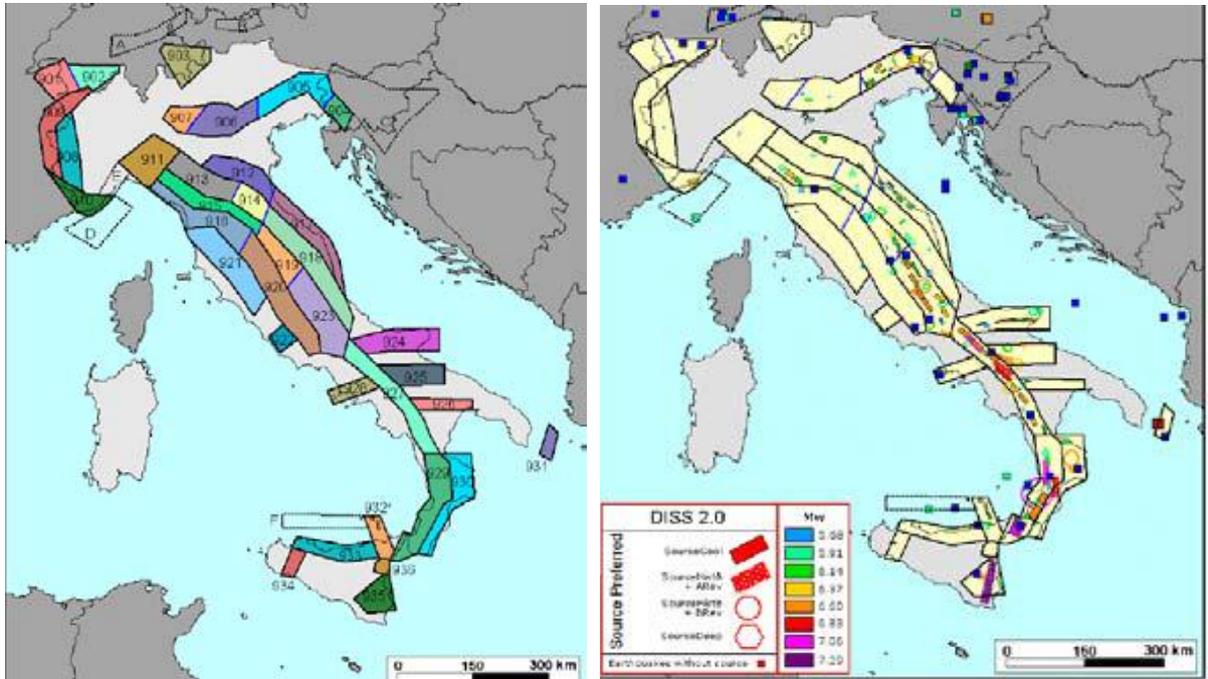


Figura 6-1 - Zona sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0

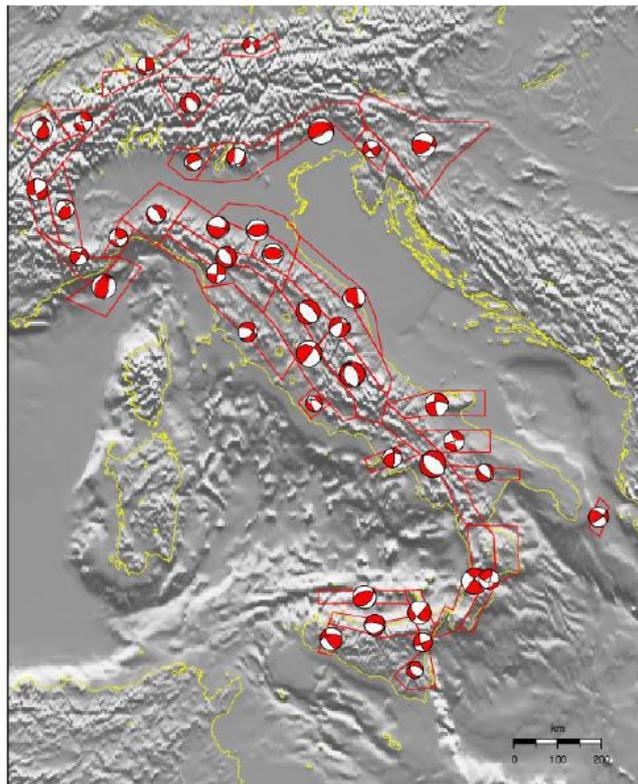
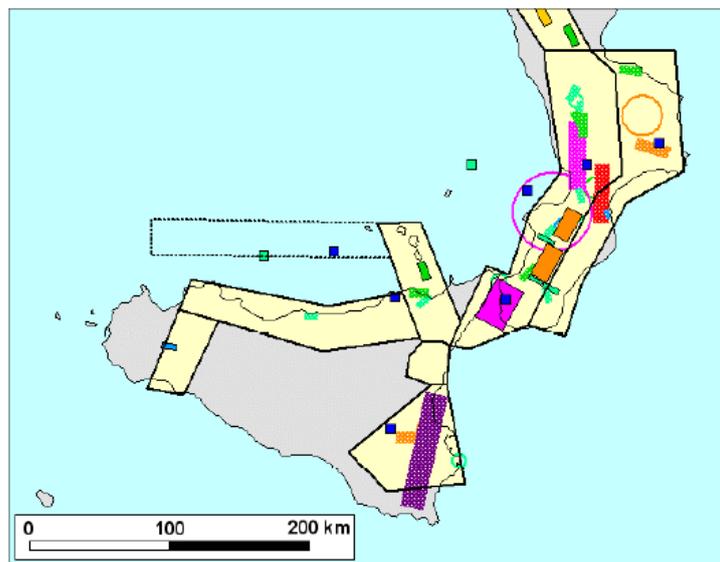
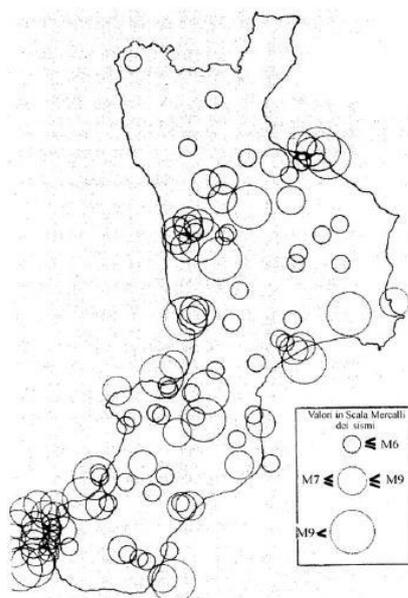


Figura 6-2 - Meccanismi focali medi delle zone sismogenetiche. (La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone)



**Figura 6-3 - Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Arco Calabro e la Sicilia**

Le zone-sorgente della Calabria fino allo stretto di Messina sono state modificate in due nuove zone, una sul lato tirrenico della regione (zona 929) ed una sul lato ionico (zona 930). l'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno, infatti, interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina (zona 929), tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 ed i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi.



**Fig. 4.2** – Carta degli epicentri con suddivisione dei fenomeni in tre gruppi per diversa intensità espressa nella scala MCS.

**Figura 6-4 - Carta degli epicentri dei terremoti**

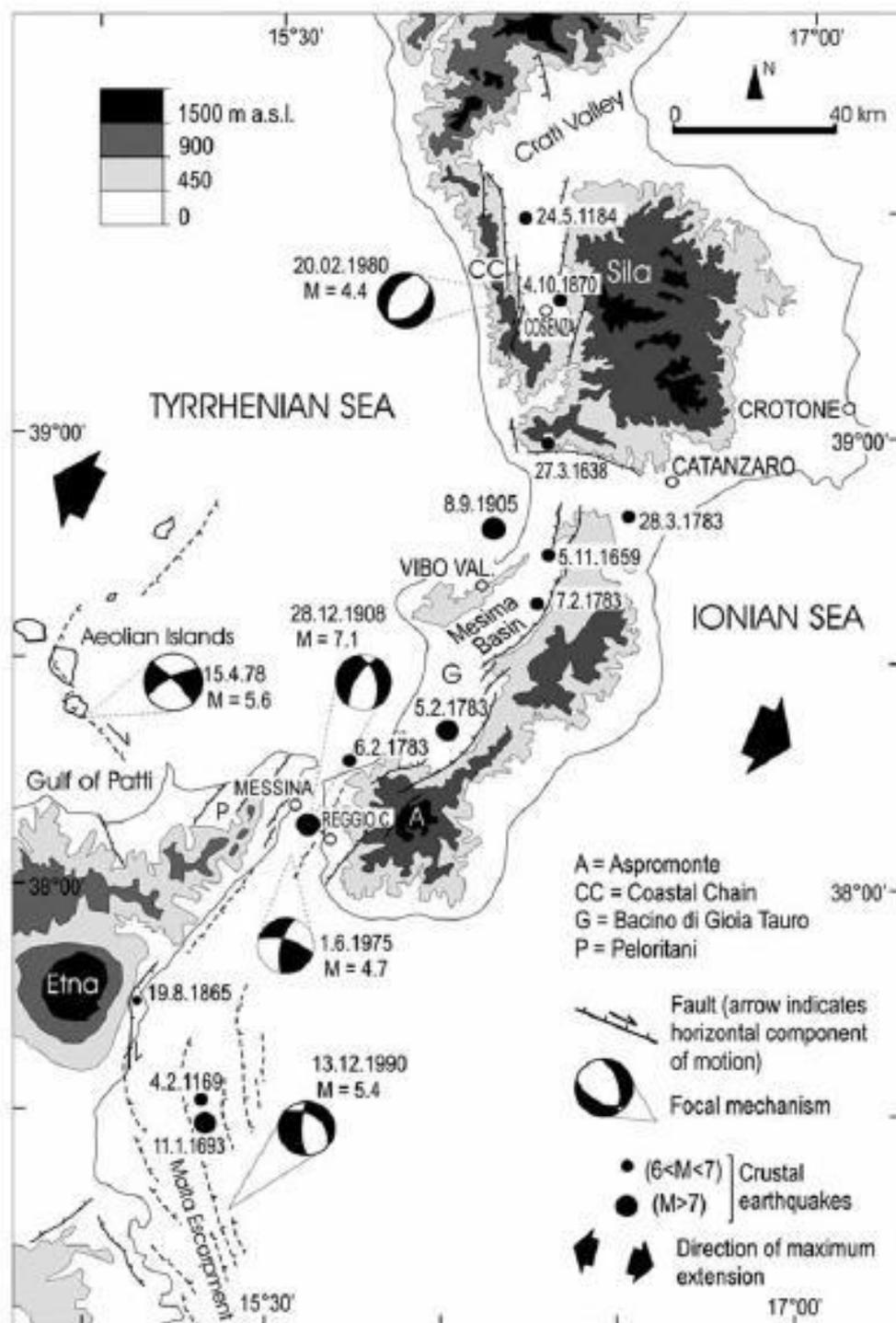


Fig. 4.1 – Schema sismotettonico dell'Arco Calabro (Monaco & Tortorici 2000 mod.), sono riportati i terremoti crostali (< 30 Km) dal 1000 d.C. (Boschi et alii 1995).

Figura 6-5 - Schema sismotettonico dell'arco calabro

L'Arco Calabro (interpretato come frammento di una catena alpina Europa – vergente), durante il Neogene, subisce una serie di fasi tettoniche distensive e trascorrenti, collegate all'inizio dell'apertura del Mar Tirreno.

A seguito di tali deformazioni, l'Arco Calabro risulta segmentato da importanti sistemi di faglie, organizzati secondo allineamenti longitudinali e trasversali rispetto alle direttrici strutturali della catena calabra.

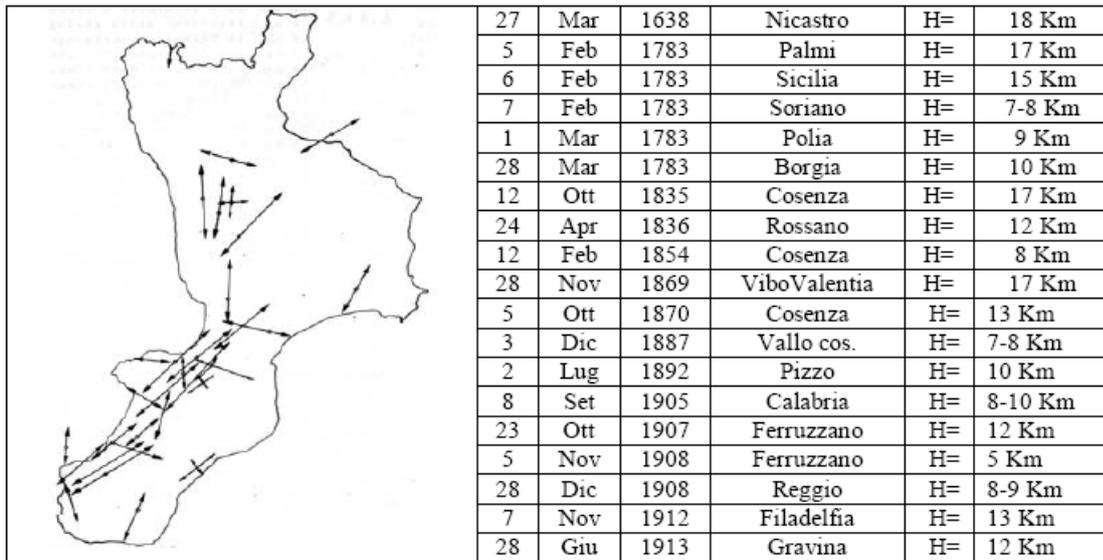
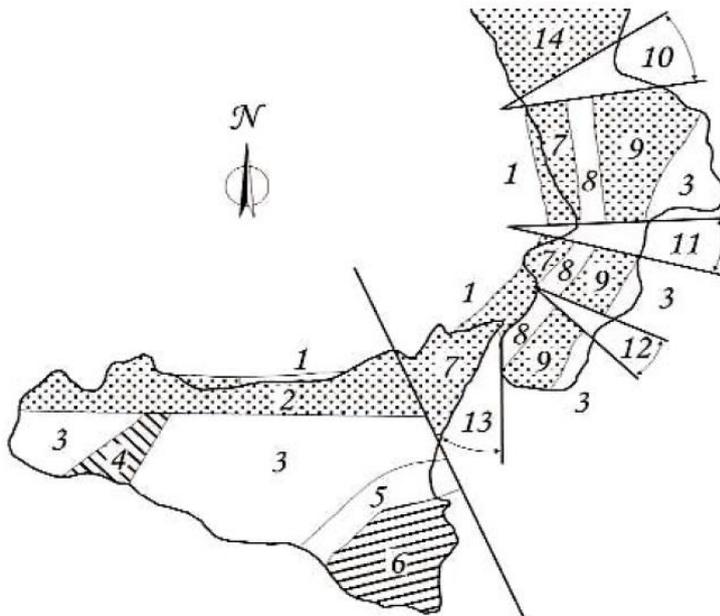


Fig. 4.3 – Carta degli assi delle isosiste relative ai 20 terremoti per i quali tali elementi erano noti o è stato possibile ricavarli e relativa tabella delle profondità ipocentrali.



Schema di segmentazione a blocchi dell'Arco Calabro-Peloritano. 1) bacini peri-tirrenici di Paola, Gioia e Cefalù; 2) Monti Nebrodi, Baronie e Madonna; 3) bacini di Crotona-Capo Spartivento (perionici), e di Caltanissetta-Castelvetrano; 4) Monti Sicani; 5) fossa Catania-Gela; 6) Monti Iblei; 7) Catena Costiera calabra, Capo Vaticano, Monti Peloritani; 8) fosse dell'Alto Crati, del Mesima e di Gioia Tauro; 9) Sila Serre, Aspromonte; 10) fossa del Basso Crati-Sibari; 11) fossa di Catanzaro; 12) fossa di Siderno; 13) fossa di Messina; 14) gruppo del Pollino (da Ghisetti, 1979, modificata).

Figura 6-6 - Carta delle isosiste e schema di segmentazione sismica

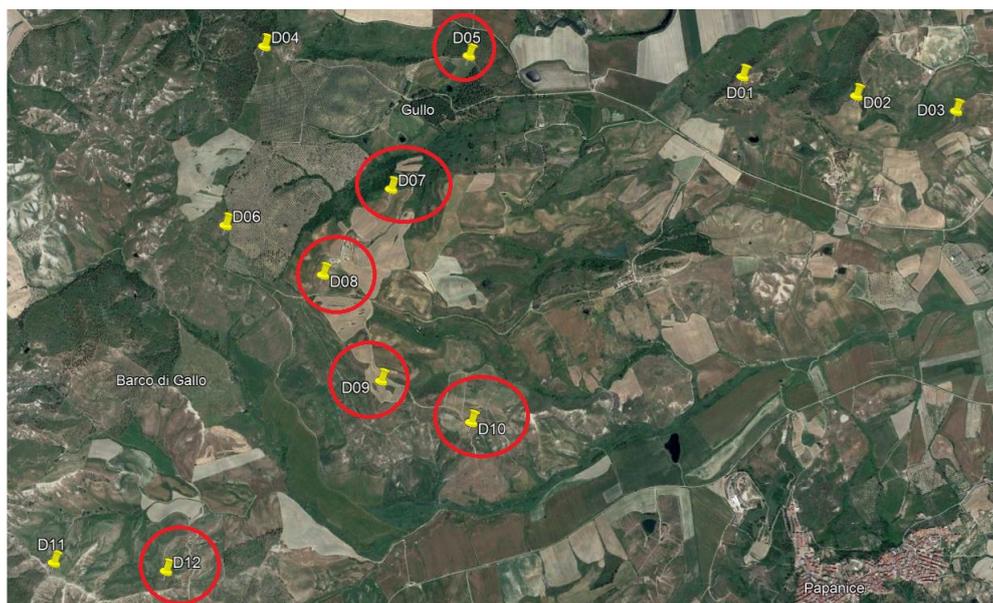
Dalle carte sopraesposte si evince che la zona d'interesse ricade nei bacini di Crotone-Capo Spartivento, in cui la dislocazione frammentaria avviene ad opera di imponenti sistemi di faglie, riferibili ad un gruppo di sistemi longitudinali paralleli alle direttrici strutturali della catena appenninica, che interrompono la continuità dei settori di catena, delimitando la fossa tettonica su menzionata.

## 7 Caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono state svolte tre indagini per ciascuna di 6 piazzole, localizzate nelle figure seguenti, destinate agli aerogeneratori denominati D05, D07, D08, D09, D10 e D12, che si ritiene siano significative per la caratterizzazione a livello di progetto definitivo: penetrometrica pesante DPSH (Dynamic Probe Super Heavy), prospezione sismica a rifrazione e tipo MASW.

I dati ottenuti sono riportati nei paragrafi seguenti nella stessa sequenza per ciascuna piazzola:

- localizzazione su ortofoto e su carta geologica,
- diagramma a rifrazione, MASW e tabella parametri sismostratigrafici,
- diagramma DPSH e tabella parametri geotecnici.



**Figura 7-1 – Localizzazione su ortofoto del parco eolico in esame**

CARTOGRAFIA GEOLOGICA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

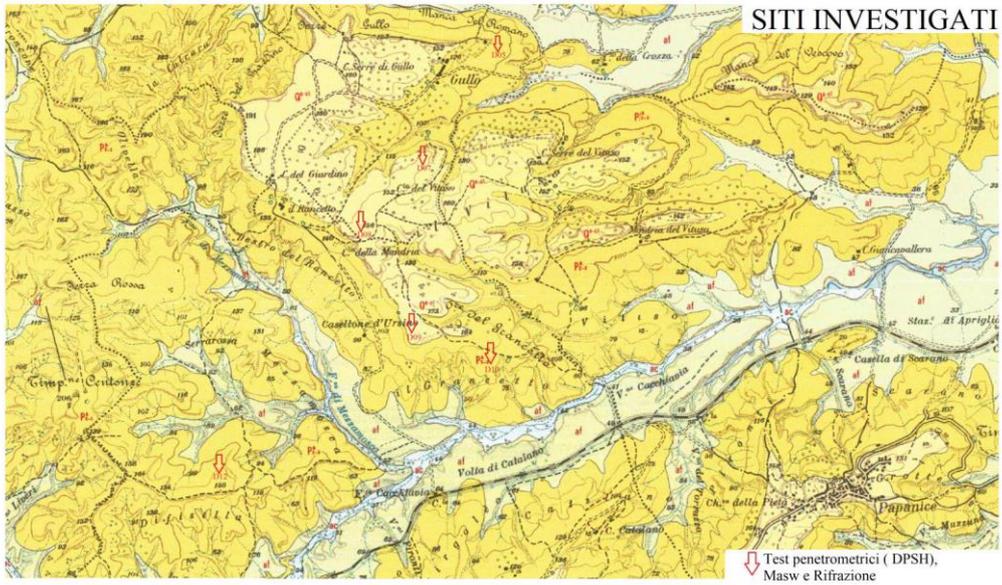
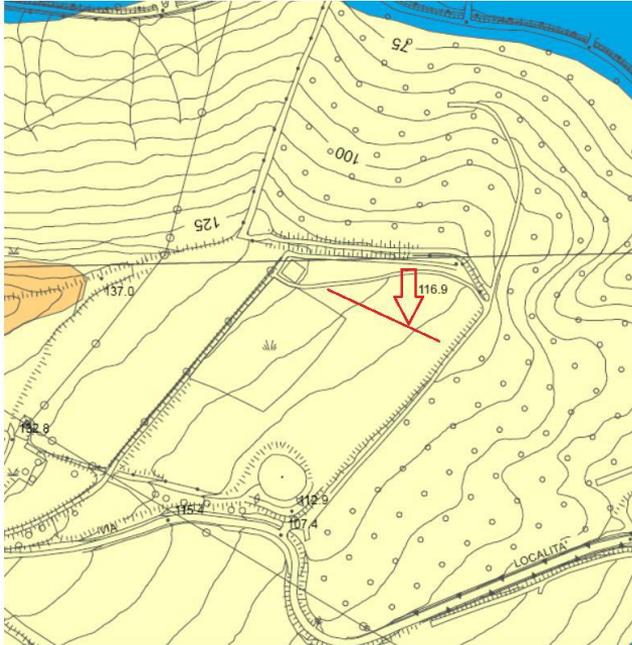


Figura 7-2 – Localizzazione su carta geologica delle indagini eseguite

**7.1 Piazzola D05**



**D 05**



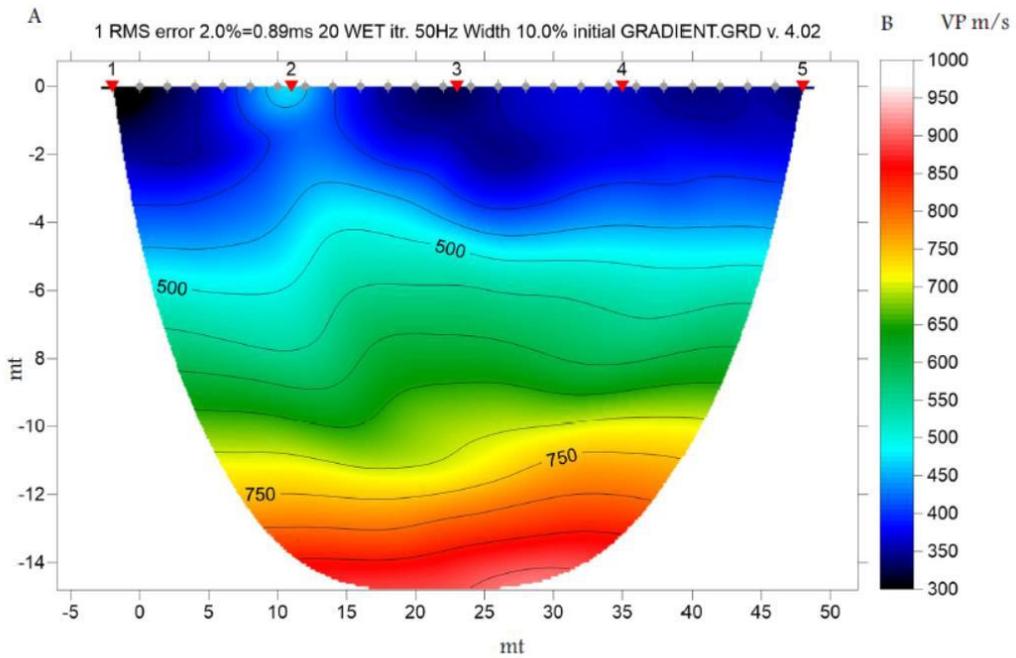
**Legenda**

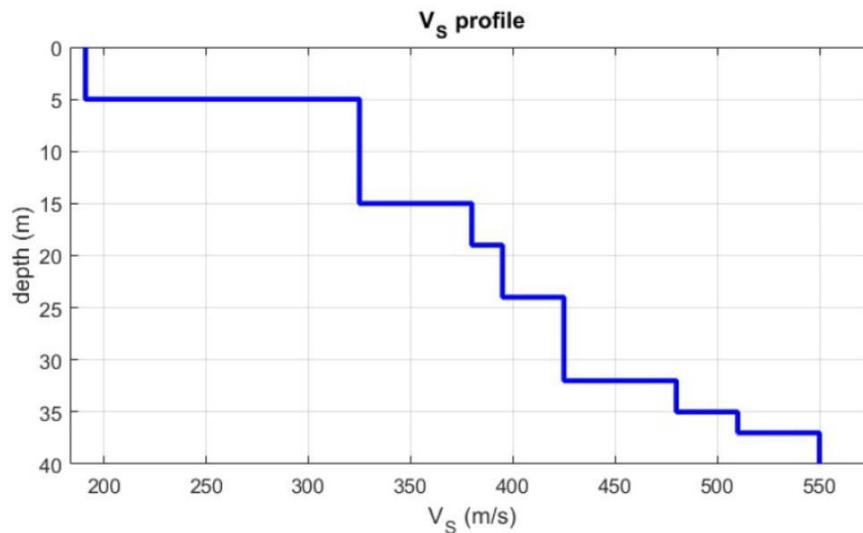
**Terreni di copertura**

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.ci Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

**Substrato geologico**

- P\_a-2-3 Argille siltose




**MODELLO SISMICO MASW D05**
**Tabella parametri sismostratigrafici**

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	5	191	1,85	68	434	0,38
2	10	325	1,97	208	715	0,37
3	4	380	2,00	288	791	0,35
4	5	395	2,00	312	802	0,34
5	8	425	2,01	364	844	0,33
6	3	480	2,04	469	933	0,32
7	2	510	2,04	531	954	0,30
8	Semi-Spazio	550	2,06	622	1011	0,29

 CALCOLO V<sub>s,eq</sub> (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

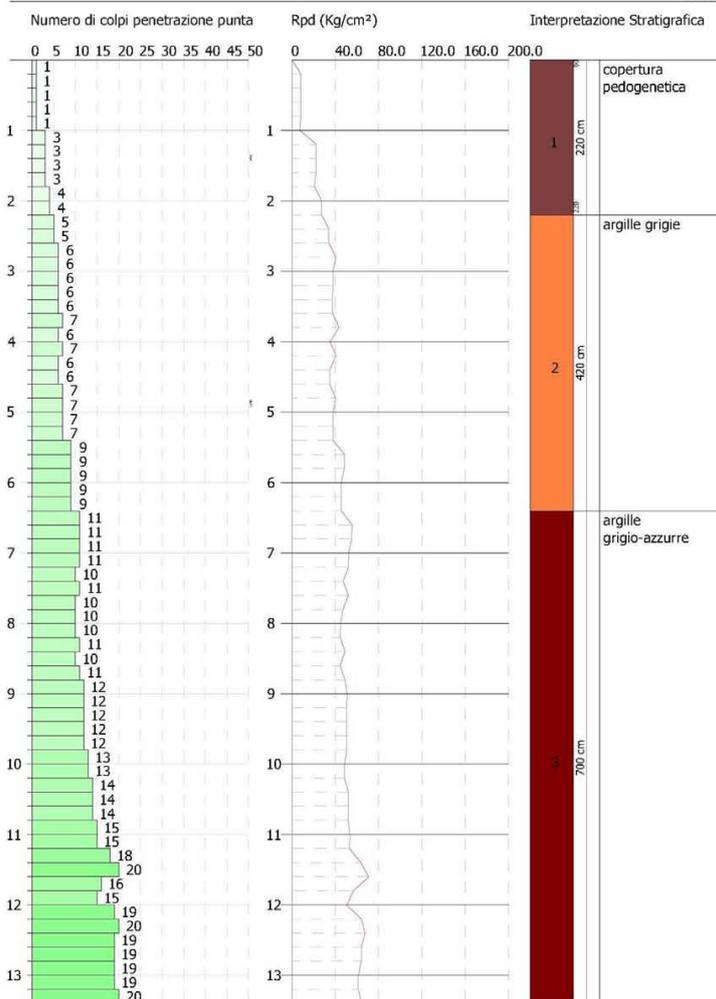
318 [m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD05  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

 Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Località: Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:61


**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD05**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.2	2.27	20.24	Incoerente	0	1.47	1.88	0.16	1.5	3.41	strato 1
6.4	6.9	50.35	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.74	1.5	10.38	strato 2
13.4	13.97	75.47	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.12	1.89	1.5	21.01	strato 3

Strato 1 : copertura pedogenetica

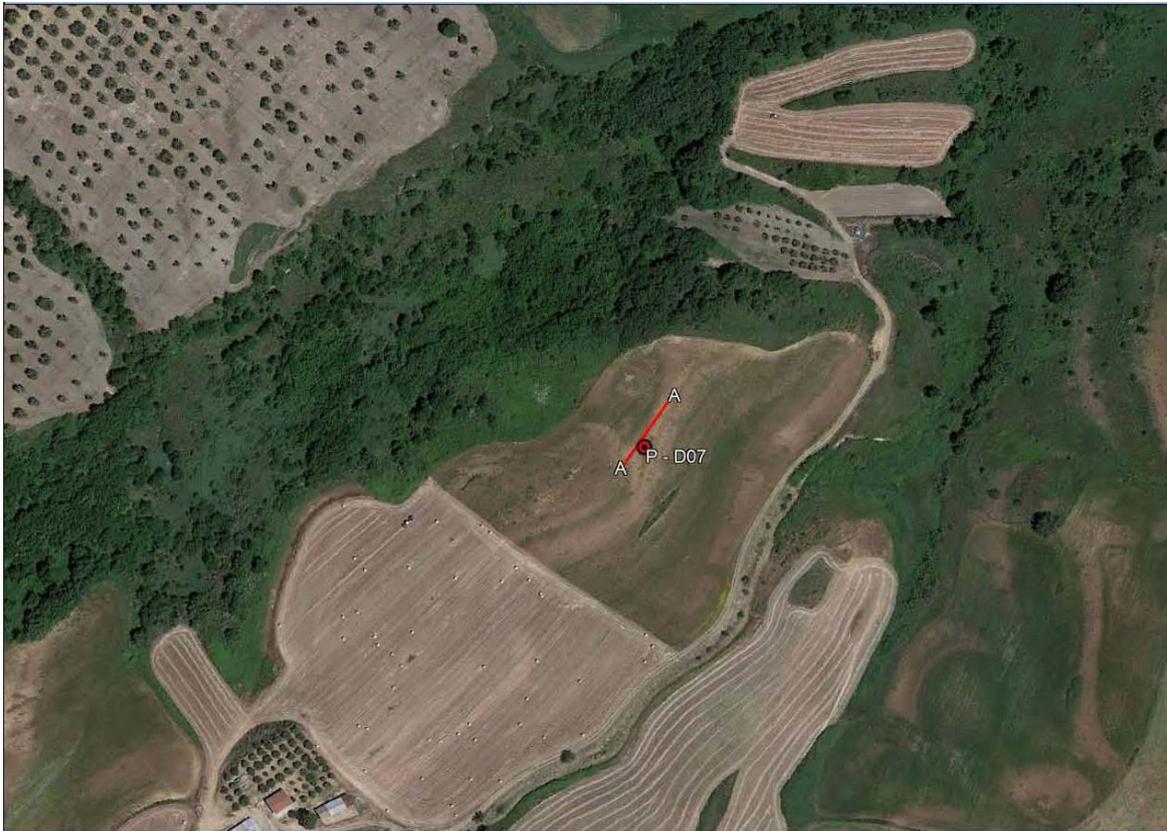
Strato 2 : argilla limosa grigiastra

Strato 3 : argilla grigio azzurra ( substrato geologico )

Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geognostiche.

Non è stata riscontrata alcuna falda

## 7.2 Piazzola D07


**Legenda**

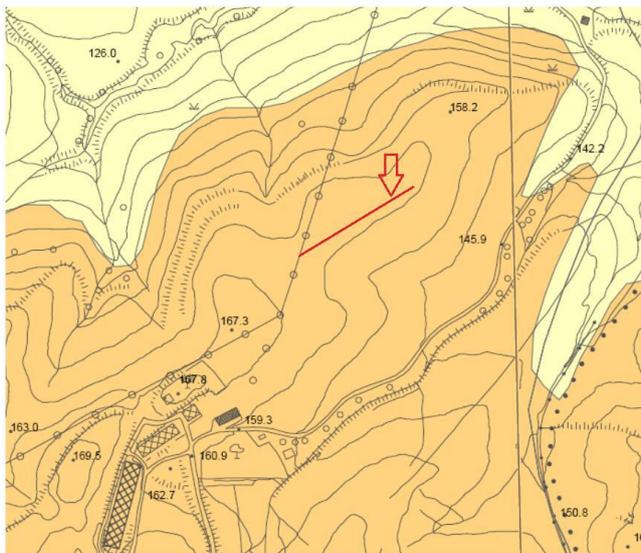
Prova Penctrometrica DPSH

 PD07

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

 A B

# D 07


**Legenda**
**Terreni di copertura**

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.cl Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

**Substrato geologico**

- P\_a-2-3 Argille siltose

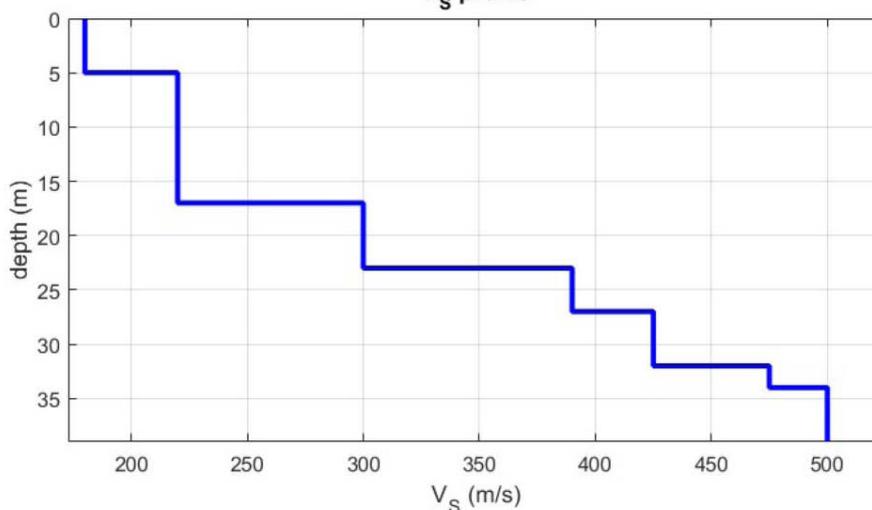
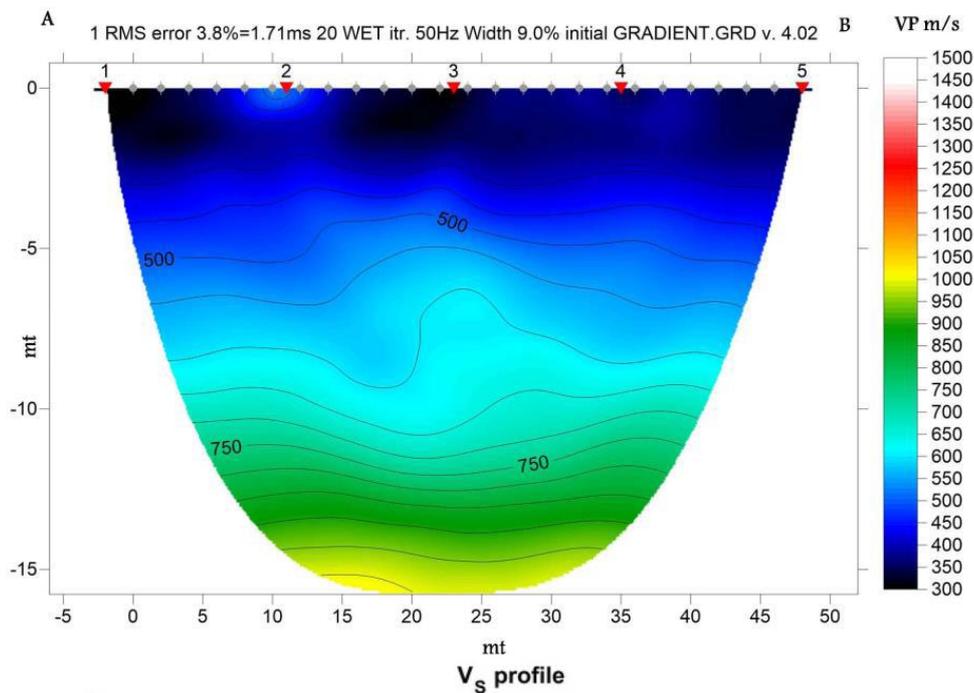


Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	5	180	1,86	60	441	0,40
2	12	220	1,87	90	458	0,35
3	6	300	1,94	175	624	0,33
4	4	390	2,00	305	812	0,32
5	5	425	2,02	366	885	0,31
6	2	475	2,05	463	989	0,29
7	2	500	2,04	509	990	0,28
8	Scmi-Spazio	500	2,04	501	990	0,28

CALCOLO Vs,eq (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

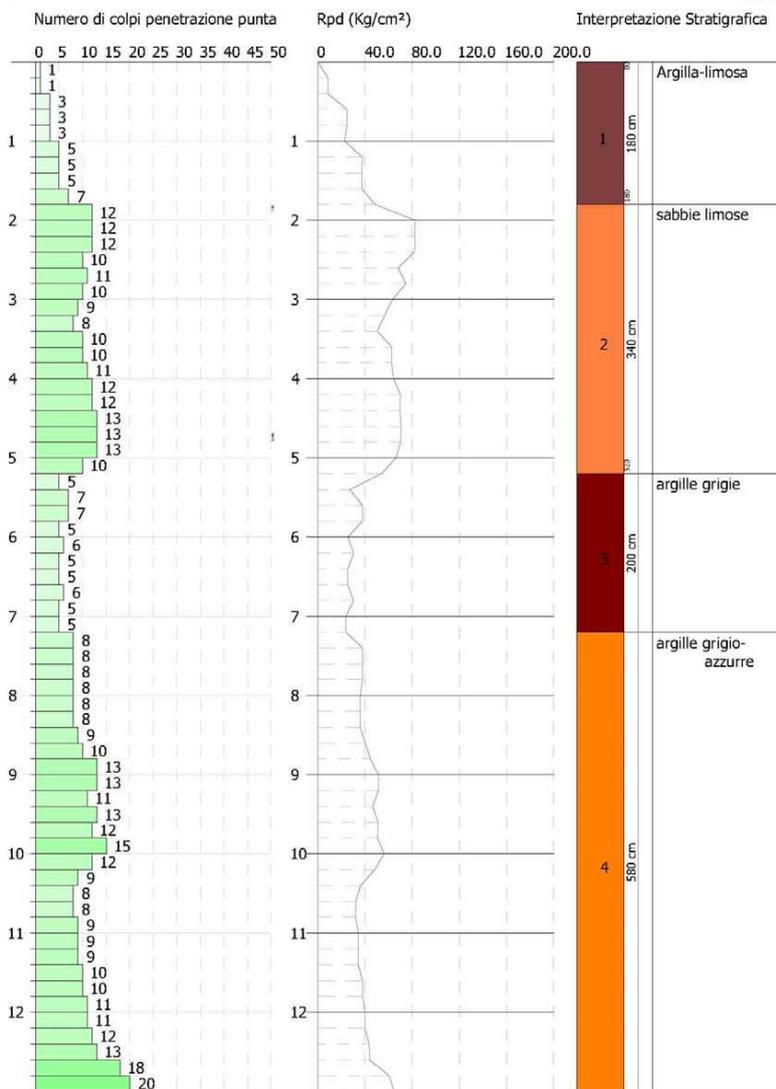
251[m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD07  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

 Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Località: Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:59


**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD07**

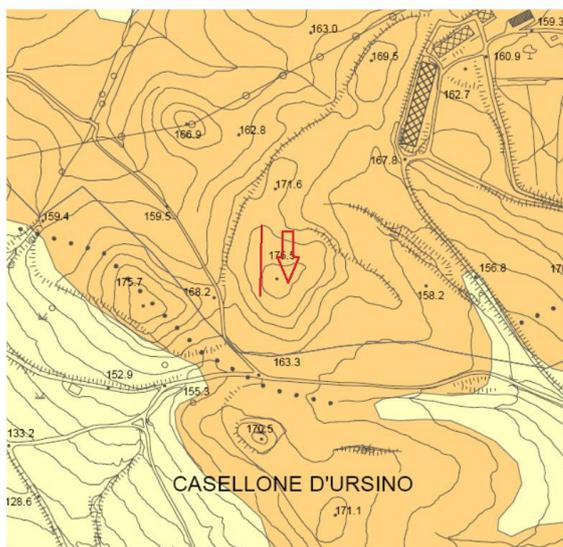
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	3.67	33.61	Incoerente	0	1.56	1.89	0.14	1.5	5.52	Argilla-limosa
5.2	11.06	85.35	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.63	1.5	16.63	sabbie limose
7.2	5.6	37	Incoerente - coesivo	0	1.92	2.11	1.18	1.5	8.42	argille grigie
13	10.79	58.17	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	1.98	1.5	16.23	argille grigio-azzurre

Non è stata riscontrata alcuna falda  
 Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geognostiche.

### 7.3 Piazzola D08



### D 08



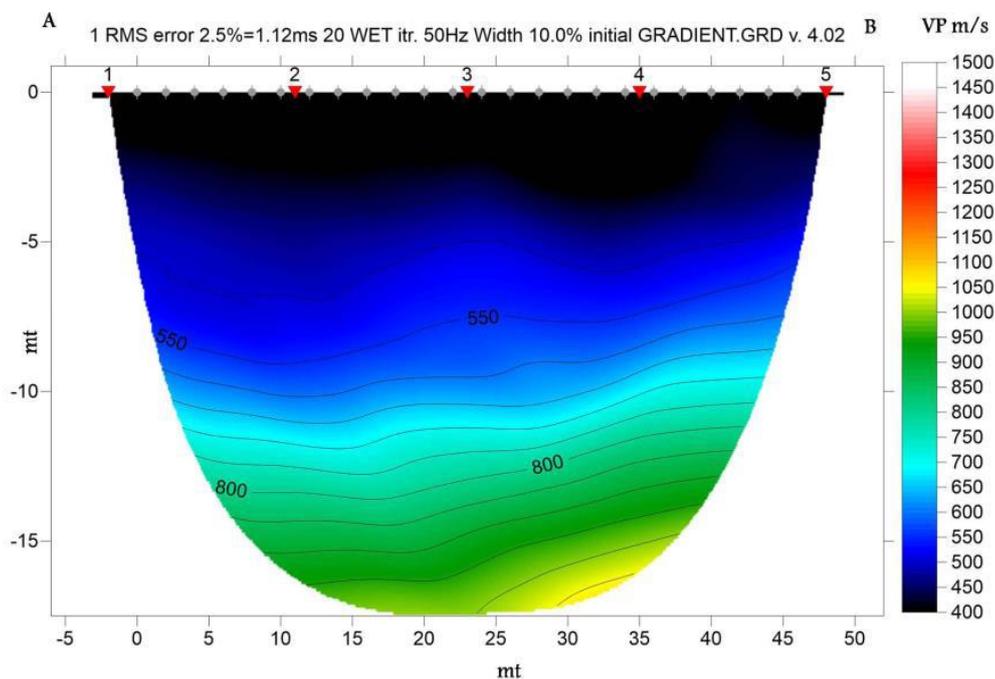
#### Legenda

##### Terreni di copertura

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.cl Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

##### Substrato geologico

- P\_a-2-3 Argille siltose



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D08

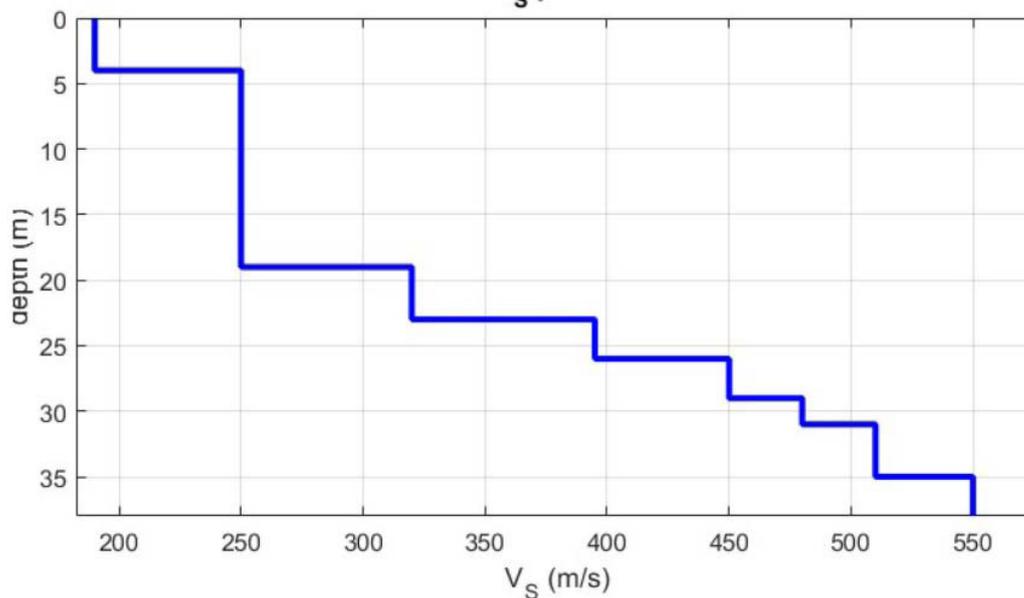
**V<sub>S</sub> profile**


Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	190	1,87	67	465	0,40
2	15	250	1,90	118	520	0,35
3	4	320	1,96	200	666	0,33
4	3	395	2,01	313	822	0,32
5	3	450	2,04	413	937	0,31
6	2	480	2,05	473	999	0,29
7	4	510	2,05	531	994	0,28
8	Scmi-Spazio	550	2,06	613	994	0,28

CALCOLO Vs,eq (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

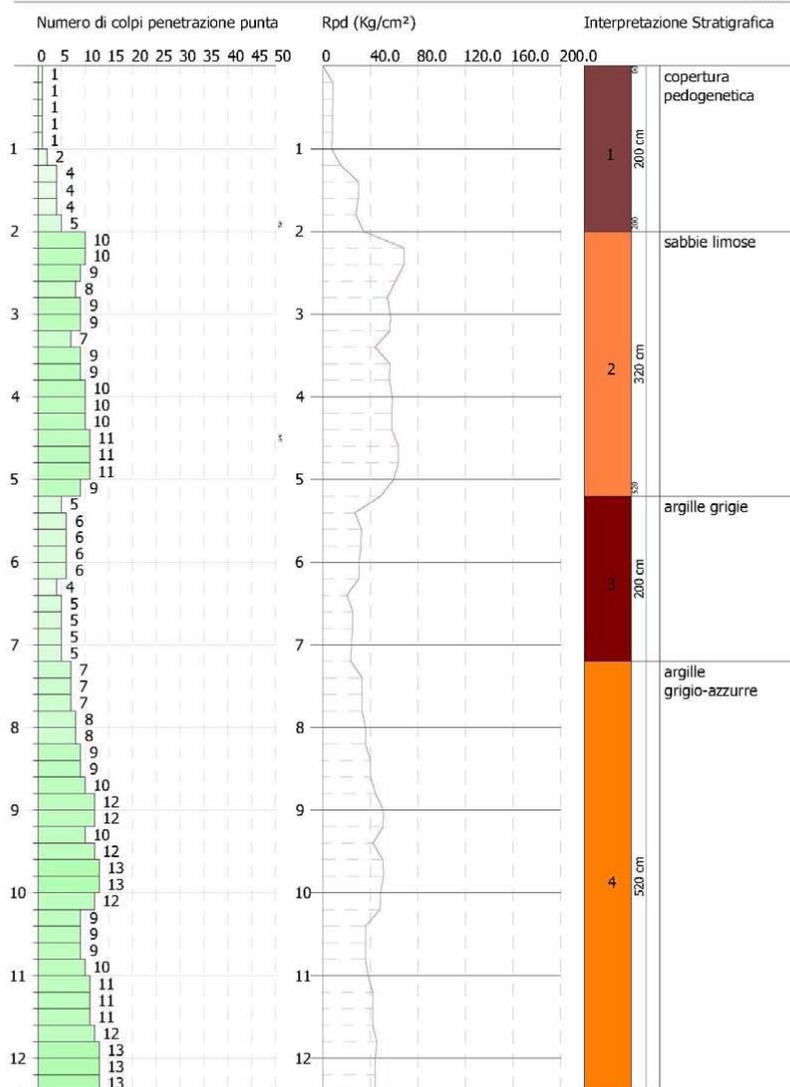
273[m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD08  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

 Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Localita': Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:57


**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD08**

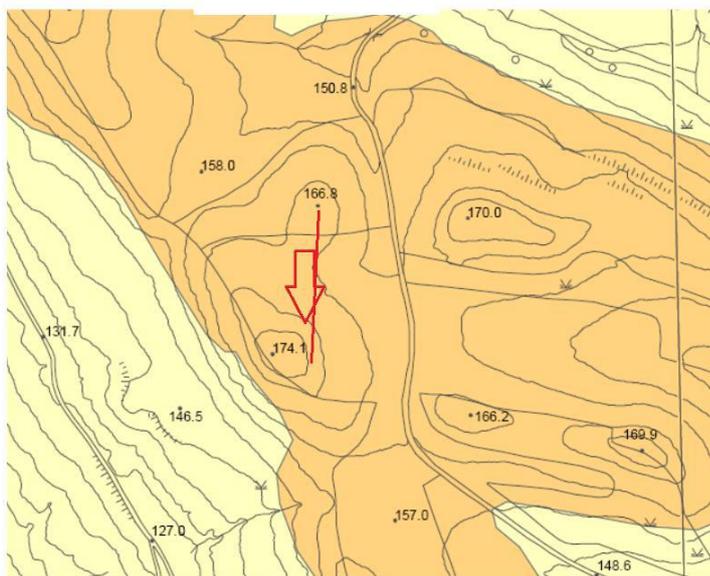
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2	2.4	21.56	Incoerente	0	1.48	1.88	0.15	1.5	3.61	copertura pedogenetica
5.2	9.5	72.86	Incoerente - coesivo	0	2.06	2.27	0.63	1.5	14.29	sabbie limose
7.2	5.3	34.97	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	1.15	1.5	7.97	argille grigie
12.4	10.38	56.75	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	1.87	1.5	15.61	argille grigio-azzurre

Non è stata riscontrata alcuna falda  
 Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geognostiche.

## 7.4 Piazzola D09



### D 09



#### Legenda

##### Terreni di copertura

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.cl Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

##### Substrato geologico

- P\_a-2-3 Argille siltose

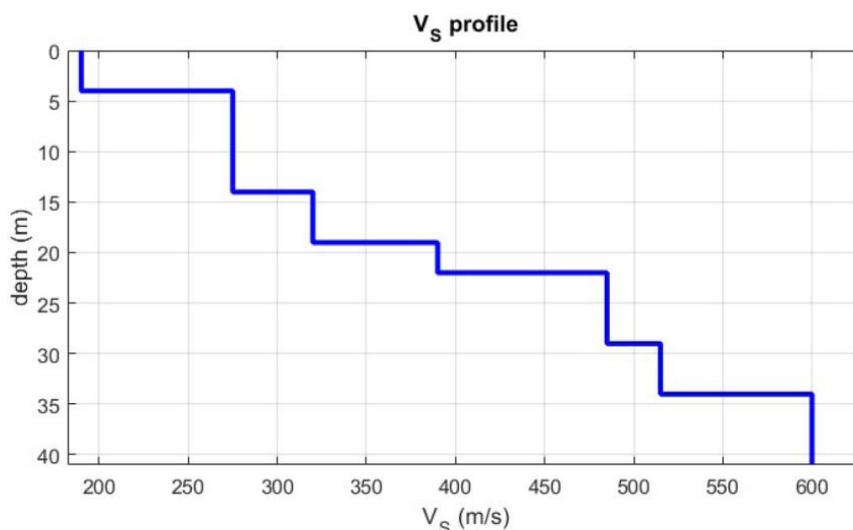
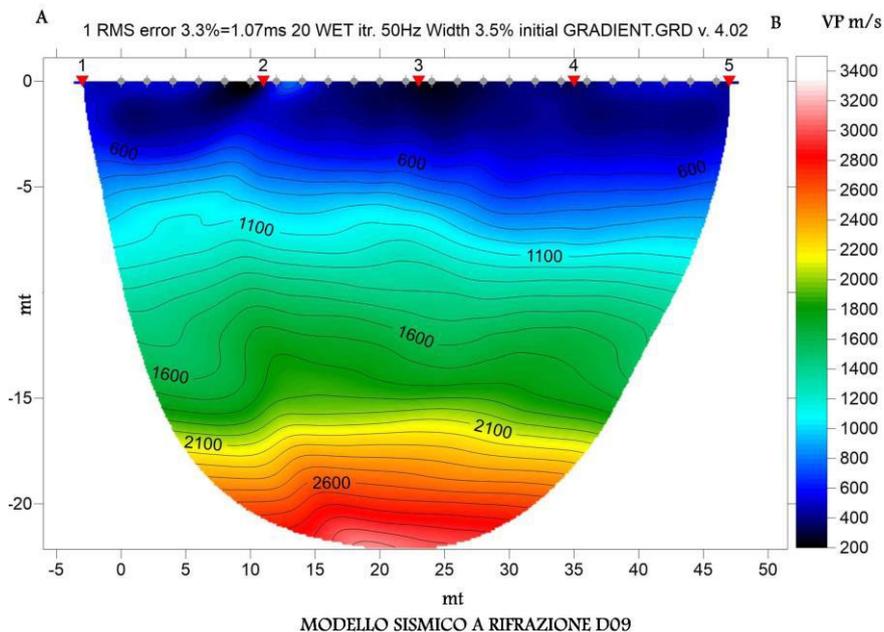


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	190	1,84	67	418	0,37
2	10	275	1,92	145	572	0,35
3	5	320	1,94	199	635	0,33
4	3	390	1,99	302	758	0,32
5	7	485	2,03	478	907	0,30
6	5	515	2,04	541	947	0,29
7	4	600	2,07	747	1085	0,28
8	Semi-Spazio	600	2,07	747	1085	0,28

CALCOLO Vs,eq (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq,mt

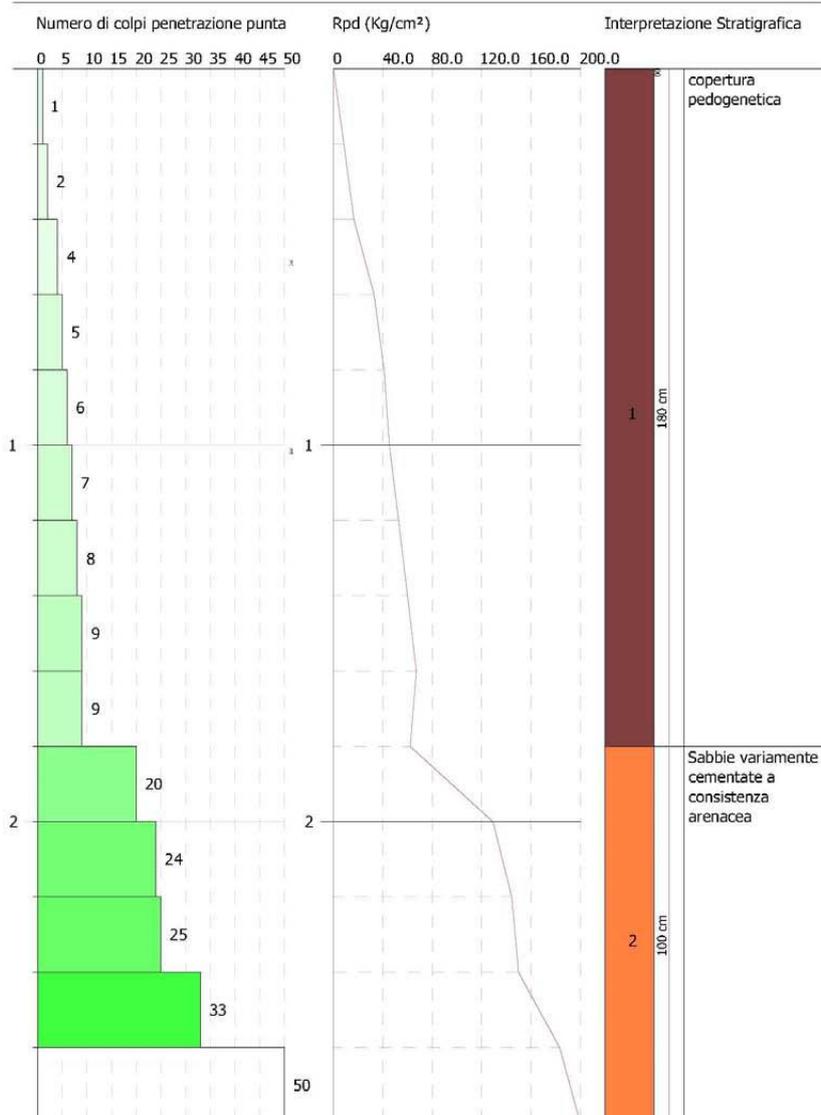
309 [m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD09  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Tiemes s.r.l.  
Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
Località: Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:13



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD09**

Prof. Strato (m)	NFDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	5.67	51.91	Incoerente	0	1.68	1.91	0.15	1.5	8.53	strato I
2.8	31.4	262.61	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.43	1.5	47.23	strato 2

Non è stata riscontrata alcuna falda

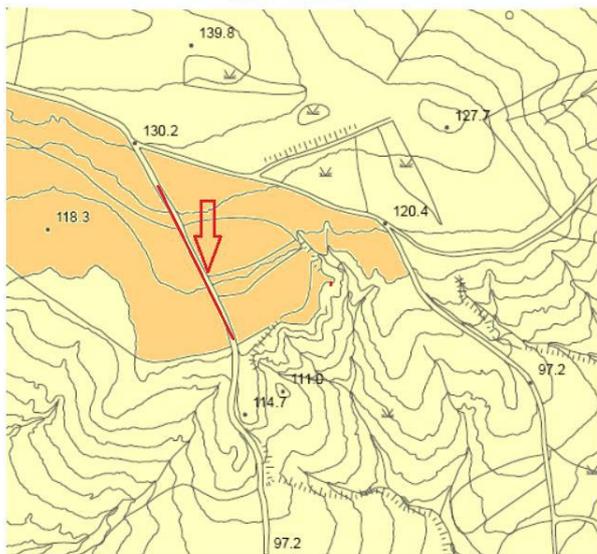
Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geognostiche

**7.5 Piazzola D10**



**Legenda**  
 Prova Penetrometrica DPSH ● PD09 - PD10  
 Prospezione sismica tipo masw e rifrazione A B

**D 10**



**Legenda**

**Terreni di copertura**

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.cl Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

**Substrato geologico**

- P\_a-2-3 Argille siltose

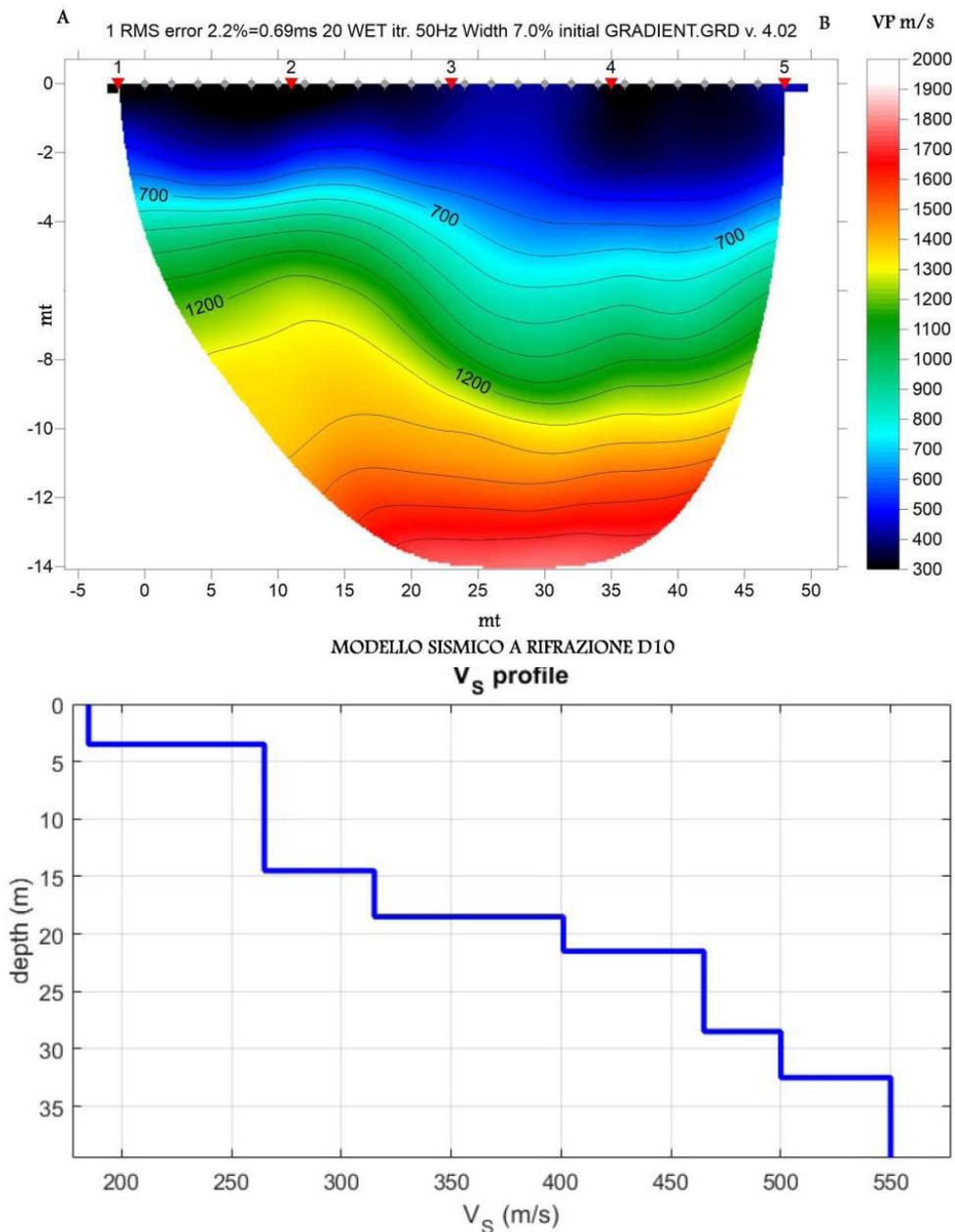


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	3,5	185	1,83	63	396	0,36
2	11	265	1,91	134	552	0,35
3	4	315	2,01	194	656	0,35
4	3	401	2,05	323	835	0,35
5	7	465	2,06	442	968	0,33
6	4	500	2,06	516	1041	0,32
7	4	550	2,06	623	1045	0,30
8	Scmi-Spazio	550	2,06	623	1045	0,29

 CALCOLO V<sub>s,eq</sub> (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

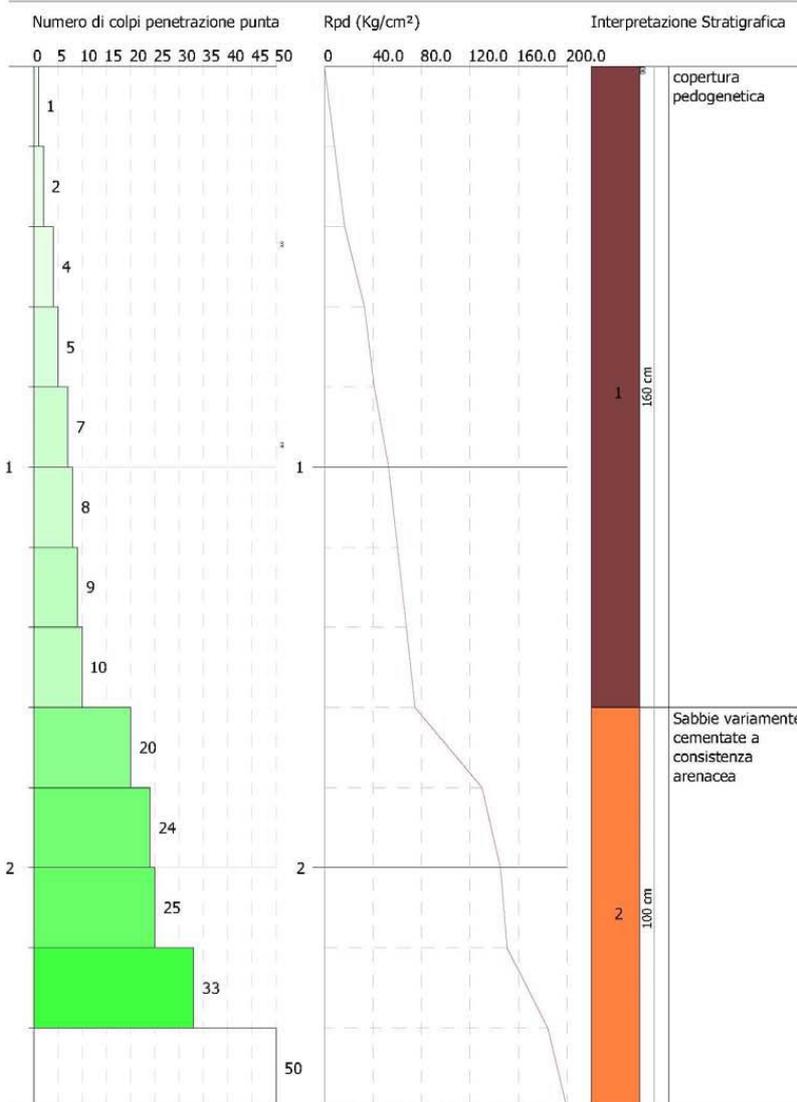
305 [m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD10  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Tiemes s.r.l.  
Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
Località: Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:12



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD10

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.6	5.75	52.78	Incoerente	0	1.68	1.91	0.13	1.5	8.65	strato 1
2.6	31.4	265.12	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.39	1.5	47.23	strato 2

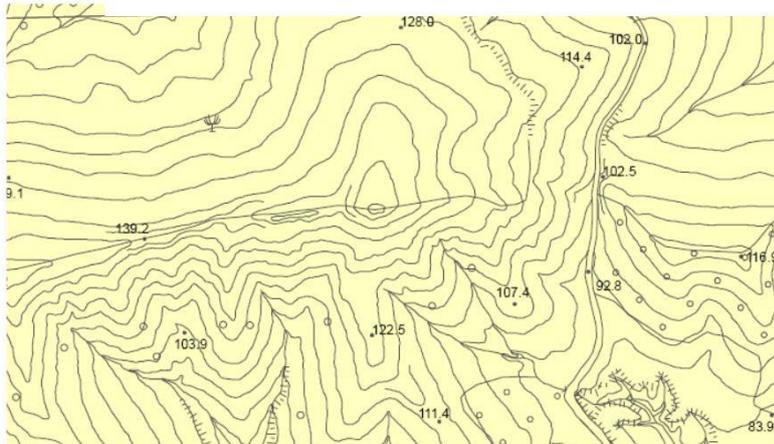
Non è stata riscontrata alcuna falda ma potrebbe verificarsi sul contatto sabbie - argille  
Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geonostiche.

**7.6 Piazzola D12**



**Legenda**  
 Prova Penetrometrica DPSH ● PD12  
 Prospezione sismica tipo masw e rifrazione A B

**D 12**



**Legenda**

**Terreni di copertura**

- af Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente
- ac Alluvioni mobili ciottolose e sabbiose dei letti fluviali
- Q\_s.cl Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni con strati arenacei

**Substrato geologico**

- P\_a-2-3 Argille siltose

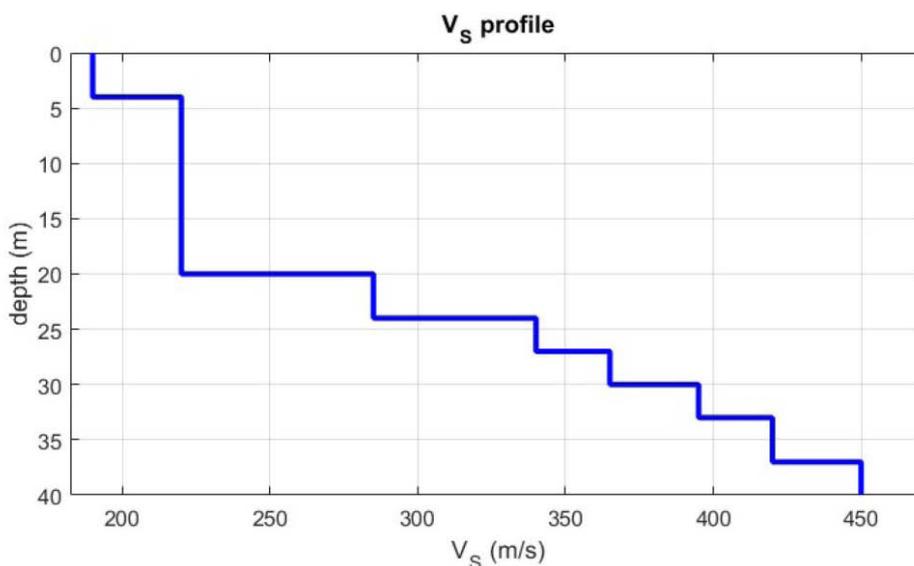
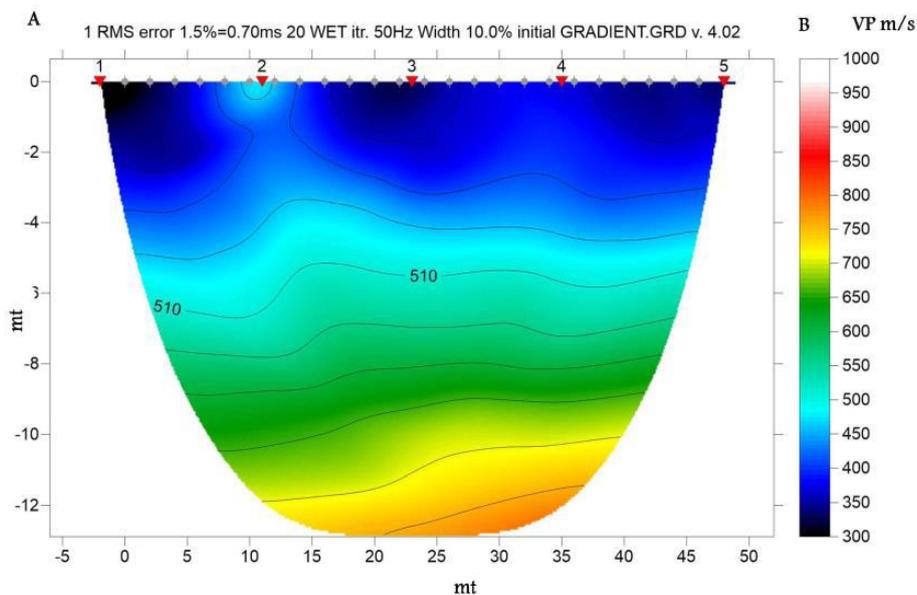


Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	191	1,85	67	432	0,38
2	16	220	1,88	91	484	0,37
3	4	285	1,93	157	593	0,35
4	3	340	1,95	225	648	0,31
5	3	365	1,96	261	739	0,30
6	3	395	1,98	309	786	0,30
7	4	420	2,00	352	827	0,30
8	Scmi-Spazio	450	2,01	407	827	0,29

CALCOLO Vs,eq (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

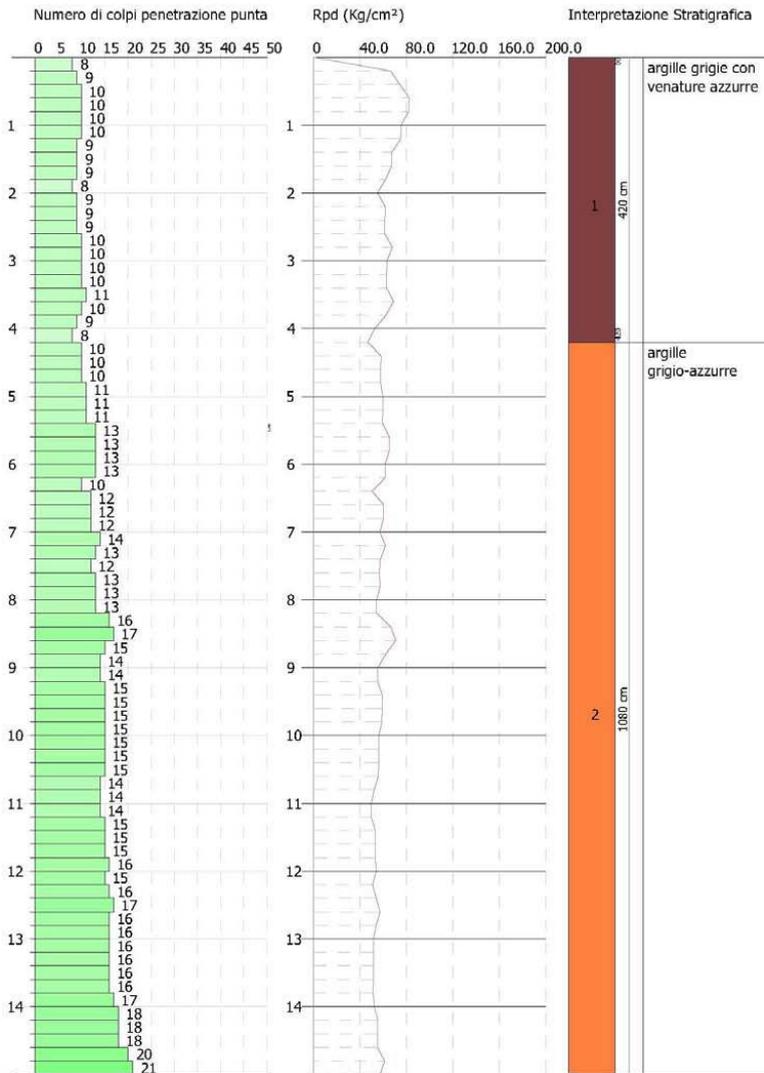
240 [m/s]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PD12  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

 Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Località: Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:68


**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD12**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
4.2	9.38	80.09	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	0.43	1.5	14.11	strato 1
15	14.43	79.94	Incoerente - coesivo	0	2.11	2.14	2.0	1.5	21.7	strato 2

Non è stata riscontrata alcuna falda.

Dall'analisi di tutte e sei le MASW realizzate è stato possibile riconoscere la categoria del sottosuolo di appartenenza la quale è risultata uniforme su tutta l'area da impegnare con la costruzione del parco eolico.

**CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO C**

*Le risultanze complete con i parametri di deformabilità sono nel report indagini geognostiche*

## 8 Parametri sismici e spettri di risposta elastica

### Parametri sismici

determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

#### Sito in esame.

latitudine: 39,092890 [°]

*Coordinate relative alla DO5*

longitudine: 16,999958 [°]

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

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

#### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	40791	39,080160	16,964350	3383,6
Sito 2	40792	39,078110	17,028600	2968,5
Sito 3	40570	39,128060	17,031300	4754,6
Sito 4	40569	39,130120	16,966950	5024,8

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,048	2,331	0,280
Danno (SLD)	63	50	0,064	2,341	0,306
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,186	2,384	0,364
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,246	2,447	0,379

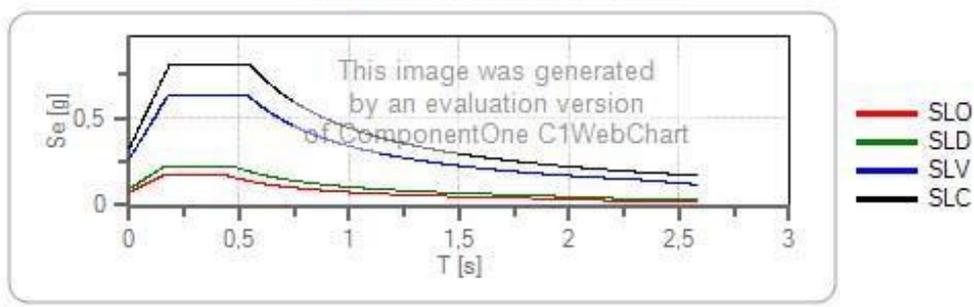
#### Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,015	0,007	0,713	0,200
SLD	1,500	1,550	1,000	0,019	0,010	0,934	0,200
SLV	1,430	1,470	1,000	0,064	0,032	2,614	0,240
SLC	1,340	1,450	1,000	0,092	0,046	3,235	0,280

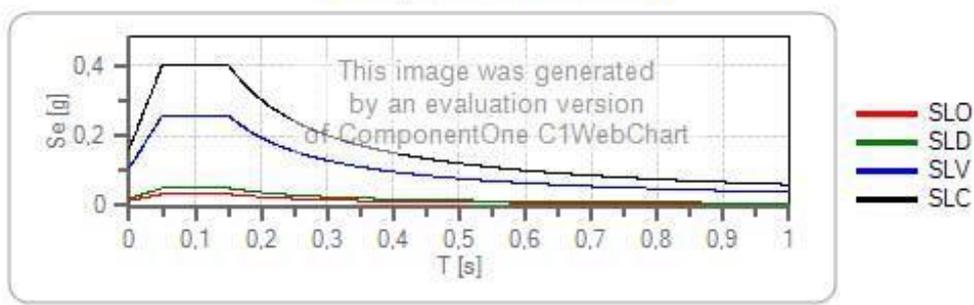
**Spettri di risposta**
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

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


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Co	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,600	1,600	1,000	1,500	1,000	0,149	0,448	1,794
SLD	1	0,064	2,341	0,306	1,600	1,550	1,000	1,500	1,000	0,159	0,475	1,854
SLV	1	0,195	2,384	0,364	1,430	1,470	1,000	1,430	1,000	0,178	0,535	2,346
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,340	1,000	0,183	0,549	2,585

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


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Co	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,064	2,341	0,306	1,000	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,195	2,384	0,364	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

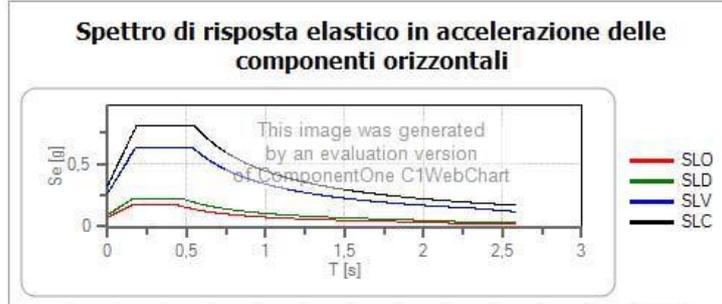
**Spettro di progetto**

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

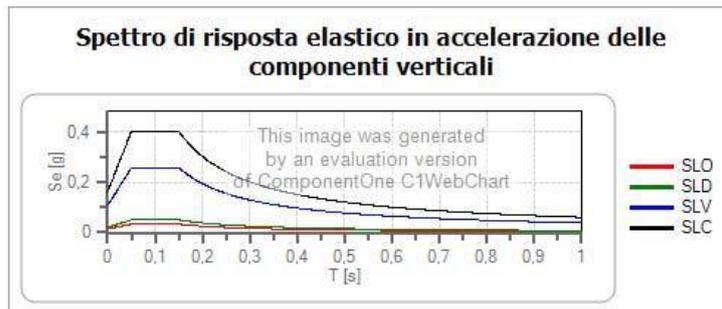
**Spettri di risposta**
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



	$\alpha$	$\beta$	$F_0$	$T_0^*$	$S_s$	$C_c$	$S_k$	$S$		$T_B$	$T_C$	$T_D$
		[g]		[s]						[s]	[s]	[s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,600	1,600	1,000	1,500	1,000	0,149	0,448	1,794
SLD	1	0,064	2,341	0,305	1,600	1,620	1,000	1,500	1,000	0,153	0,475	1,854
SLV	1	0,186	2,394	0,364	1,430	1,470	1,000	1,430	1,000	0,178	0,535	2,346
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,340	1,000	0,183	0,549	2,585

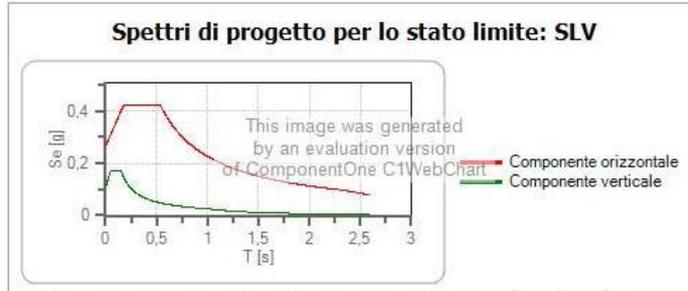


	$\alpha$	$\beta$	$F_0$	$T_0^*$	$S_s$	$C_c$	$S_k$	$S$		$T_B$	$T_C$	$T_D$
		[g]		[s]						[s]	[s]	[s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,064	2,341	0,305	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,186	2,394	0,364	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

**Spettro di progetto**

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

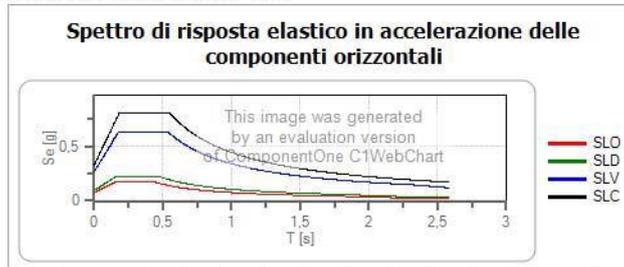
per lo spettro orizzontale = 0,667  
 Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5  
 per lo spettro verticale = 0,667  
 Stato limite: SLV



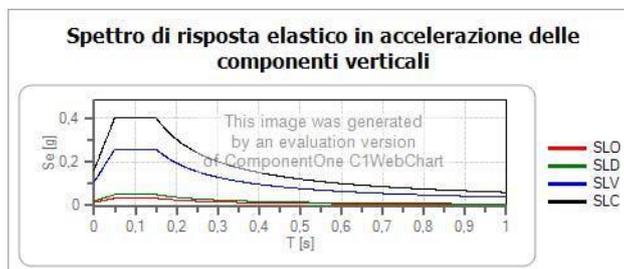
	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1	0,185	2,384	0,364	1,430	1,470	1,000	1,430	1,500	0,178	0,535	2,345
SLV verticale	1	0,185	2,384	0,364	1,430	1,470	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

**Spettri di risposta**

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali**  
 Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %  
 Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,500	1,500	1,000	1,500	1,000	0,149	0,448	1,794
SLD	1	0,064	2,341	0,305	1,500	1,550	1,000	1,500	1,000	0,158	0,475	1,854
SLV	1	0,185	2,384	0,364	1,430	1,470	1,000	1,430	1,000	0,178	0,535	2,345
SLC	1	0,245	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,340	1,000	0,183	0,549	2,595



	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD	1	0,048	2,331	0,280	1,000	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,064	2,341	0,305	1,000	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,185	2,384	0,364	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,245	2,447	0,379	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

**Spettro di progetto**  
 Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667  
 Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1,5  
 per lo spettro verticale = 0,667  
 Stato limite: SLC



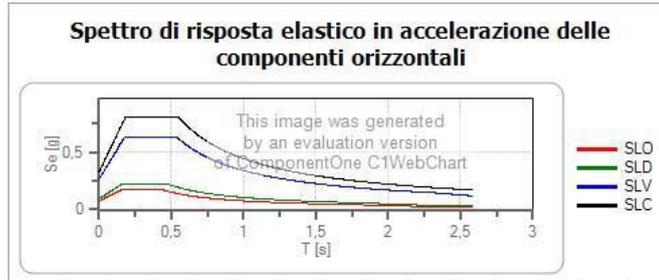
	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLC orizzontale	1	0,246	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,340	1,500	0,183	0,549	2,595
SLC verticale	1	0,246	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

**Spettri di risposta**

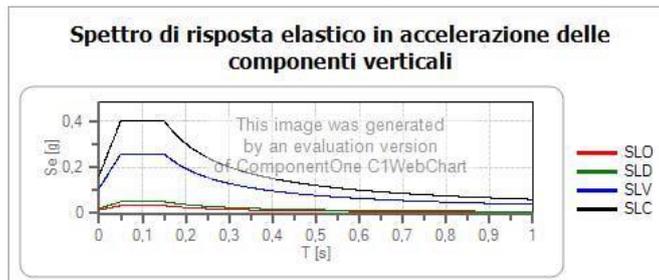
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	TB [s]	TC [s]	TD [s]	
SLO	1	0,048	2,391	0,280	1,600	1,600	1,000	1,600	1,000	0,149	0,448	1,794
SLD	1	0,064	2,341	0,306	1,600	1,600	1,000	1,600	1,000	0,159	0,475	1,854
SLV	1	0,185	2,384	0,354	1,430	1,470	1,000	1,430	1,000	0,178	0,535	2,246
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,340	1,450	1,000	1,340	1,000	0,183	0,549	2,585



	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	TB [s]	TC [s]	TD [s]	
SLO	1	0,048	2,391	0,280	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,064	2,341	0,306	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,185	2,384	0,354	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,246	2,447	0,379	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

**Spettro di progetto**

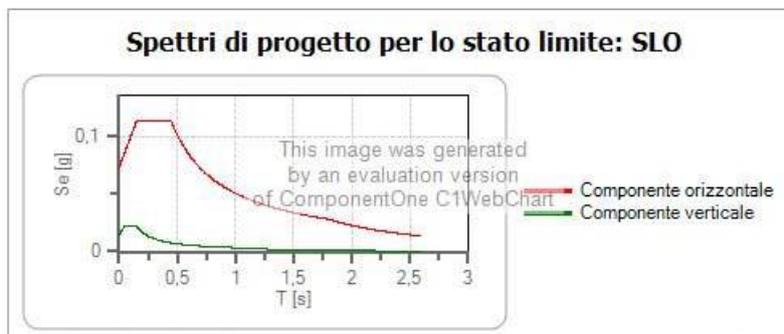
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLO



	ou	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD orizzontale	1	0,048	2,391	0,280	1,600	1,600	1,000	1,500	1,500	0,149	0,448	1,794
SLD verticale	1	0,048	2,391	0,280	1,600	1,600	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

Nel caso in esame, per il sito di progetto, dall'indagine sismica si è ottenuto un valore medio della velocità delle onde di taglio su tutti gli strati, tra le 6 MASW realizzate, pari a:

$$V_{s,eq30} = 282,66 \text{ m/sec}$$

Quindi il sito in esame appartiene alla categoria C di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (Ordinanza 3274) e alla Categoria topografica T1.

## 9 Suscettibilità all'instabilità per effetti co-sismici

La liquefazione è un fenomeno che comporta la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche e dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Il fenomeno interessa i terreni incoerenti saturi, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito del quale il terreno può scorrere o fluire, nel caso di un pendio, o assestarsi, nel caso di una giacitura orizzontale. Ciò avviene quando, sotto l'azione delle sollecitazioni cicliche indotte da un sisma, la pressione interstiziale dell'acqua aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende dalle proprietà geotecniche, dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso, nonché dalle caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

L'NTC2008, al § 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione", contiene le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni.

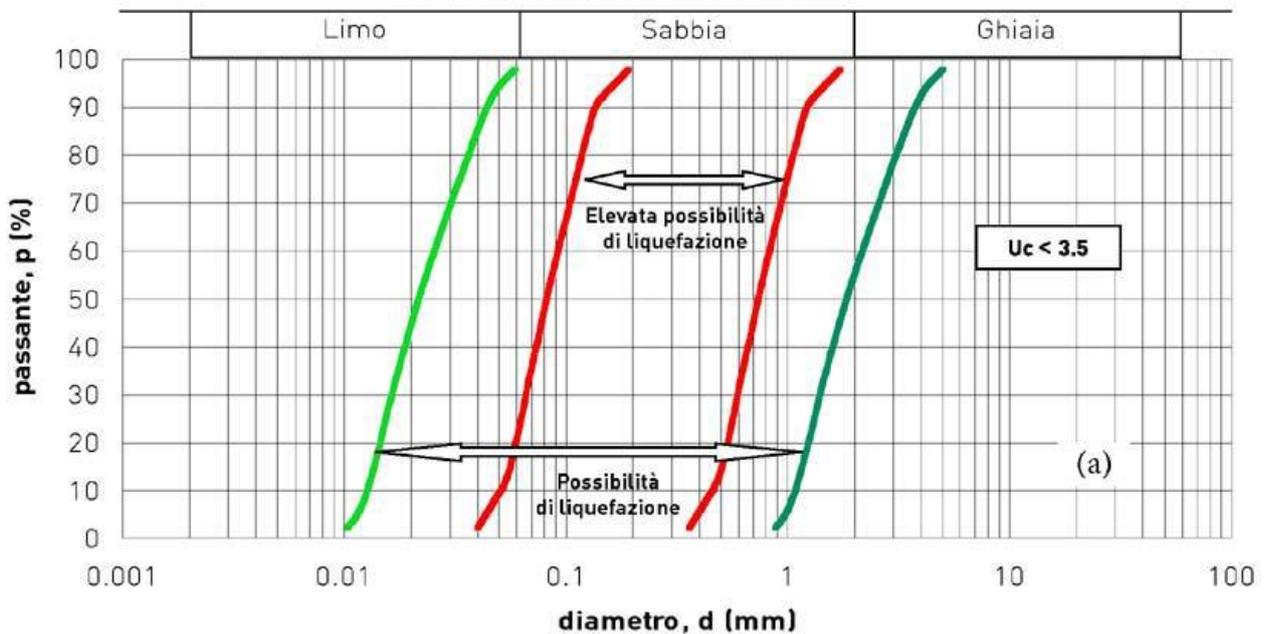
Una valutazione semplificata di tale suscettibilità può essere ottenuta, con i diagrammi sottoriportati: ne deriva che i terreni uniformi sono certamente suscettibili di liquefazione (50% passante) se costituiti da formazioni sabbiose con diametro granulo compreso tra 0,08 e 0,8 mm. La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze nei primi 15-20 metri dal p.c.:

- a) Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5. Dalla zonazione sismica ZS9 e dalla disaggregazione della pericolosità sismica si evince che l'area è soggetta a terremoti di magnitudo pari, rispettivamente a 6.60 e 5.950 (SLV), **quindi tale condizione non è verificata;**
- b) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni dimcampo libero) minori di 0,1 g. Per l'area di studio, come abbiamo visto, si ha un'accelerazione di picco in superficie (SLV) pari a 0.503 g **quindi tale condizione non è verificata;**
- c) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p. c. suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali. Da rilievi si evince che nell'area la falda non è presente dal piano campagna e per tutta la verticale di sondaggio, **quindi tale condizione è verificata;**
- d) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100

kPa; Dalle prove SPT eseguite nella campagna d'indagine, risulta che: **tale condizione non è verificata.**

e) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei grafici seguenti, nel caso di terreni a granulometria uniforme (coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$ ) e di terreni a granulometria estesa (coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ). Dall'analisi sulle litologie presenti si evidenzia certamente una presenza di materiale argilloso maggiore del 10% ciò determina sicuramente una curva granulometrica esterna ai limiti dei grafici di confronto sotto riportati **quindi tale condizione è verificata.**

FASCE GRANULOMETRICHE PER LA VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE  
 TERRENI A GRANULOMETRIA UNIFORME



FASCE GRANULOMETRICHE PER LA VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE  
TERRENI A GRANULOMETRIA ESTESA

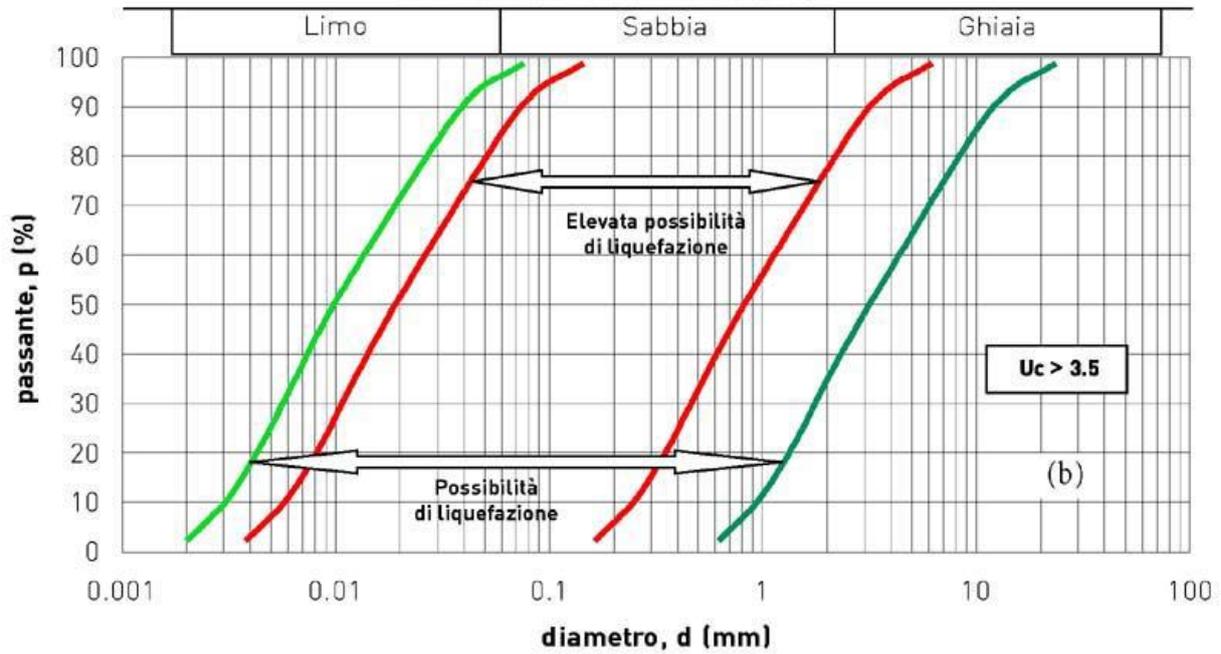


Figura 9-1 – Diagrammi di suscettibilità alla liquefazione dei terreni

## 10 Carta delle microzone in prospettiva sismica

Nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) sono state riconosciute 3 aree stabili suscettibili ad amplificazioni sismiche locali e sono:

### Substrato geologico

 Coesivo sovraconsolidato

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



**Le zone 1 ( 2001 )** sono quelle caratterizzate da una copertura scarsamente consolidata su CO; **La zona 2 ( 2002 )** sono le zone in cui affiora la copertura sciolta sovrapposta ad altra copertura sciolta o scarsamente consolidata;

**le zone 3 ( 2003 )** sono quelle in cui le coperture, sabbioso ghiaioso arenaceo, sono inferiori a 15 metri o affiora direttamente il substrato argilloso CO con le fasce più superficiali delle argille grigio-azzurre.

Nelle aree studiate sono stati osservati numerosi fenomeni di instabilità particolarmente rilevanti laddove la pendenza assume valori alti; ciò è dovuto soprattutto alla scarsa cementazione ed alla facile erodibilità e disgregabilità dei materiali presenti. Nei periodi di piogge intense, l'azione delle acque, oltre a causare fenomeni di ruscellamento superficiale diffuso e disorganizzato e di erosione lineare, crea una serie di fenomeni di dissesto spesso superficiali e di modeste dimensioni, caratterizzati da un continuo arretramento delle scarpate.

In tali areali, i più frequenti fenomeni rilevati sono colate, colate superficiali, colamenti diffusi e creep, ed erosione areale intensa mentre i principali fattori che li controllano sono litologia, uso del suolo e pendenza.

Le zone suscettibili di instabilità gravitativa più estese si trovano lungo i costoni più scoscesi dei principali impluvi che defluiscono verso la piana alluvionale. Nelle sabbie sommitali, che fanno da copertura in cresta alle dorsali, si assiste sporadicamente a scorrimenti roto-traslativi lungo i bordi, in genere lungo i versanti più acclivi ed in presenza di livelli idrici, per lo più localizzati in corrispondenza del contatto con le argille basali. Nelle aree ricettive delle turbine non sono state riconosciute instabilità. Più raramente, le stesse formazioni sabbiose possono generare frane per crollo, laddove affiorano su scarpate sub-verticali con una discreta cementazione, causate per lo più da fenomeni di scalzamento al piede, o per progressivo degrado delle caratteristiche meccaniche da parte degli agenti meteorici. Le frane superficiali si manifestano con maggiore frequenza su superfici con pendenze medie comprese fra i 15 ed i 30 gradi, con un picco compreso fra i 30 ed i 45 gradi.

I depositi continentali affiorano sulle superfici a minor pendenza, mentre le argille rappresentano la formazione dominante le dorsali collinari. Ciò, tende a favorire il ruscellamento superficiale diffuso che, grazie alle notevoli pendenze di quelle aree, può acquisire una notevole capacità erosiva. Le argille danno luogo, per lo più, a movimenti di tipo "colata" o "scorrimento-colata", che possono manifestarsi anche lungo pendii poco acclivi, soprattutto dove la morfologia favorisce la concentrazione e l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale. Per tale motivo bisogna realizzare opere adeguate di drenaggio che salvaguardano i siti. Le coltri alluvionali di fondovalle

e le falde detritiche alla base dei principali versanti, rappresentano i materiali mobilitabili per dar luogo a flussi di detrito.

### INDICAZIONI SULLE INCERTEZZE

Lo svolgimento del presente studio indirizza la successiva fase di studio ad approfondimenti di verifica per una corretta classificazione cartografica, ora prodotta con l'indicazione del fattore di amplificazione sismica. In particolare rimangono delle incertezze riguardo all'agibilità dei luoghi che conducono ai siti.

## 11 Conclusioni

I risultati delle indagini sono riassunti nella carta e nella tabella seguenti.

### CARTOGRAFIA GEOLOGICA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

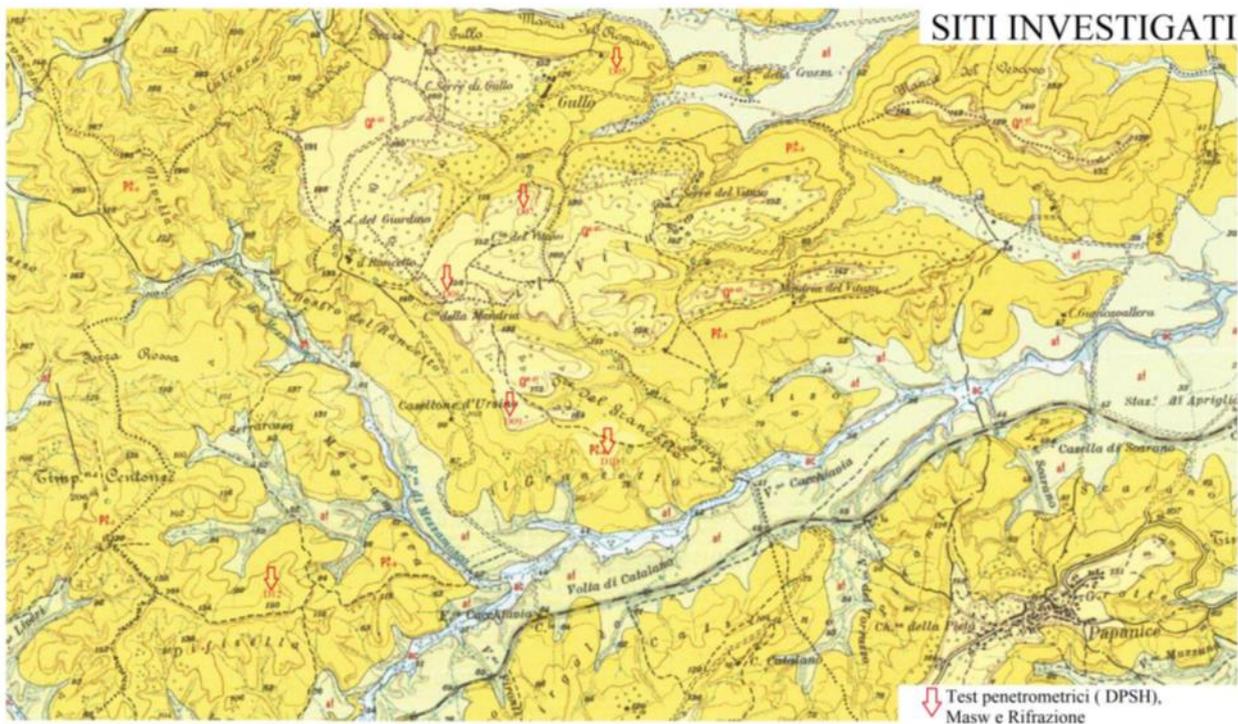


Figura 11-1 – Localizzazione indagini su carta geologica

Tabella 11-1 – Stratigrafie rilevate dalle indagini

Piazzola	Copertura pedogenetica (fino a m. da p.c.)	Sabbie limose/arenacee (fino a m. da p.c.)	Argille grigie (fino a m.)	Argille grigio-azzurre (prof.compattazione,m)
D05	2,2		6,4	35
D07	1,8	5,2	7,2	34
D08	2,0	5,2	7,2	34
D09	1,8	15,8	20,8	34
D10	1,6	16,6	20,6	34
D12			4,2	33

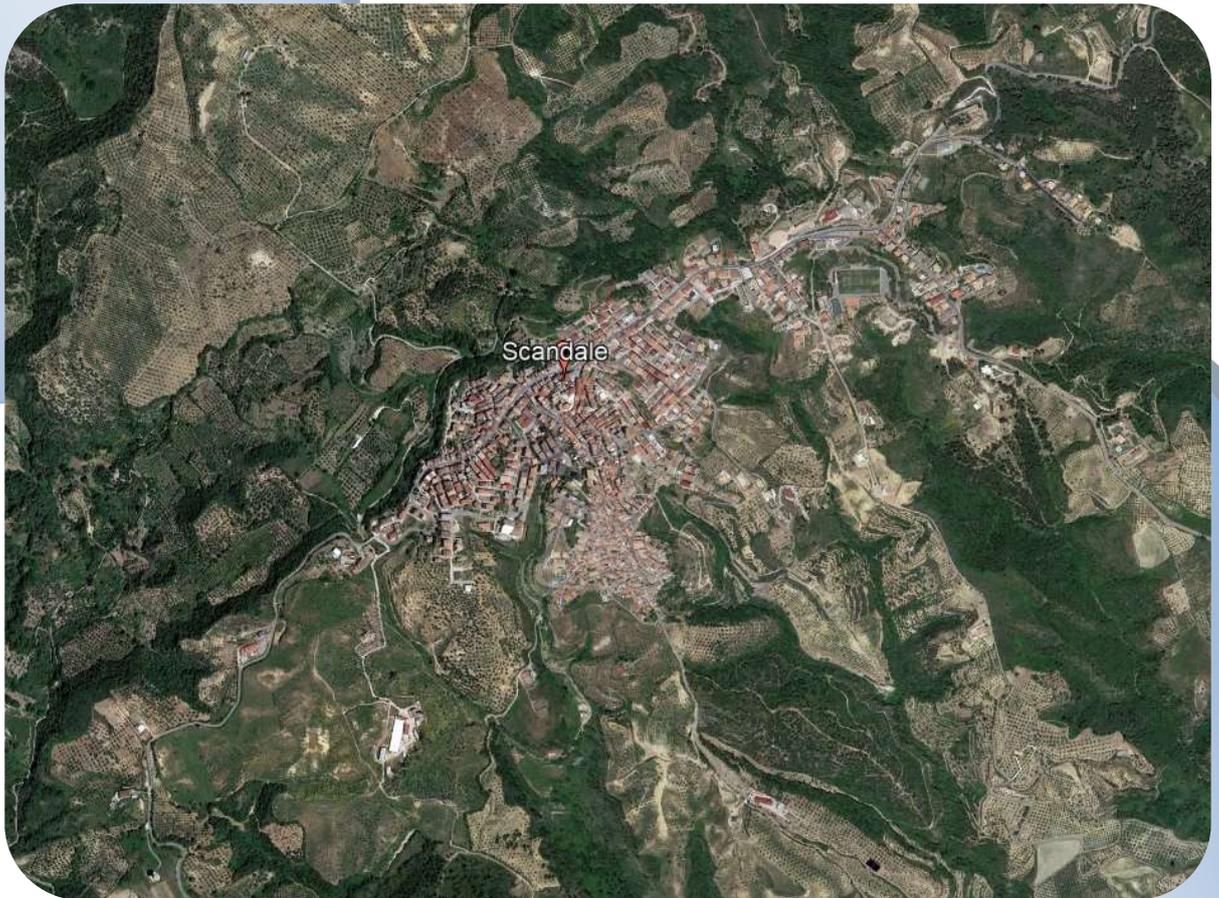
A conclusione del presente lavoro si evidenzia quanto segue:

- dal punto di vista geologico l'area insiste sui depositi del Pliocene Calabriano, sormontati da coperture pleistoceniche sabbioso-conglomeratico arenacei;
- geomorfologicamente l'area risulta nell'insieme sub-pianeggiante con locali avvallamenti e disomogeneità; nessuna evidenza di dissesto è stata rilevata se non per le aree poste al margine delle strutture da realizzare; dal punto di vista idrogeologico la soggiacenza di potenziali falde acquifere è lontana dal piano campagna e non rientra con molte probabilità nel volume significativo trasmesso dalle fondazioni future. Nessuna interferenza dei siti che riguardano l'impianto puntuale degli aerogeneratori con elementi dell'idrografia superficiale;
- Non risultano presenti faglie attive o capaci, sull'area in esame e in un suo intorno significativo;
- preliminarmente, sulla base di un'indagine sismica tipo MASW, è stato possibile classificare il suolo alla categoria sismica riconoscendola in modo specifico come "C"; come previsto dalla normativa vigente definendo il valore della  $V_{s,eq}$ ;
- la modellazione geologica del terreno è stata effettuata sulla base di dati provenienti da indagini geognostiche effettuate in sito; il terreno è composto da depositi argillosi ( substrato geologico ) mascherati in alcuni ambiti da depositi sabbioso ghiaioso arenacei ricoperti da uno spessore poco significativo di terreno vegetale.
- la matrice di rischio per l'intervento in esame evidenzia come la pericolosità geologica, idrogeologica, geomorfologica e geotecnica risulta molto bassa riguardo all'ubicazione degli aerogeneratori; fa eccezione l'apertura delle piste di accesso le quali vanno progettate con le cautele dovute specie negli ambiti dove l'adeguamento delle piste comporta il realizzarsi di nuovi profili di scarpate a ridosso dell'asse viario. Sia per gli sbancamenti che per i riporti va realizzato un progetto specifico al fine di definire le nuove condizioni di equilibrio e stabilità dei luoghi senza lasciare margini di incertezze. Il materiale che si va a scavare risulta prevalentemente sabbioso in superficie ad eccezione e sicuramente, dei siti D05, D11 e D12; mentre i terreni argillosi sono stati riscontrati con consistenza da scarsa a moderata fino alla profondità di 12 metri; tale peculiarità suggerisce di adottare cautela durante gli sbancamenti ed i riporti a causa della plasticizzazione che si potrebbe innescare nel materiale durante il movimento terra specie quando i lavori vengono eseguiti in concomitanza alle piogge.

## **ALLEGATO**

(Report delle indagini geologiche)

**OGGETTO:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)



**RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ  
D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA**

**COMMITTENTE: Tiemes s.r.l.**

**Geolags s.r.l.**

Sede legale: Via San Giuseppe Moscati  
s.n.c. 89900 Vibo Valentia (VV)

Tel. Fax 0963 545158

P.IVA 03352390797

[geolags@gmail.com](mailto:geolags@gmail.com)

[geolagssrls@pec.it](mailto:geolagssrls@pec.it)

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. PROSPEZIONE SISMICA TIPO M.A.S.W. ....	3
2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	6
2.2 ELABORAZIONE DATI .....	7
3. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE .....	7
3.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	9
3.2 METODOLOGIA D'ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI .....	10
4. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SUPERPESANTI (DPSH) .....	10
4.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	11
4.2 ELABORAZIONE DATI .....	12

### *Allegati:*

- *Allegato n°1 Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini;*
- *Allegato n°2 Documentazione fotografica;*
- *Allegato n°3 Risultati prospezione sismica tipo masw;*
- *Allegato n°4 Risultati prospezione sismica tipo rifrazione;*
- *Allegato n°5 Risultati prove penetrometriche dinamiche superpesanti;*

REV. DOCUMENTO	REDATTO	VERIFICATO	DATA
00	Dr. Armando Sirianni	Dr. Carlo Artusa	09/01/2023

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## 1. PREMESSA

La Geolags, ditta operante nei settori della geologia applicata, della geofisica applicata, della geoarcheologia e dei monitoraggi ambientali, con sede legale a Vibo Valentia, in via San Giuseppe Moscati - s.n.c., è stata incaricata dalla **Tiemes s.r.l.** con sede legale in Via M. Bandello, 4, Cap 20123 Milano Partita IVA 05109910967, ad eseguire le indagini geognostiche e geofisiche per il “Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)”.

In particolare, durante la campagna sono state svolte le seguenti attività:

- ✓ n° 6 prove penetrometriche pesanti DPSH;
- ✓ n° 6 prospezioni sismiche di tipo masw;
- ✓ n° 6 prospezioni sismiche di tipo rifrazione;

La campagna d'indagine geofisica e geotecnica è stata condotta nel rispetto della vigente normativa sismica e in particolare ai sensi del

- ✓ O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e succ. m. e i.
- ✓ D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni 2018”
- ✓ CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Di seguito vengono illustrate le metodiche di esecuzione delle diverse attività.

## 2. PROSPEZIONE SISMICA TIPO M.A.S.W.

La metodologia Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) è basata sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh arrivando ad ottenere un modello verticale di Vs.

La dispersione della velocità nel sottosuolo è infatti associata a ciascuna frequenza che si origina quando le onde sismiche si propagano in un mezzo stratificato e trasversalmente isotropo.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione in profondità; al contrario, le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) possiedono minore energia e, di conseguenza, la loro penetrazione è più superficiale.

Grazie a queste proprietà, l'analisi della propagazione delle onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

In particolare, la velocità delle onde S è il fattore dominante che controlla le caratteristiche con cui si manifesta il fenomeno della dispersione.

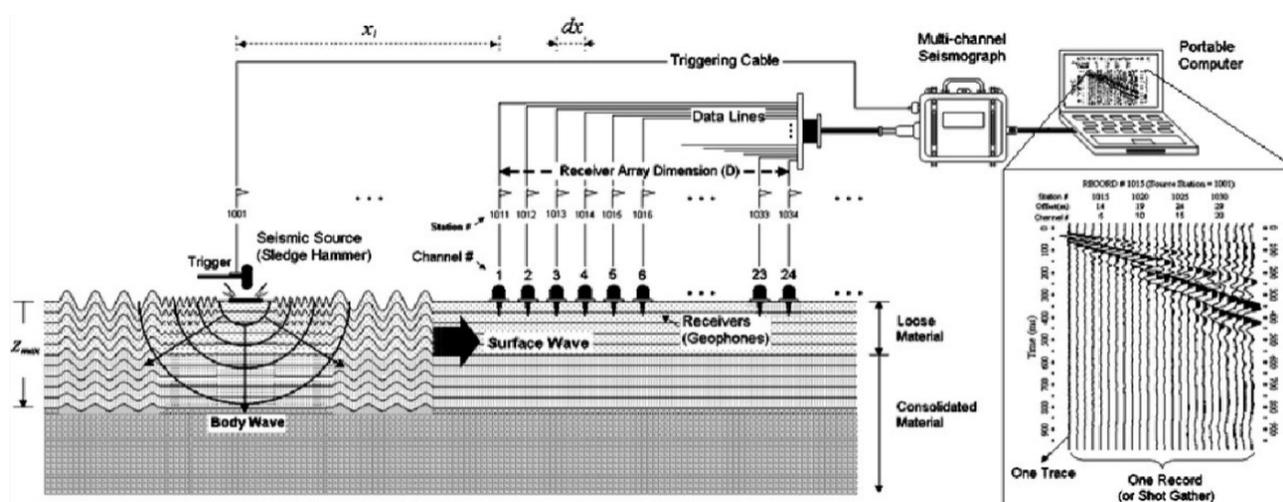
L'analisi delle onde S, mediante tecnica MASW, viene eseguita attraverso la trattazione spettrale del sismogramma, a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale. L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a

seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde. La registrazione simultanea di 24 canali, separati da 0,5m a 10m, fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie).

Una particolare analisi spettrale permette di distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

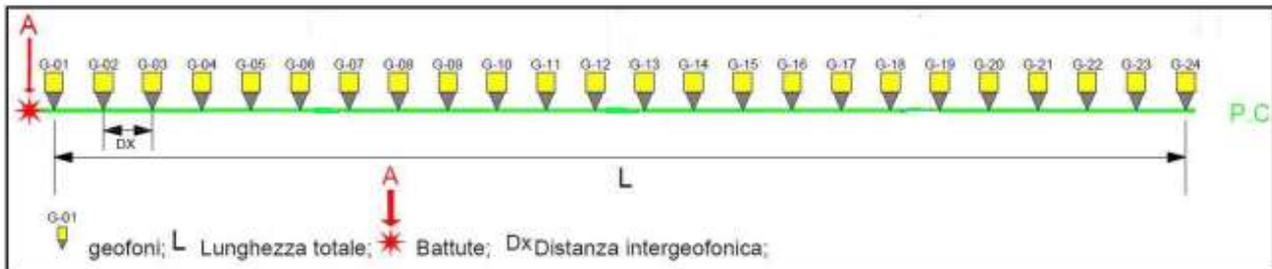


**Figura 1:** schema prospezione ed acquisizione prospezione sismica MASW

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati MASW consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze che derivano dal contesto geologico locale. La curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e indipendentemente dal software usato, può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale. Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore; infatti, quasi mai questa coincide con la soluzione geologicamente migliore.

La prospezione sismica Masw è stata condotta con uno stendimento geofonico di 48m, figura seguente. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2.00m (dx).

Come sorgente sismica è stata utilizzata una mazza da 8kg che impatta verticalmente su una piastra circolare in alluminio. Al fine di avere più dataset, sono state eseguite due acquisizioni con offset 2 e 4 metri.



**Figura 2:** schema stendimento base sismica MASW

L'ubicazione della prospezione sismica è stata base sismica è stata collocata dal tecnico incaricato per la progettazione e la direzione lavori delle indagini geofisiche e geotecniche.

Le coordinate degli estremi, delle prove, sono riportate di seguito in tabella.

SIGLA	Lunghezza stendimento (m)	Coordinate estremo A (m)	Coordinate estremo B (m)
MASW D05	48,00	Lat. 4329632,19 m N Long. 673257,61 m E	Lat. 4329610,22 m N Long. 673305,51 m E
MASW D07	48,00	Lat. 4328858,14 m N Long. 672833,91 m E	Lat. 4328900,77 m N Long. 672863,47 m E
MASW D08	48,00	Lat. 4328400,56 m N Long. 672464,10 m E	Lat. 4328452,95 m N Long. 672476,16 m E
MASW D09	48,00	Lat. 4327858,10 m N Long. 672721,74 m E	Lat. 4327806,26 m N Long. 672741,87 m E
MASW D10	48,00	Lat. 4327596,95 m N Long. 673246,57 m E	Lat. 4327542,40 m N Long. 673266,76 m E
MASW D12	48,00	Lat. 4326747,90 m N Long. 671502,83 m E	Lat. 4326794,81 m N Long. 671523,34 m E

*TABELLA 1 – LE COORDINATE SONO ESPRESSE IN UTM (WGS84)*

La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda. Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità. In quest'ultimo passo si ottiene mediante un processo d'inversione il profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (Vs), posto al centro dello stendimento di geofoni.

## 2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle prospezioni MASW è stato impiegato il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l., le cui caratteristiche strumentali sono riportate nella tabella seguente:

<b>Campionamento</b>	
Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000,8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1,25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
<b>Dinamica del sistema</b>	
Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 $\mu$ V
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 $\mu$ V
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB
<b>Convertitore A/D</b>	
Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB
<b>Preamplificatore</b>	
Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni:	da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune:	>80dB
Impedenza d'ingresso:	>100k $\Omega$

TABELLA 2 – CARATTERISTICHE TECNICHE SISMOGRAFO DOREMI

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## 2.2 ELABORAZIONE DATI

L'intero processo di elaborazione dei dati e dell'inversione delle curve di dispersione è stato effettuato con il programma winMASW 2021 PRO della EliaSoft.

Gli elaborati relativi alla prova eseguita sono riportati nell'allegato n°3 Risultati prospezione sismica masw.e contengono:

- la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- il profilo delle Vs al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;
- la tabella dei valori di Vs per orizzonti omogenei di velocità;
- il valore medio delle Vs, pesato sugli spessori, estrapolato fino a 30 metri di profondità.

I sismogrammi sperimentali sono archiviati presso i nostri uffici su supporto magnetico in formato internazionale SEG2 e rimangono a disposizione della committenza per la durata di un anno.

## 3. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

Il metodo della Tomografia Sismica permette la definizione di modelli di velocità continui dei litotipi a partire dall'inversione dei tempi di primo arrivo misurati sui sismogrammi.

Essa si basa sulla proporzionalità esistente tra lo spazio attraversato dall'onda sismica durante la sua propagazione e il tempo impiegato a percorrerlo.

La presenza di anomalie di velocità nel volume investigato determina variazioni nel tempo di arrivo dell'onda sismica che l'ha attraversata, ovvero l'analisi delle perturbazioni dei tempi di arrivo fornisce informazioni sulle caratteristiche in velocità dell'anomalia. Matematicamente questo si traduce nell'espressione:

$$T = \int_s (ds/v(s)) = \int_s u(s) ds \quad (1.1)$$

nella quale **T** è il tempo di arrivo della fase, **u(s)** è la lentezza, corrispondente all'inverso della velocità  $[1/v(s)]$  lungo la traiettoria del raggio **s**.

L'espressione già menzionata definisce il tempo di arrivo di una fase sismica lungo tutto il percorso dalla sorgente al punto di registrazione ed è funzione della distribuzione di velocità (lentezza) lungo tutta la traiettoria. Per la nomenclatura adottata nella teoria inversa la (1.1) costituisce il modello, i tempi **T** i dati e le velocità i parametri del modello.

Il tempo di arrivo residuo è definito come la differenza tra il tempo di arrivo osservato e quello stimato per una stessa fase sismica a partire da un modello di riferimento, assumendo nota la posizione della sorgente. La differenza è dovuta a perturbazioni in velocità (lentezza), lungo la traiettoria del raggio, del modello reale rispetto a quello di riferimento.

Le variazioni in velocità lungo il raggio che perturbano la traiettoria del raggio stesso possono essere risolte costruendo iterativamente dei modelli di velocità che tengano conto del valore dei residui stimati e che forniscano, quindi, valori dei residui minori.

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Tutte le metodologie Tomografiche prevedono la suddivisione dello spazio investigato in regioni (blocchi o celle) in cui la velocità è omogenea. Ciò significa che il modello di velocità è discretizzato utilizzando una griglia per la quale i valori di velocità (lentezza) vengono stimati in ciascun nodo o in ciascuna cella della griglia. Mediante tecniche di interpolazione è possibile successivamente ottenere un modello di velocità continuo.

L'idea principale alla base dei metodi tomografici è che l'integrale lungo la traiettoria delle perturbazioni in lentezza del modello di riferimento debba uguagliare i residui dei tempi di arrivo:

$$\int_s \Delta u(s) ds = \Delta T = T_{oss} - T_{calc} \quad (1.2)$$

Nell'espressione (1.2)  $\Delta u(s)$  è la perturbazione in lentezza che deve essere determinata. Discretizzando il mezzo di propagazione, l'equazione (1.2) può essere scritta nella forma:

$$\Delta T = \sum_j l_j \Delta u_j \quad (1.3)$$

Dove  $l_j$  è la lunghezza del raggio che attraversa la  $j$ -esima cella e  $\Delta u_j$  è la perturbazione in lentezza per la tale cella.

L'analisi dei residui se effettuata ad un'unica stazione di registrazione, non permette di localizzare l'eventuale anomalia di velocità in quanto essa potrebbe essere posizionata in un qualsiasi punto lungo il raggio tra la sorgente ed il ricevitore. Se però, si dispone di più coppie sorgente-ricevitore distinte, ad esempio N, sarà possibile a partire dall'equazione (1.3) definire un sistema di N equazioni tali che:

$$\Delta T_i = \sum_j l_{ij} \Delta u_j \quad i=1, \dots, N \quad (1.4)$$

Le informazioni portate dalle onde sismiche che attraversano le celle seguendo differenti traiettorie forniscono un contributo coerente nel sistema di equazioni che permettono di rivelare variazioni di velocità bi- e tri-dimensionali per il mezzo attraversato.

L'equazione (1.4) è espressa nella forma di un sistema di equazioni lineari per la quale la soluzione generalizzata in termini di minimi quadrati è data da:

$$m = [GTG]^{-1}GTd \quad (1.5)$$

I dati  $d$ , dell'equazione (1.5) nel caso tomografico, sono rappresentati dai residui dei tempi di arrivo  $\Delta T$ , gli elementi della matrice  $G$  sono le quantità  $l_{ij}$  e gli elementi del vettore dei parametri  $m$  sono le variazioni della lentezza  $\Delta u_j$ .

L'ubicazione e le coordinate degli estremi, delle prove, sono riportate di seguito in tabella.

SIGLA	Lunghezza stendimento (mt)	Coordinate estremo A (m)	Coordinate estremo B (m)
RIFRAZIONE DO5	48,00	Lat. 4329632,19 m N Long. 673257,61 m E	Lat. 4329610,22 m N Long. 673305,51 m E
RIFRAZIONE DO7	48,00	Lat. 4328858,14 m N Long. 672833,91 m E	Lat. 4328900,77 m N Long. 672863,47 m E
RIFRAZIONE DO8	48,00	Lat. 4328400,56 m N Long. 672464,10 m E	Lat. 4328452,95 m N Long. 672476,16 m E

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

<b>RIFRAZIONE D09</b>	48,00	Lat. 4327858,10 m N Long. 672721,74 m E	Lat. 4327806,26 m N Long. 672741,87 m E
<b>RIFRAZIONE D10</b>	48,00	Lat. 4327596,95 m N Long. 673246,57 m E	Lat. 4327542,40 m N Long. 673266,76 m E
<b>RIFRAZIONE D12</b>	48,00	Lat. 4326747,90 m N Long. 671502,83 m E	Lat. 4326794,81 m N Long. 671523,34 m E

TABELLA 3 – LE COORDINATE SONO ESPRESSE IN UTM (WGS84)

### 3.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Il sismografo DoReMi a 24 canali di SARA electronic instruments s.r.l., ha le seguenti caratteristiche strumentali:

<b>Campionamento</b>	
Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000,8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1,25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
<b>Dinamica del sistema</b>	
Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 µV
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 µV
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB
<b>Convertitore A/D</b>	
Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB
<b>Preamplificatore</b>	
Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni:	da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune:	>80dB
Impedenza d'ingresso:	>100kΩ

TABELLA 4 – CARATTERISTICHE TECNICHE SISMOGRAFO DOREMI

### 3.2 METODOLOGIA D'ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI

Le prospezioni sismiche a rifrazione sono state condotte con uno stendimento geofonico di 48m (Figura 1). Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2.00m (X).

Come sorgente sismica è stata utilizzata una mazza da 8kg che impatta verticalmente su una piastra circolare in alluminio. Al fine di avere più dataset, sono state eseguite più acquisizioni con diversi offset minimi (2X; 4X; ...), in particolare sono stati effettuati 2 shot esterni allo stendimento e 5 shot interni allo stesso.

Il software utilizzato per l'elaborazione della tomografia sismica è il, RAYFRAC<sup>®</sup> ver.3.17 della Intelligence Resources Inc..

Tale programma utilizza per la interpretazione dei dati il metodo di processing definito WET Wavepath Eikonal Travelttime tomography. (vedi Schuster 1993; Watanabe 1999). Tale metodo utilizza il concetto di percorso di onda in un mezzo in analisi denominato volume di Fresnel (altrimenti noto come "fat rays"), l'algoritmo implementato per i primi arrivi utilizza una modellizzazione basata sulla risoluzione di una "Eikonale" di primo ordine descritta in Podvin/Lecomte (Lecomte 2000).

Il pregio di tale algoritmo è che riesce a rilevare gradienti di velocità verticali e laterali, cambi bruschi di velocità (distribuzioni di velocità discontinue o cambi sistematici ai limiti di contatto fra unità), anomalie ed inversioni di velocità (anche di zone a bassa velocità immerse in un mezzo più veloce) e/o di strutture meglio che nei metodi convenzionali.

Gli elaborati relativi alla prova eseguita sono riportati nei rispettivi allegati.

### 4. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SUPERPESANTI (DPSH)

Sono state eseguite sei prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH, la cui profondità massima raggiunta è stata di 15,00 mt dal piano campagna; la profondità e le coordinate dei punti di sondaggio sono elencate nella seguente tabella:

PROVA DPSH	COORDINATE UTM WGS84	PROFONDITÀ RAGGIUNTA DAL P.C.
PD05	Lat. 4329625,88 m N Long. 673295,47 m E	13,40 mt
PD07	Lat. 4328871,83 m N Long. 672847,45 m E	13,00 mt
PD08	Lat. 4328411,17 m N Long. 672463,20 m E	12,40 mt
PD09	Lat. 4327802,30 m N Long. 672765,38 m E	4,60 mt
PD10	Lat. 4327554,69 m N Long. 673254,98 m E	4,20 mt
PD12	Lat. 4326758,98 m N Long. 671531,73 m E	15,00 mt

TABELLA 5 – COORDINATE UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

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

Le prove penetrometriche dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con il sondaggio geognostico per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

L'ubicazione dei sondaggi penetrometrici è stata concordata con la committenza prima dell'avvio dei lavori.

#### 4.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro tipo Emilia prodotto da Pagani Geotechnical modello TG 63-100 Kn.

DATI TECNICI		
Motore	Tipo	Benzina; 2 cil.; V
	Potenza [HP (kW) - RPM]	16 (12) - 3600
	Raffreddamento	Aria
Traslazione	Cingolato a trasmissione idrostatica	Cingolato Gommato
	Velocità di traslazione [km/h]	0 ÷ 1.8
	Pendenza Max %	30
Pompa Idraulica	Numero di Pompe	2
	Max. pressione operativa [bar]	245
Stabilizzatori	Numero	3
	Tipo	Idraulico
DIMENSIONI E PESI		
H [mm]	1600	
L [mm]	2450	

P [mm]	1040	PENETROMETRO DINAMICO TG 63-100 KN
Peso [kg]	910	
Massa battente[kg]	63.5	
Altezza caduta (m)	0.75	
Avanzamento Δ (cm)	20	
Punta conica diam.	50.5	
Area base cono (cm <sup>2</sup> )	20	
Lunghezza aste (m)	1	
Diametro aste (mm)	32	
Peso aste (Kg)	6.31	

TABELLA 6 – CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO

## 4.2 ELABORAZIONE DATI

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

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

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

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

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

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

Gli elaborati grafici e tabellari sono riportati in allegato e contengono:

- Stima dei parametri geotecnici;
- Colonna stratigrafica.

Vibo Valentia 09.01.2023

**GEOLAGS s.r.l.s.**  
Via San Giuseppe Moscati, snc  
89900 Vibo Valentia  
PEC: geolagssrls@pec.it  
PI.: 03352390797



Il Tecnico  
Dr. Geol. Carlo Artusa

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## Allegato n.1

### Stralcio Ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini

**Oggetto:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico  
nel Comune di Scandale (KR)

**Committente:** Tiemes s.r.l.

## UBICAZIONE INDAGINI D05

**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

● PD05

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

A ——— B

**Figura 1:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini sito D05

## UBICAZIONE INDAGINI D07

**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

● PD07

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

A ————— B

**Figura 2:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini sito D07

## UBICAZIONE INDAGINI D08

**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

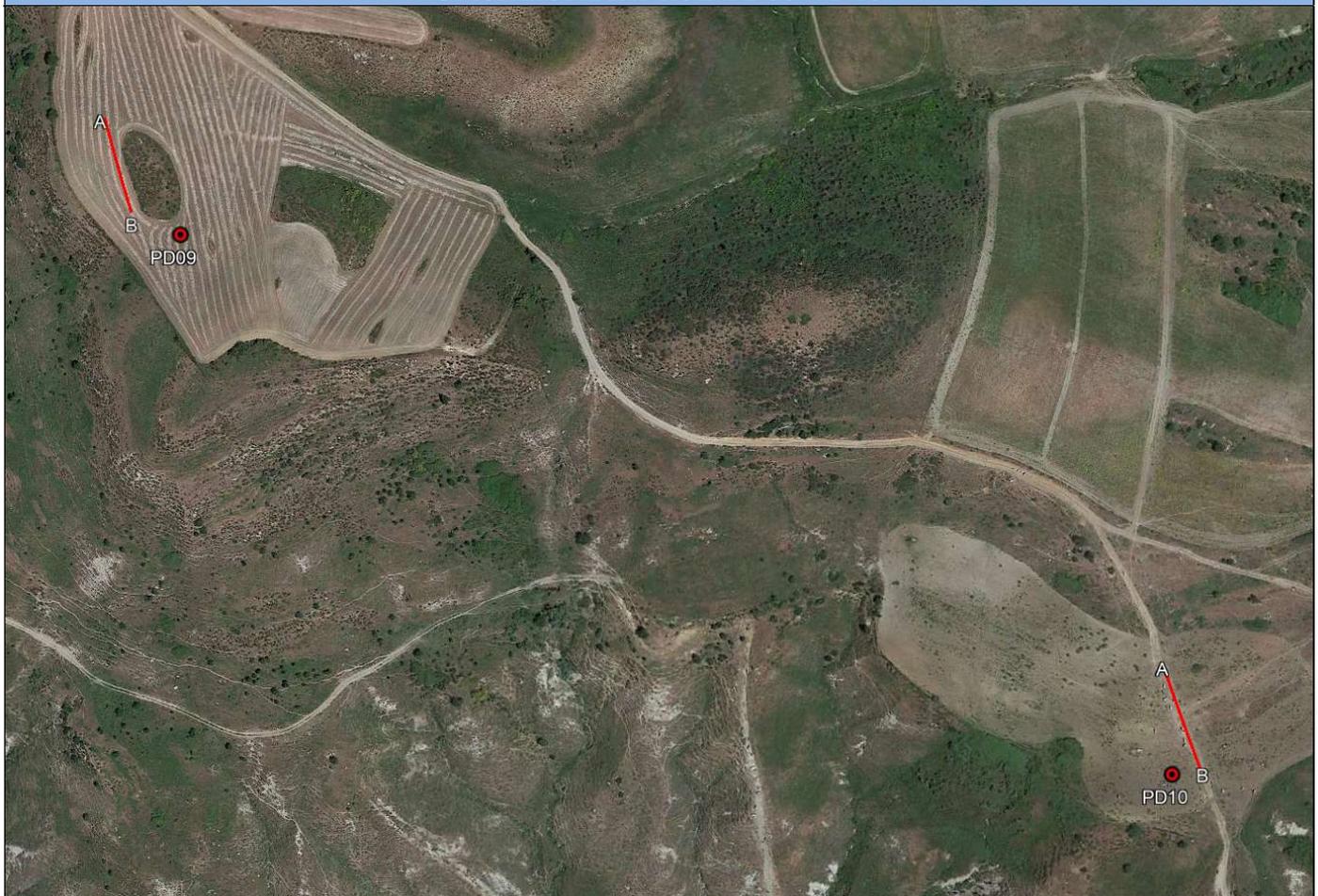
● PD08

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

A ————— B

**Figura 3:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini sito D08

## UBICAZIONE INDAGINI D09 – D10

**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

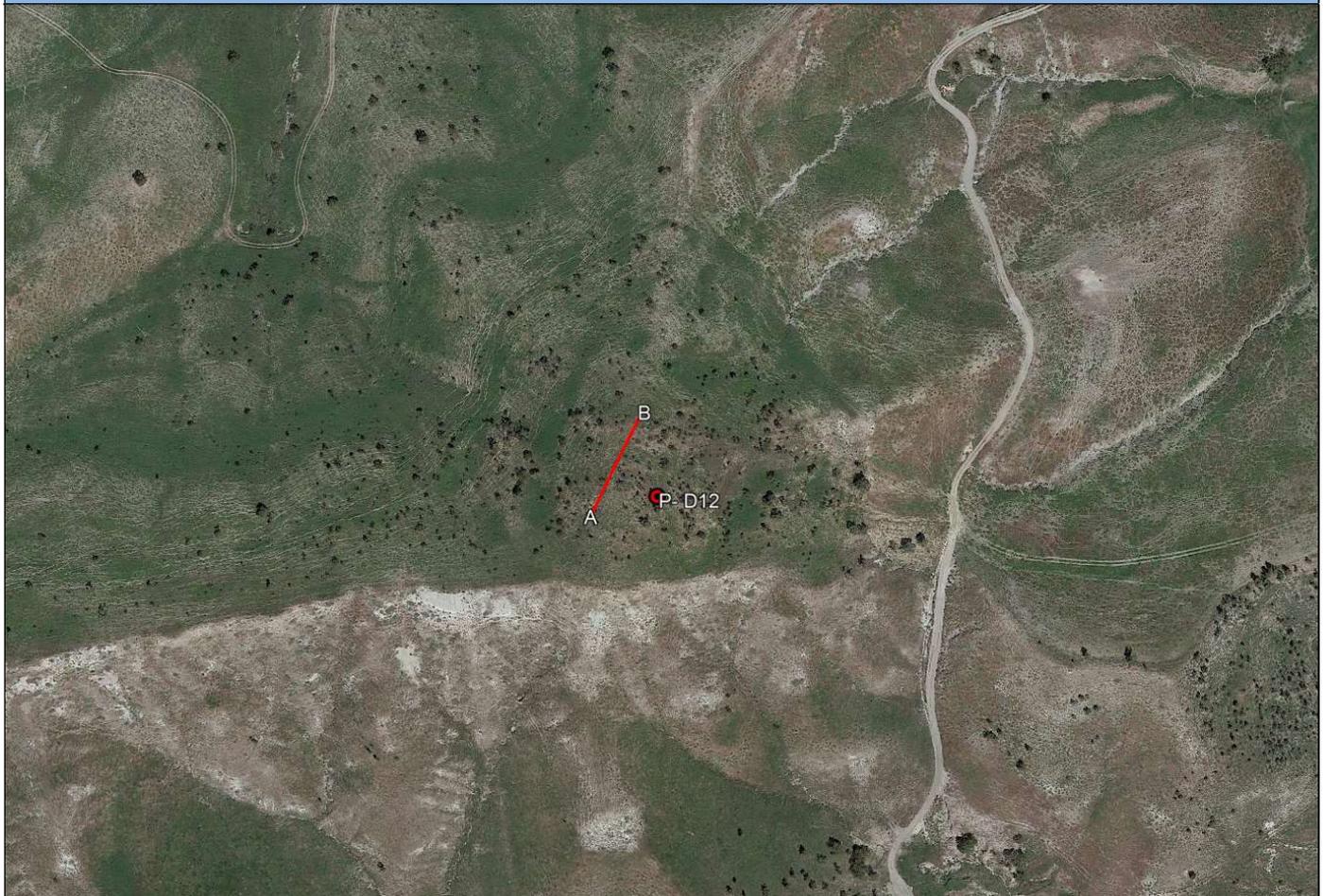
● PD09 - PD10

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

A ————— B

**Figura 4:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini sito D09-D10

## UBICAZIONE INDAGINI D12

**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

● PD12

Prospezione sismica tipo masw e rifrazione

A — B

**Figura 5:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini sito D12

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## Allegato n.2

### Documentazione fotografica

**Oggetto:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)

**Committente:** Tiemes s.r.l.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PENETROMETRICHE



Prova penetrometrica dinamica – PD05



Prova penetrometrica dinamica – PD07

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PENETROMETRICHE



Prova penetrometrica dinamica – PD08



Prova penetrometrica dinamica – PD09

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PENETROMETRICHE



Prova penetrometrica dinamica – PD10



Prova penetrometrica dinamica – PD12

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA MASW E RIFRAZIONE**



**Prospezione sismica masw e rifrazione – PDO5**

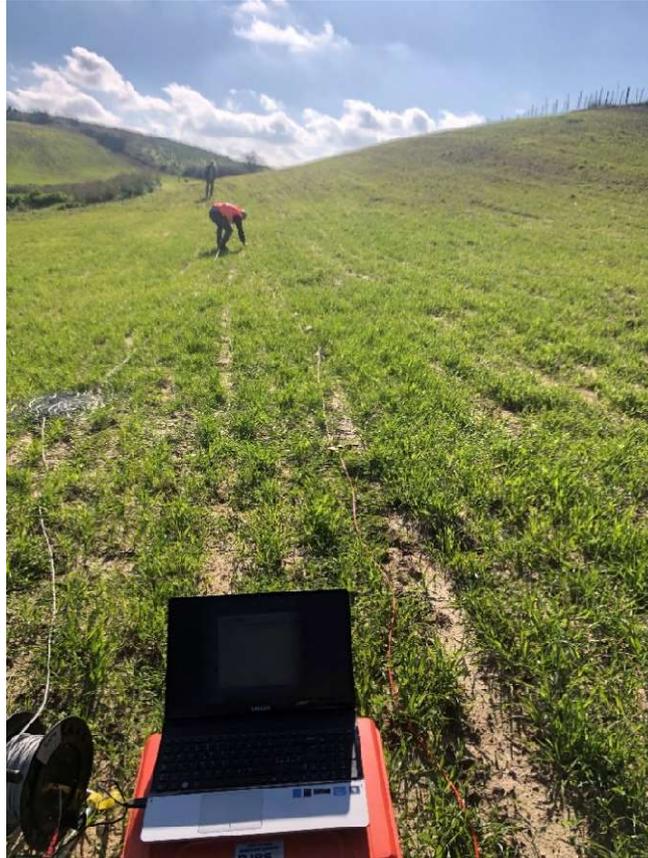


**Prospezione sismica masw e rifrazione – PDO7**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA MASW E RIFRAZIONE**



**Prospezione sismica masw e rifrazione – PD08**



**Prospezione sismica masw e rifrazione – PD09**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA MASW E RIFRAZIONE**



**Prova penetrometrica dinamica – PD10**



**Prova penetrometrica dinamica – PD12**

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## Allegato n.3

### Risultati prospezione sismica masw

**Oggetto:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)

**Committente:** Tiemes s.r.l.

# RISULTATI MASW D05

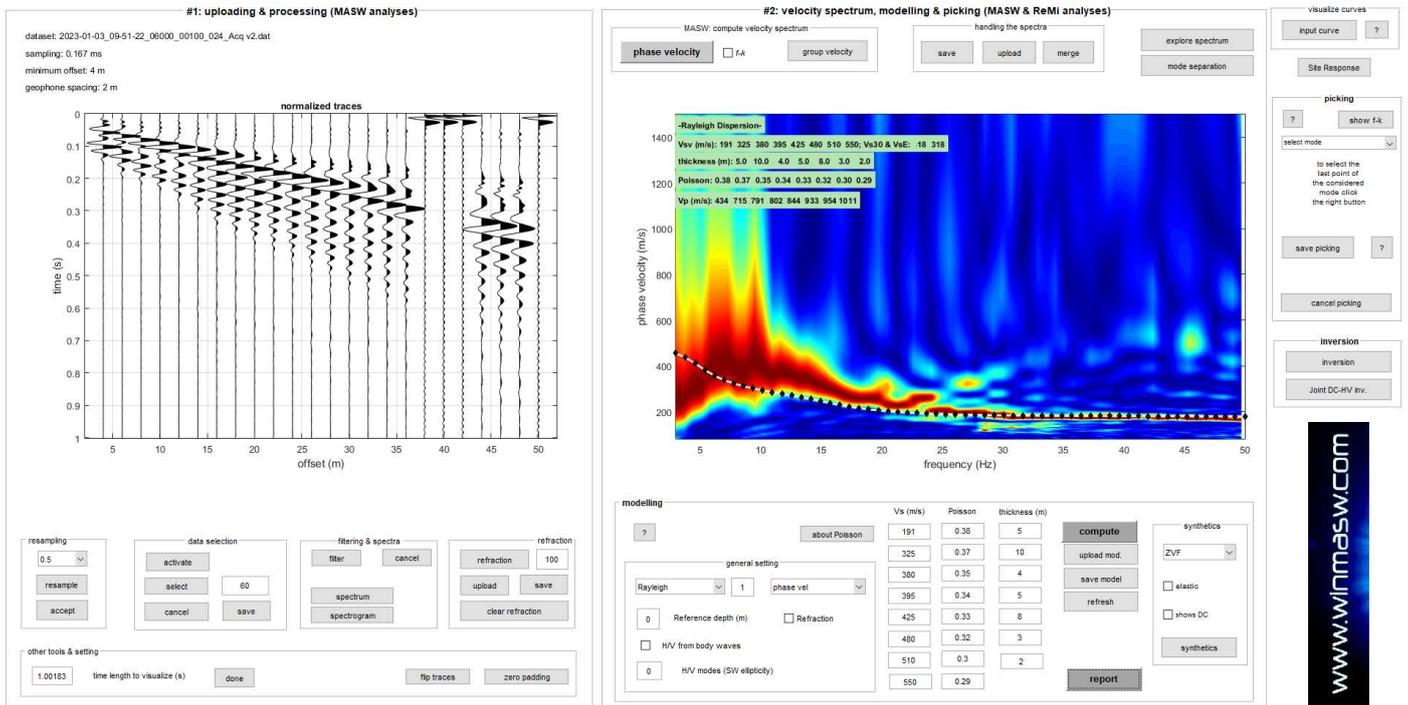


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

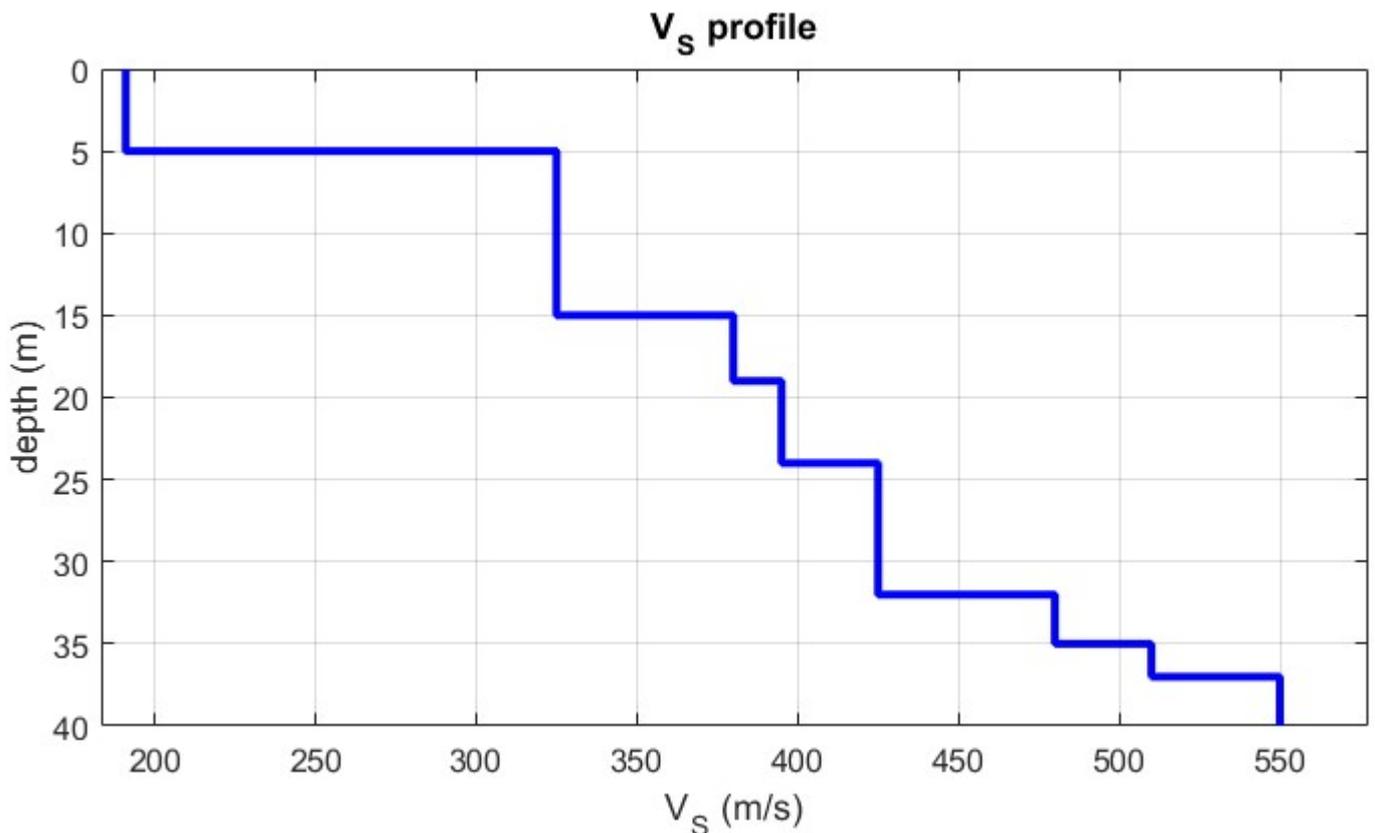


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

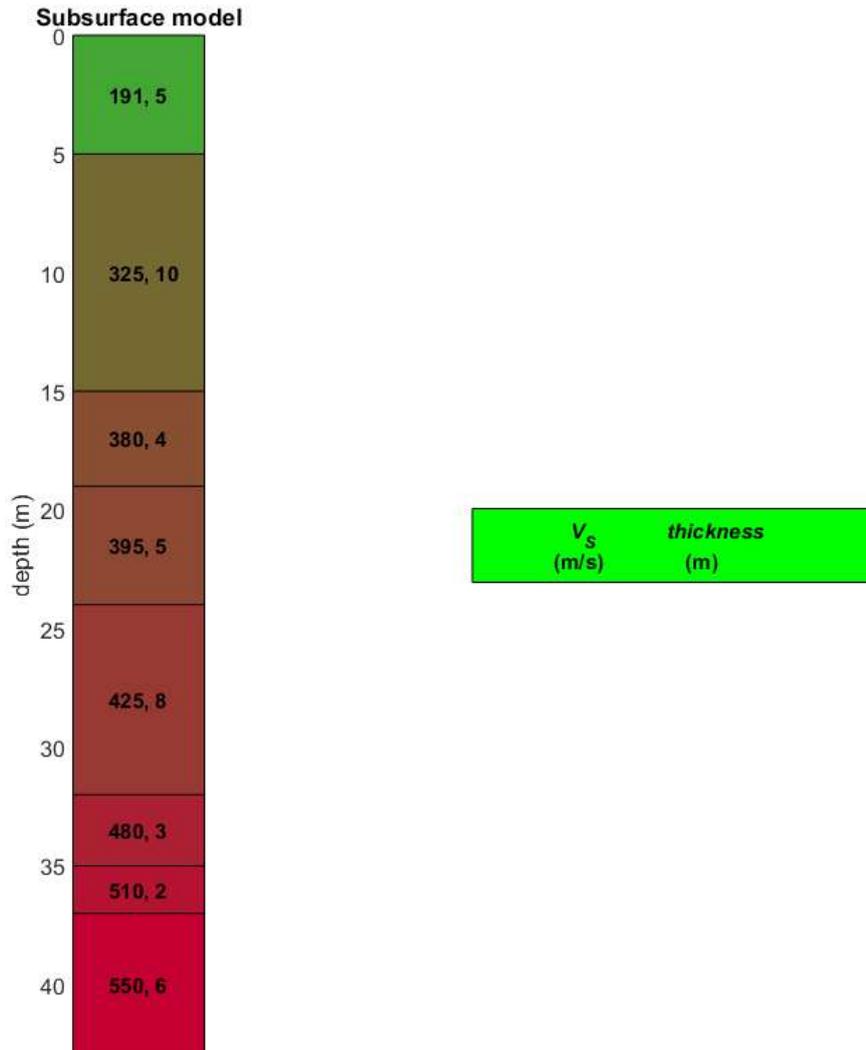


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

## Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità $gr/cm^3$	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	5	191	1,85	68	434	0,38
2	10	325	1,97	208	715	0,37
3	4	380	2,00	288	791	0,35
4	5	395	2,00	312	802	0,34
5	8	425	2,01	364	844	0,33
6	3	480	2,04	469	933	0,32
7	2	510	2,04	531	954	0,30
8	Semi-Spazio	550	2,06	622	1011	0,29

CALCOLO  $V_{s,eq}$  (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

318 [m/s]

# RISULTATI MASW D07

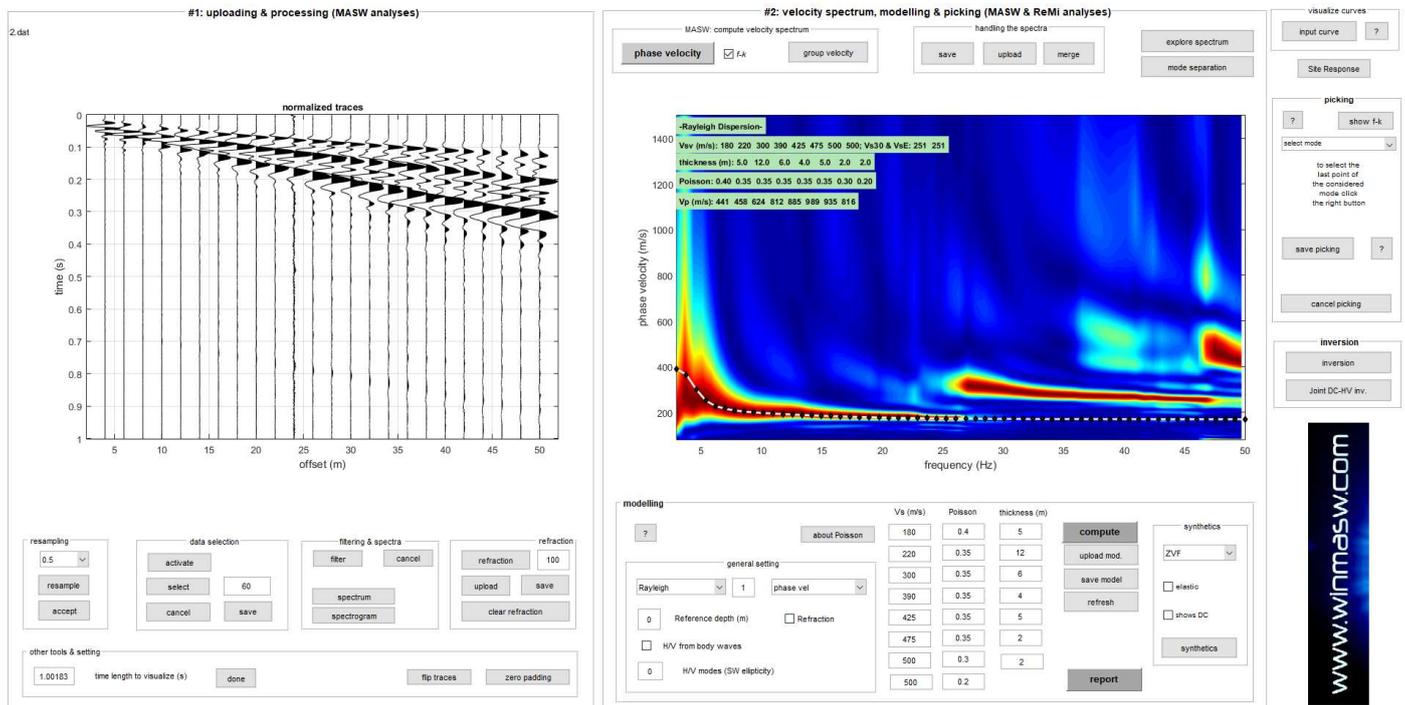


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

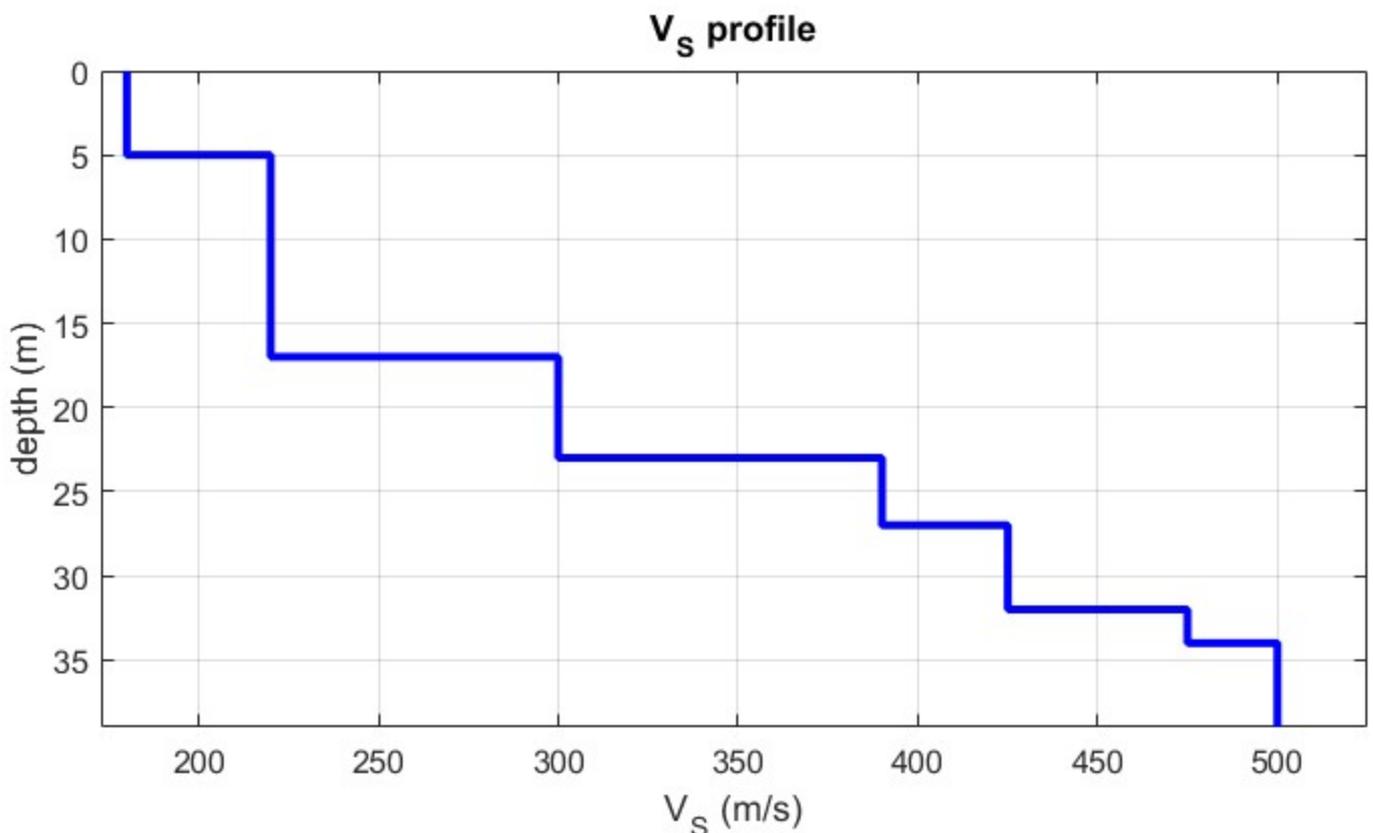


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

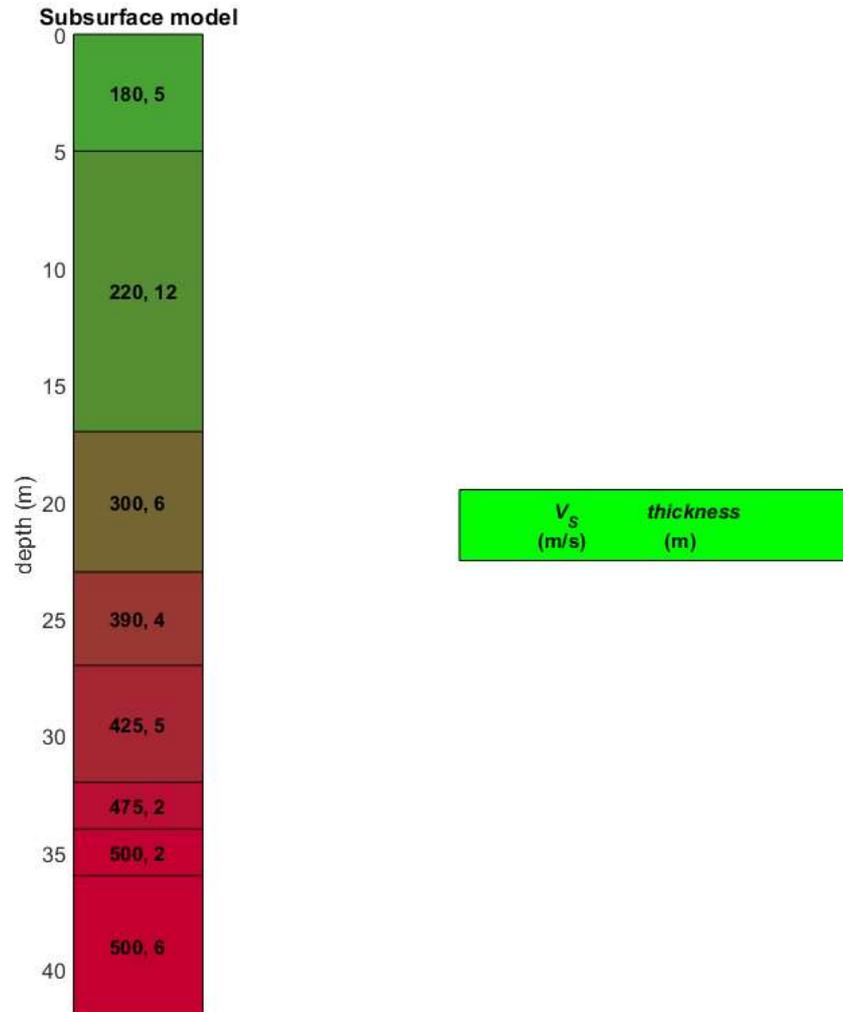


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

## Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità $gr/cm^3$	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	5	180	1,86	60	441	0,40
2	12	220	1,87	90	458	0,35
3	6	300	1,94	175	624	0,33
4	4	390	2,00	305	812	0,32
5	5	425	2,02	366	885	0,31
6	2	475	2,05	463	989	0,29
7	2	500	2,04	509	990	0,28
8	Semi-Spazio	500	2,04	501	990	0,28

CALCOLO  $V_{s,eq}$  (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

251[m/s]

# RISULTATI MASW D08

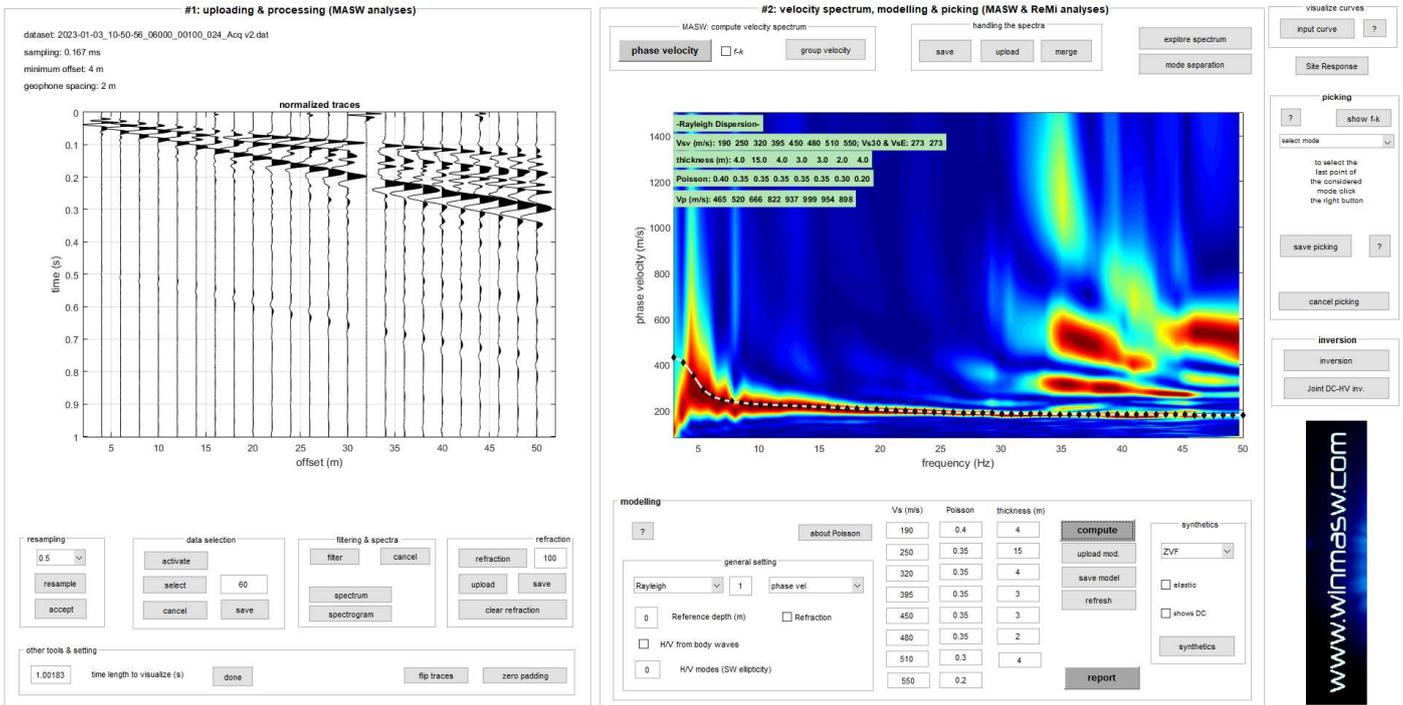


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

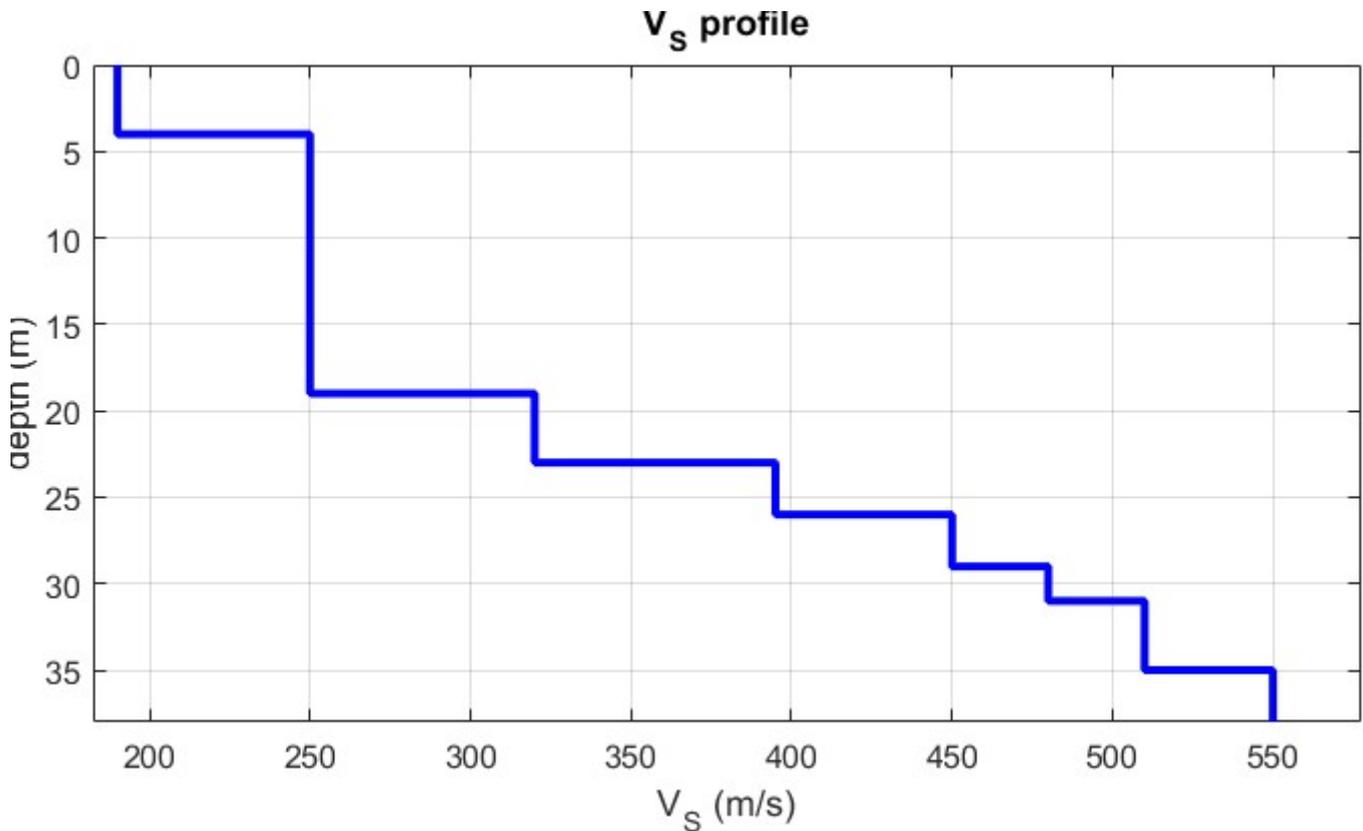


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

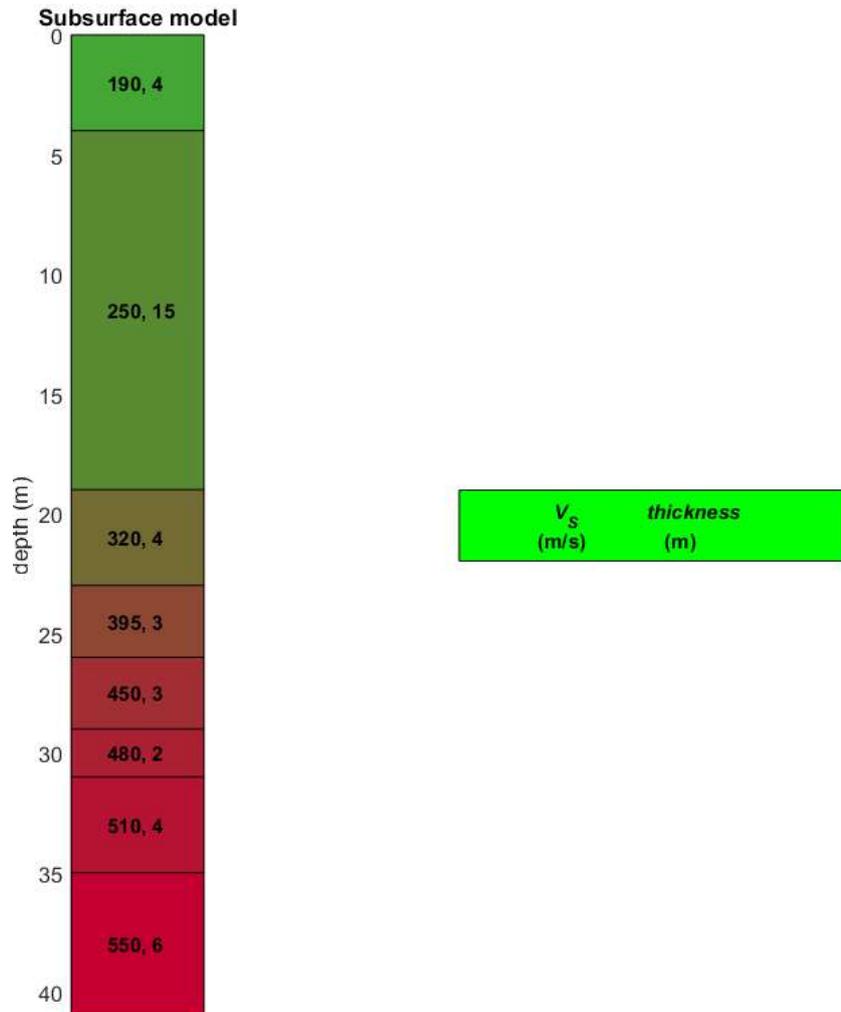


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità $gr/cm^3$	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	190	1,87	67	465	0,40
2	15	250	1,90	118	520	0,35
3	4	320	1,96	200	666	0,33
4	3	395	2,01	313	822	0,32
5	3	450	2,04	413	937	0,31
6	2	480	2,05	473	999	0,29
7	4	510	2,05	531	994	0,28
8	Semi-Spazio	550	2,06	613	994	0,28

CALCOLO  $V_{s,eq}$  (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

273[m/s]

# RISULTATI MASW D09

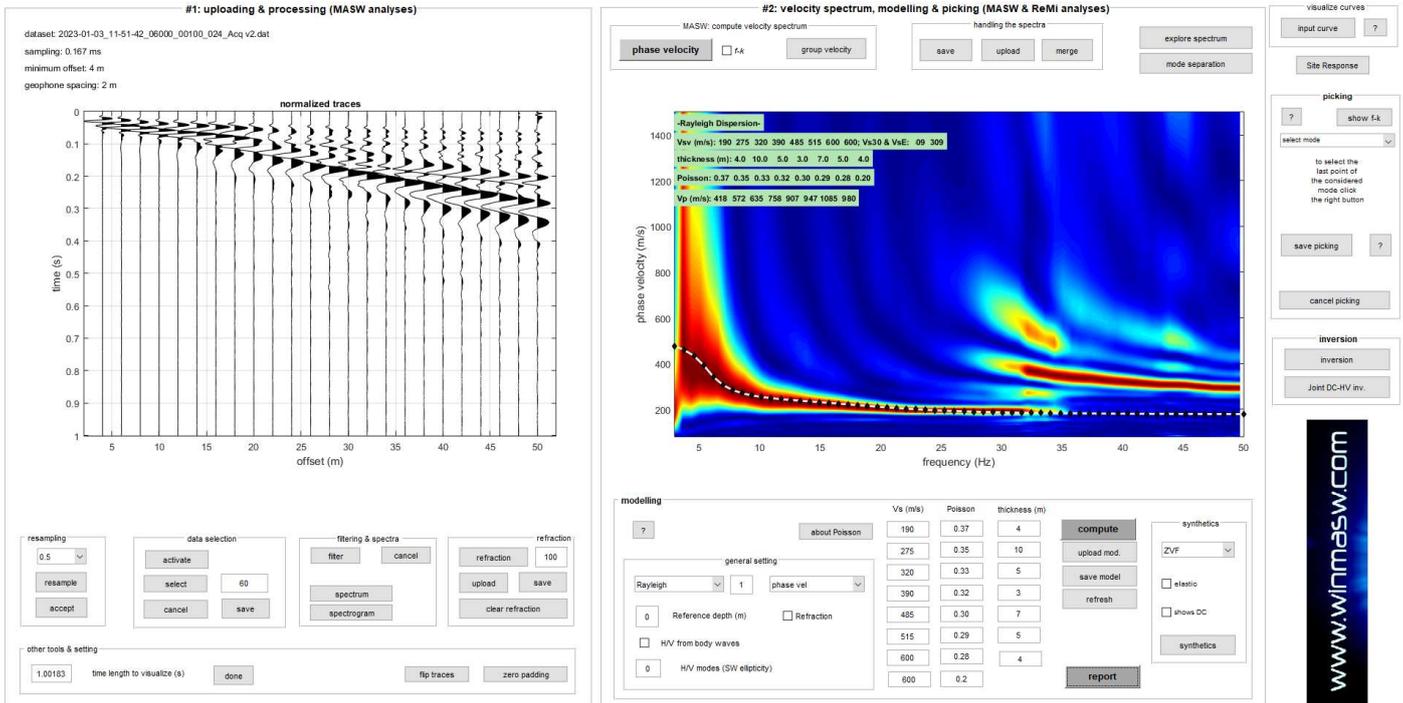


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

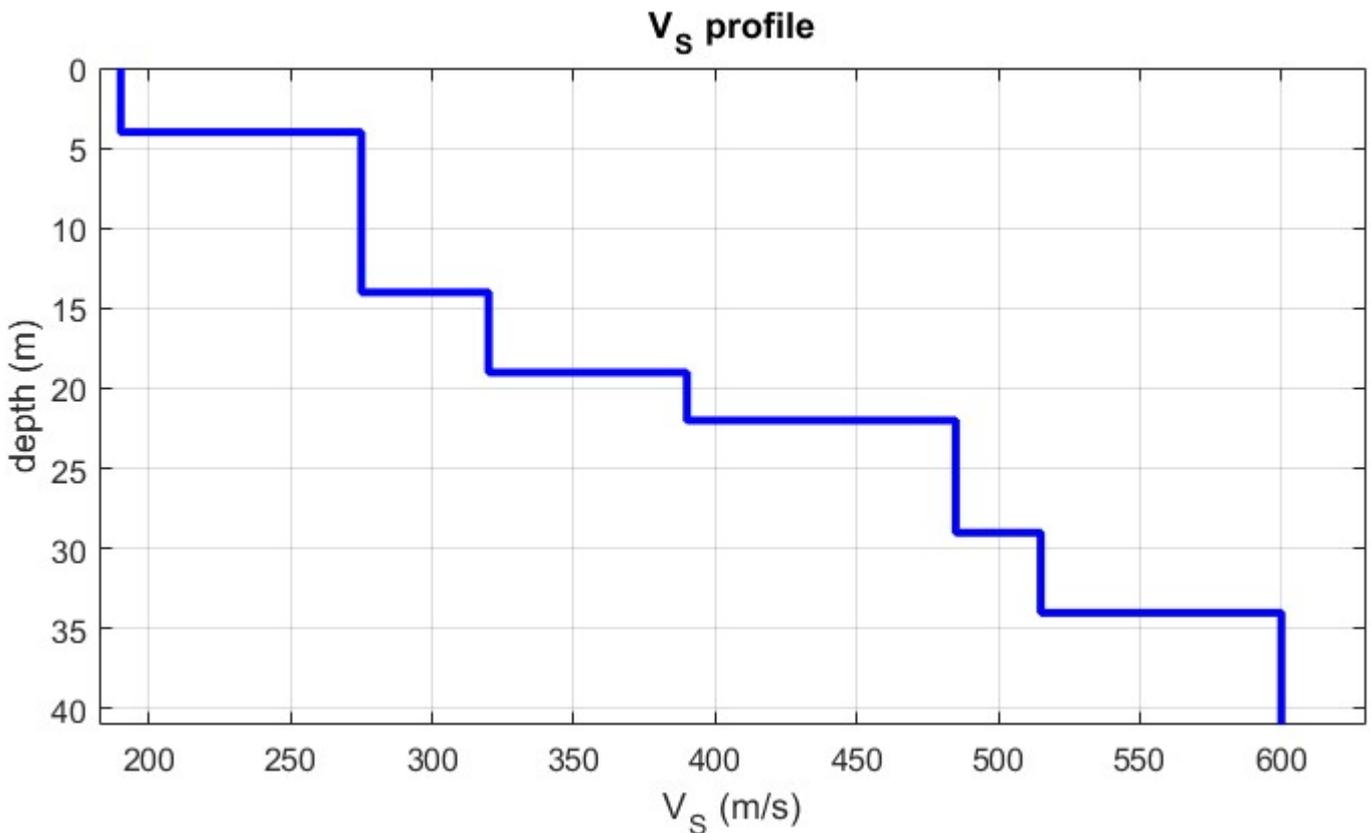


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

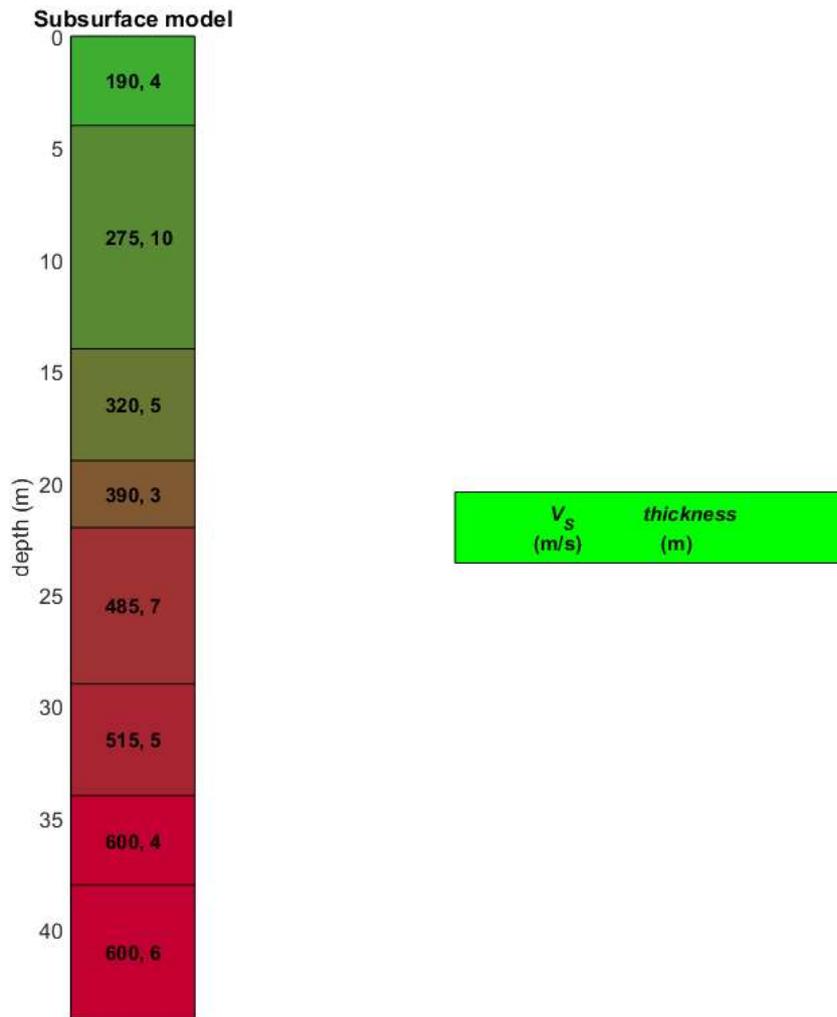


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità $gr/cm^3$	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	190	1,84	67	418	0,37
2	10	275	1,92	145	572	0,35
3	5	320	1,94	199	635	0,33
4	3	390	1,99	302	758	0,32
5	7	485	2,03	478	907	0,30
6	5	515	2,04	541	947	0,29
7	4	600	2,07	747	1085	0,28
8	Semi-Spazio	600	2,07	747	1085	0,28

CALCOLO  $V_{s,eq}$  (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

309 [m/s]

# RISULTATI MASW D10

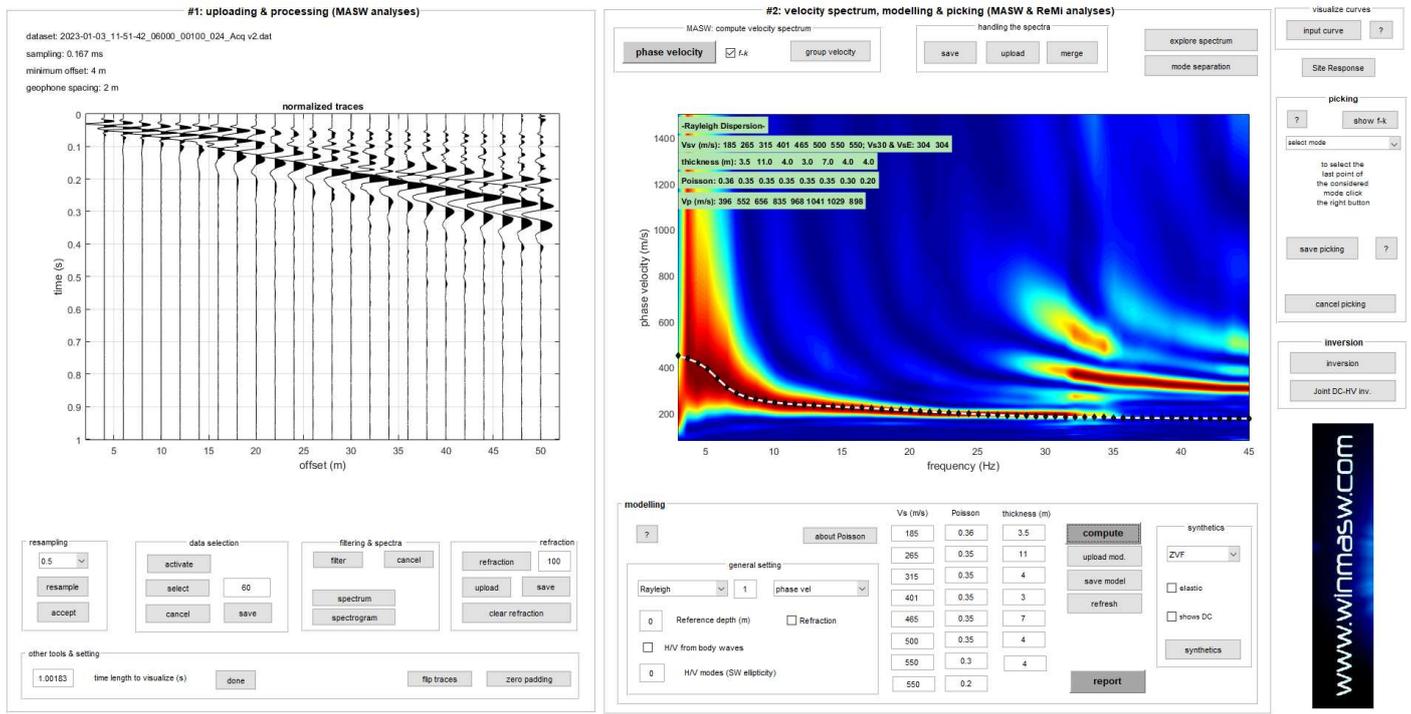


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

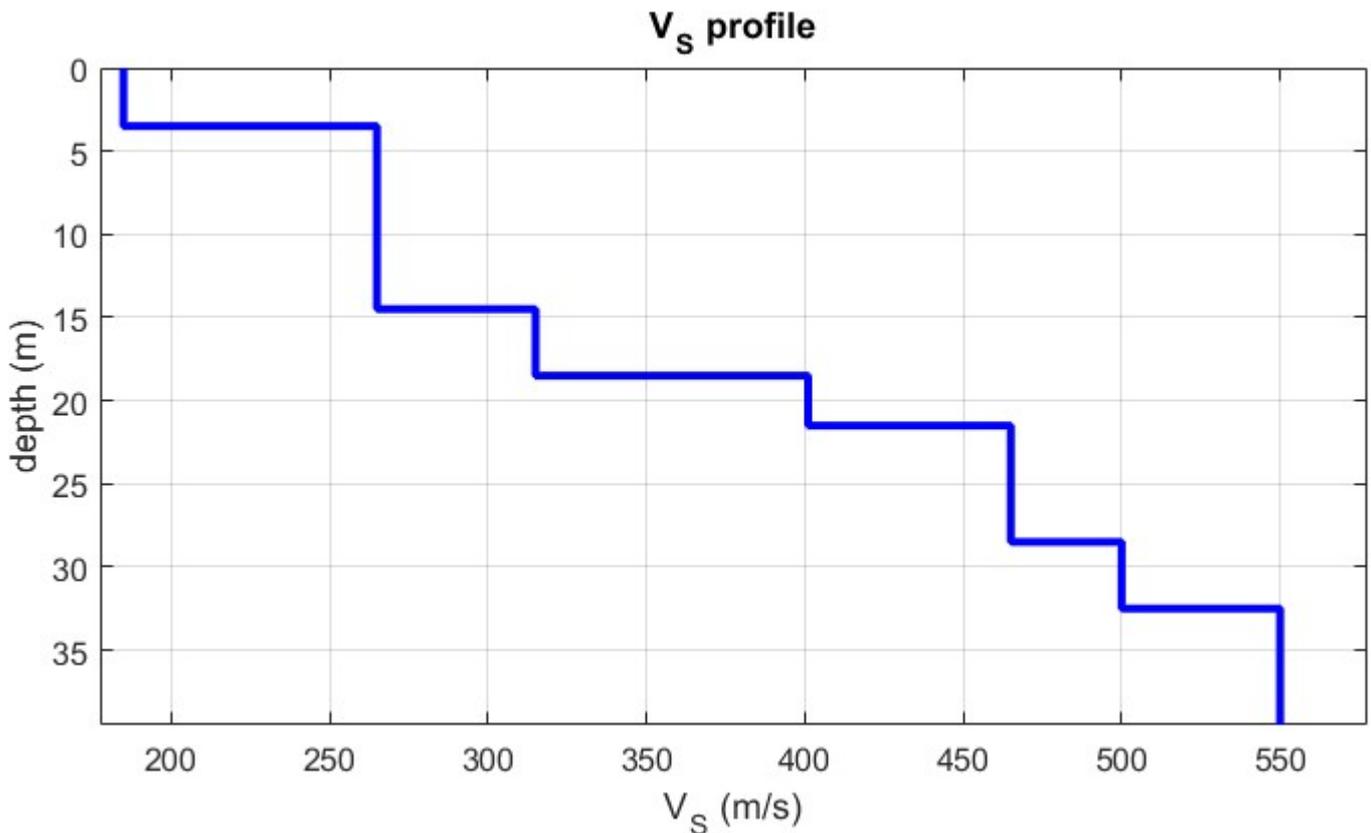


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

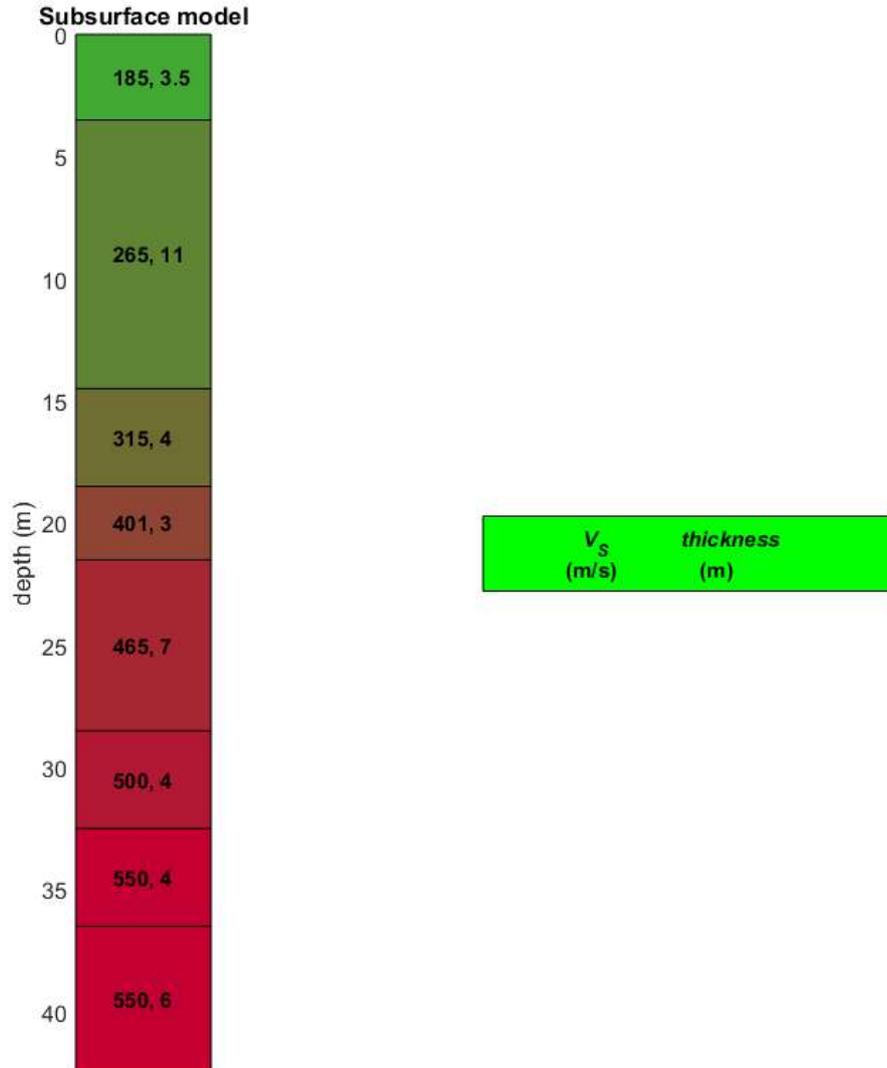


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità $gr/cm^3$	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	3,5	185	1,83	63	396	0,36
2	11	265	1,91	134	552	0,35
3	4	315	2,01	194	656	0,35
4	3	401	2,05	323	835	0,35
5	7	465	2,06	442	968	0,33
6	4	500	2,06	516	1041	0,32
7	4	550	2,06	623	1045	0,30
8	Semi-Spazio	550	2,06	623	1045	0,29

CALCOLO  $V_{s,eq}$  (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

305 [m/s]

# RISULTATI MASW D12

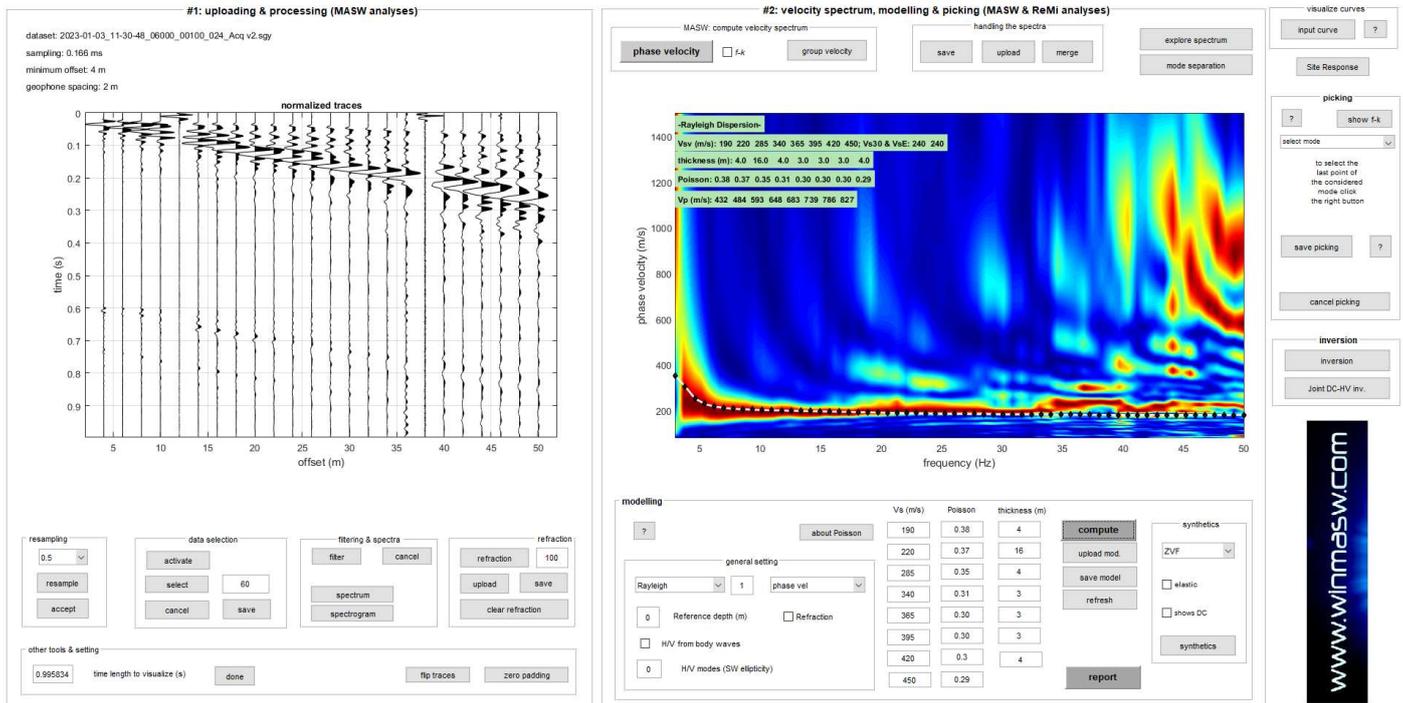


Figura 1: Sismogrammi e spettro di velocità calcolato

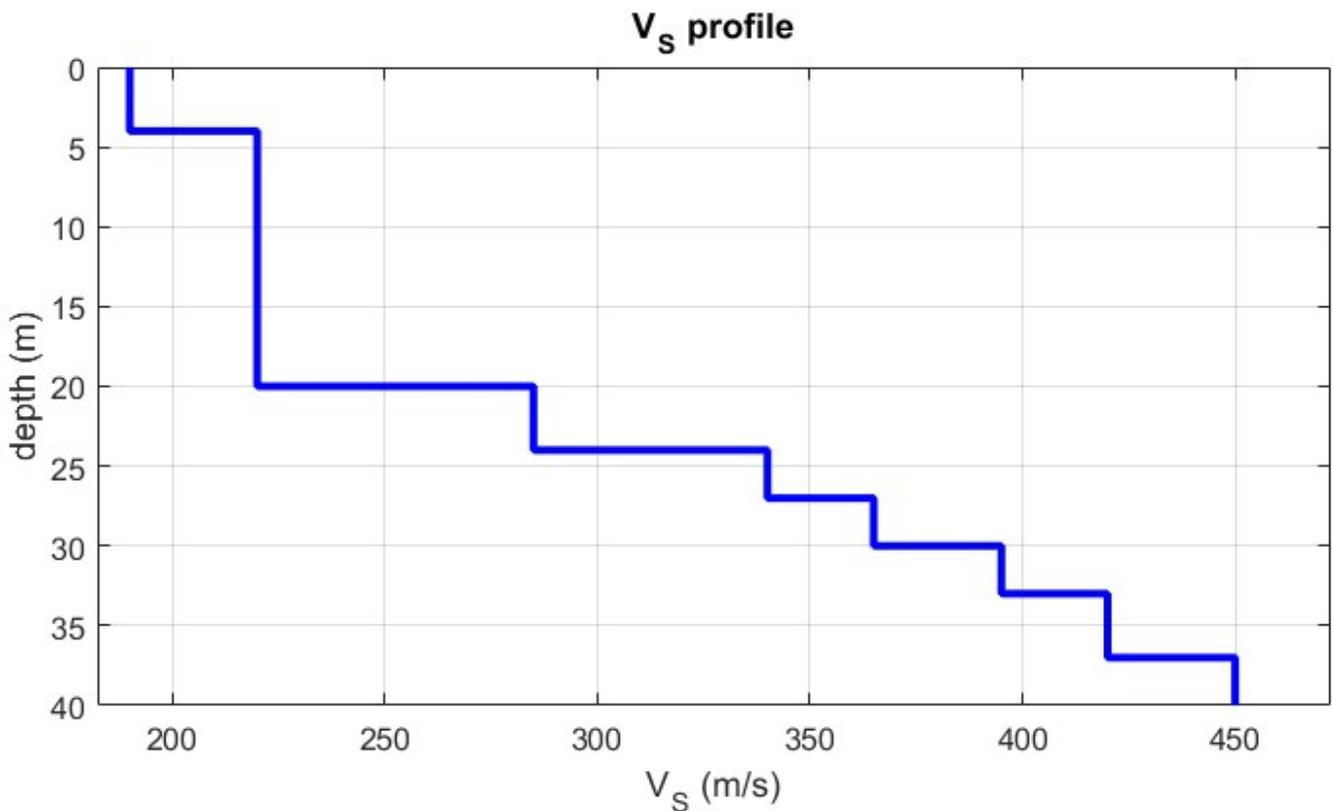


Figura 2: Grafico profondità (mt)-VS(m/s)

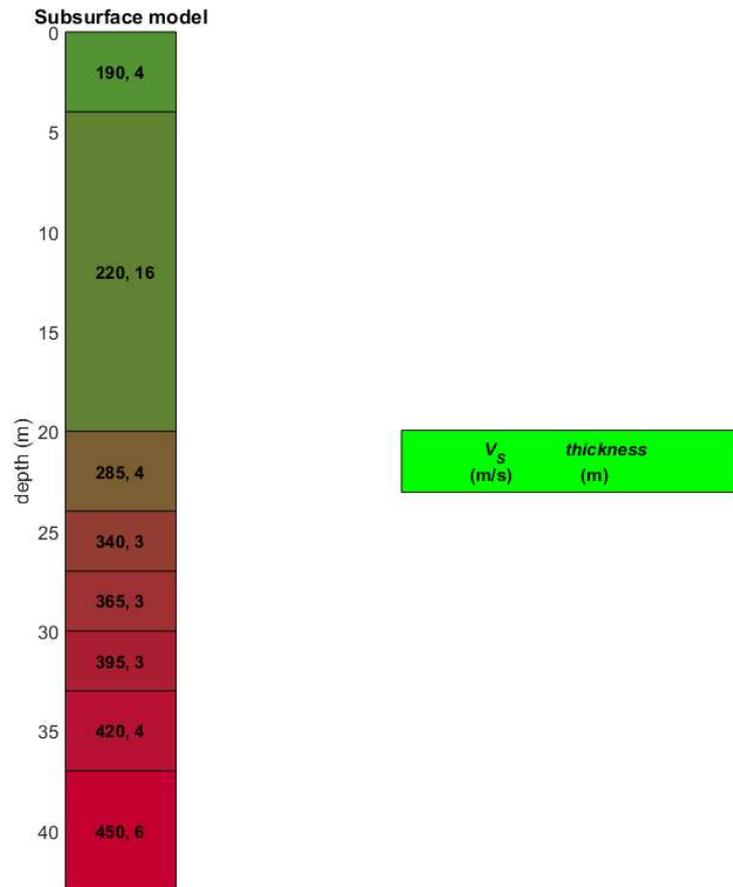


Figura 3: Sezione sismostratigrafica

## Tabella parametri sismostratigrafici

Numero strato	Spessore (mt)	VS (m/s)	Densità gr/cm <sup>3</sup>	Modulo di taglio	Vp (m/s)	Poisson
1	4	191	1,85	67	432	0,38
2	16	220	1,88	91	484	0,37
3	4	285	1,93	157	593	0,35
4	3	340	1,95	225	648	0,31
5	3	365	1,96	261	739	0,30
6	3	395	1,98	309	786	0,30
7	4	420	2,00	352	827	0,30
8	Semi-Spazio	450	2,01	407	827	0,29

CALCOLO Vs,eq (D.M. 17/01/2018 NTC 2018)

VS30 – VS eq.mt

240 [m/s]

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## Allegato n.4

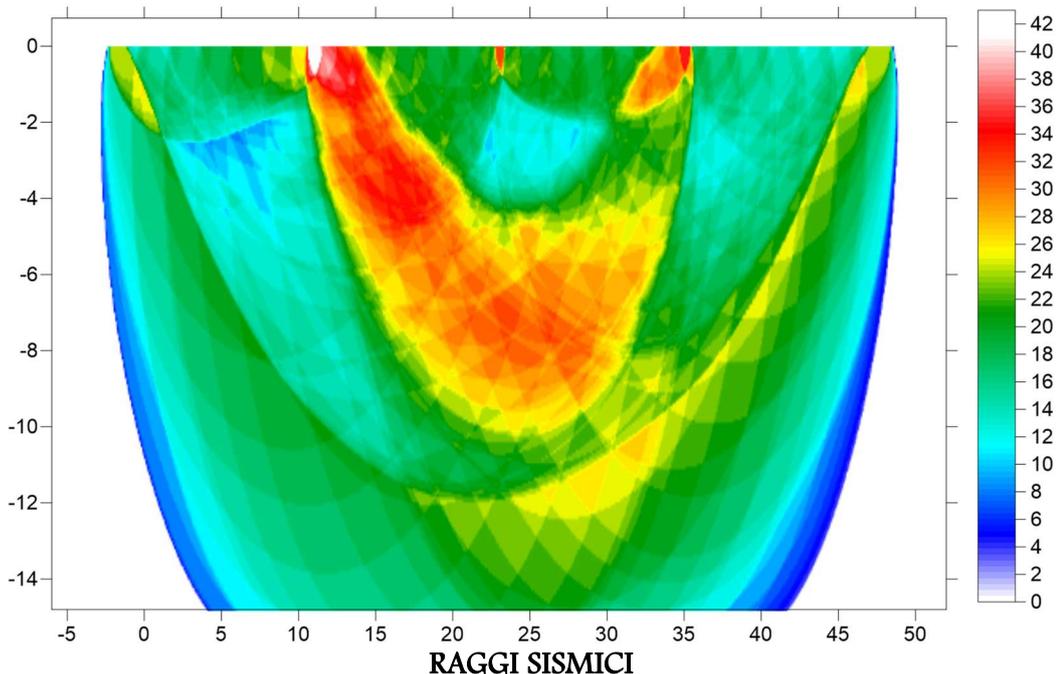
### Risultati prospezione sismica rifrazione

**Oggetto:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)

**Committente:** Tiemes s.r.l.

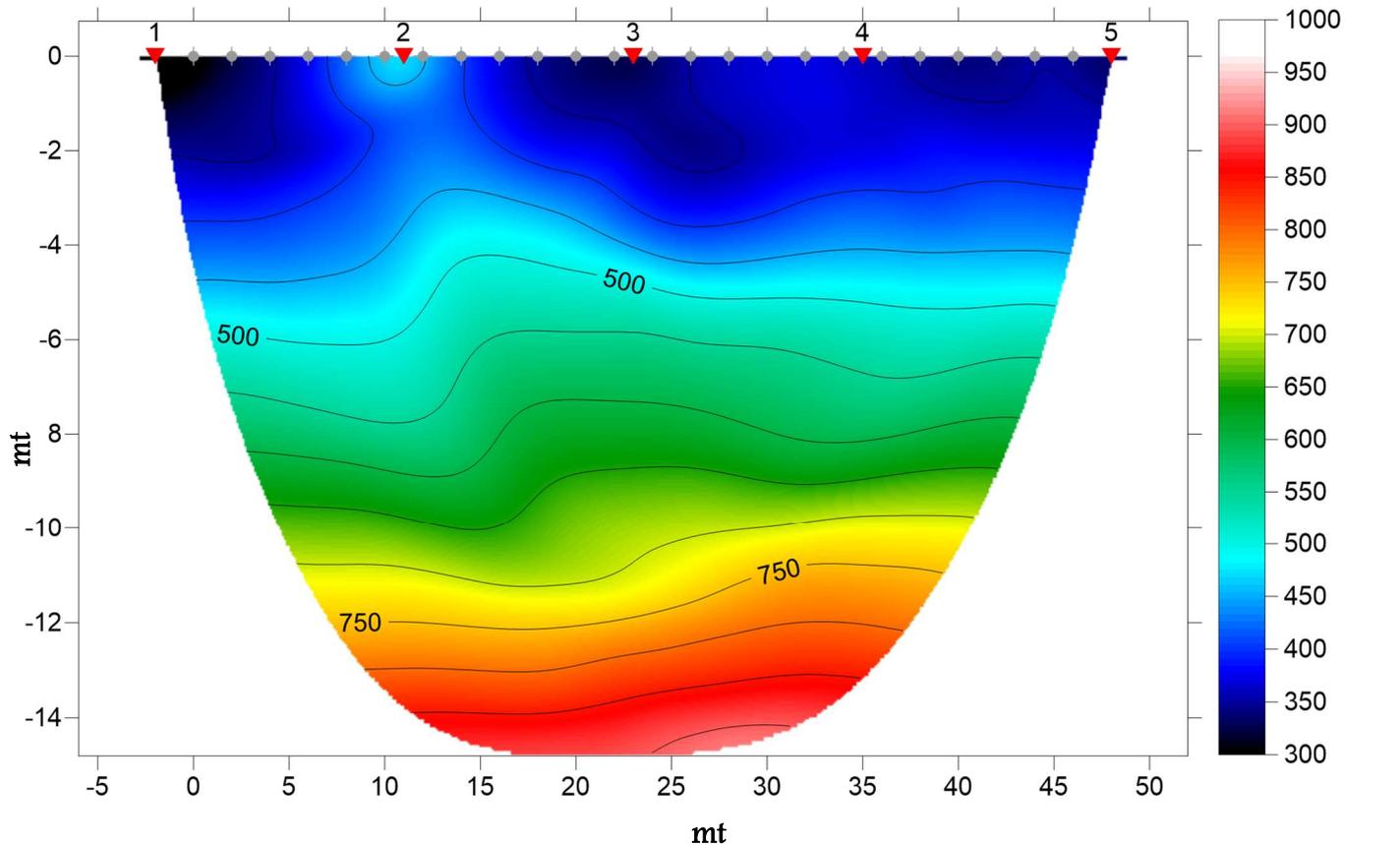
### RIFRAZIONE D05

1 RMS error 2.0%=0.89ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



A

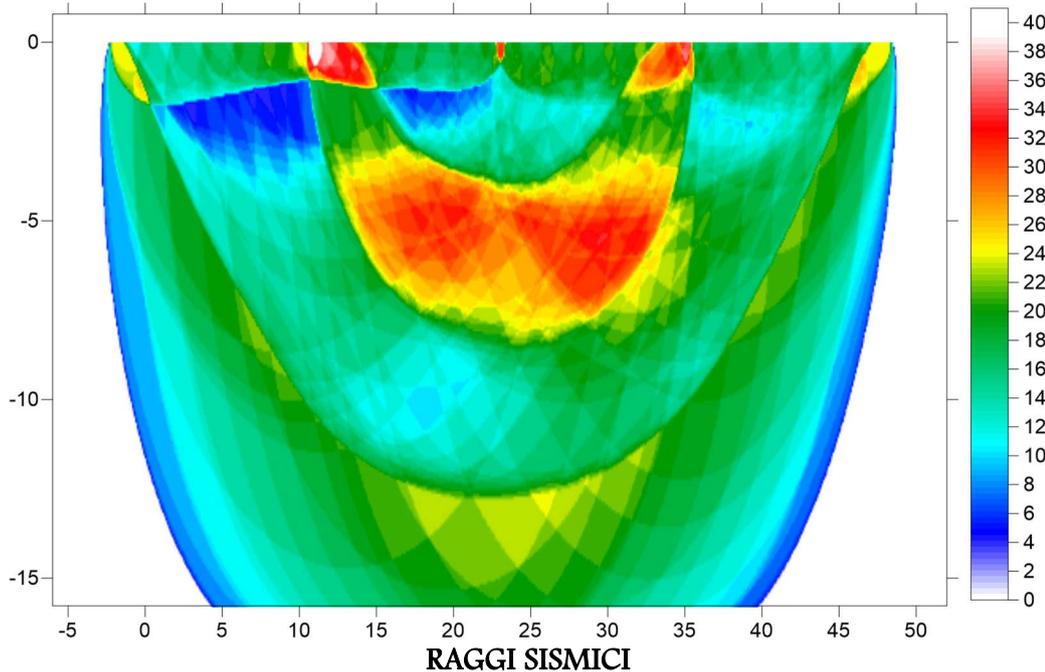
1 RMS error 2.0%=0.89ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D05

### RIFRAZIONE D07

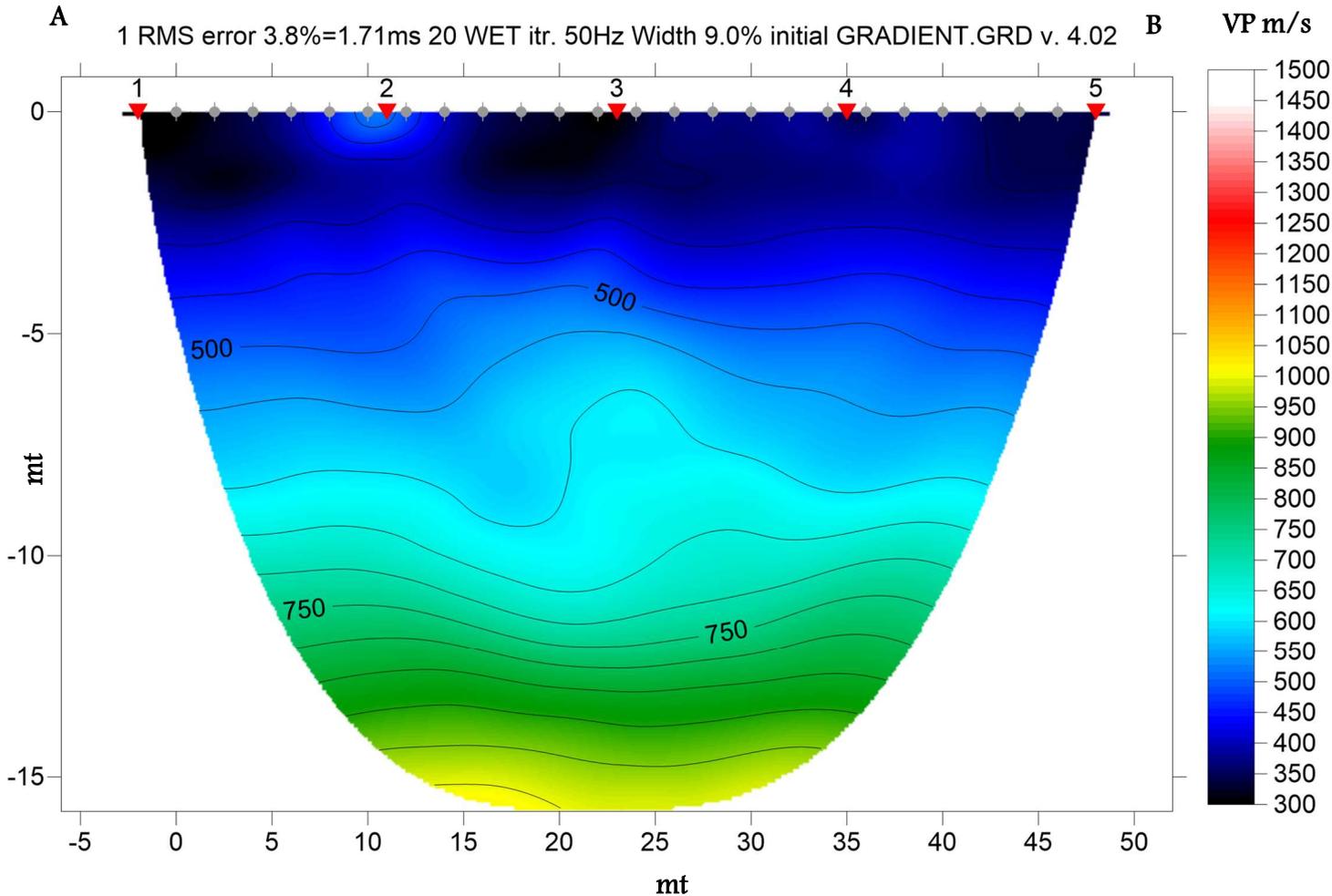
1 RMS error 3.8%=1.71ms 20 WET itr. 50Hz Width 9.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



A

1 RMS error 3.8%=1.71ms 20 WET itr. 50Hz Width 9.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

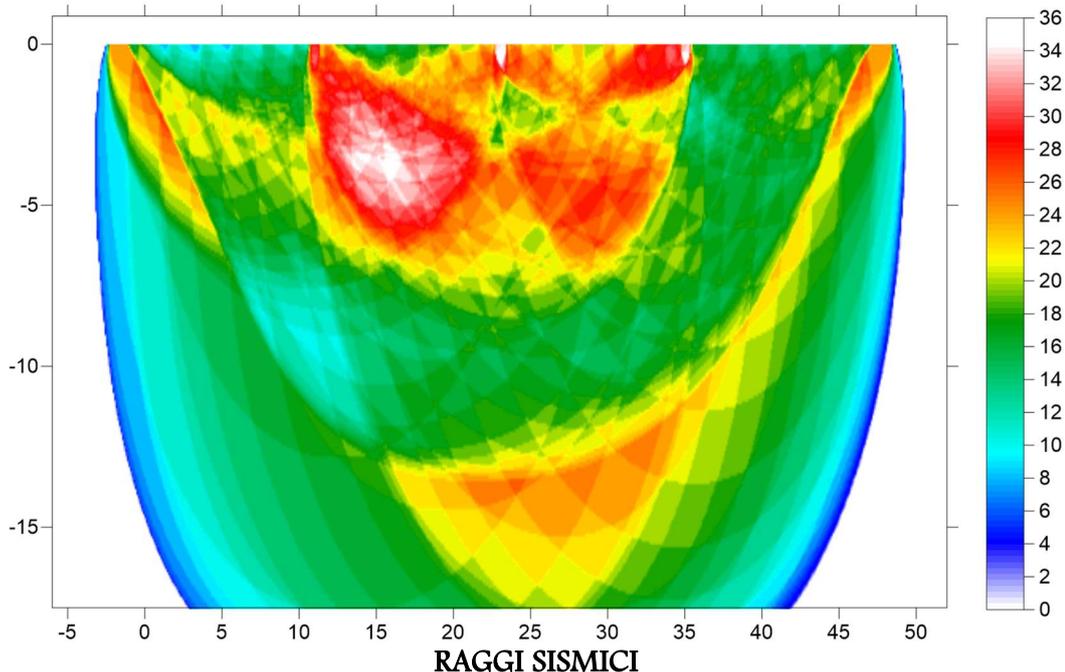
B



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D07

### RIFRAZIONE D08

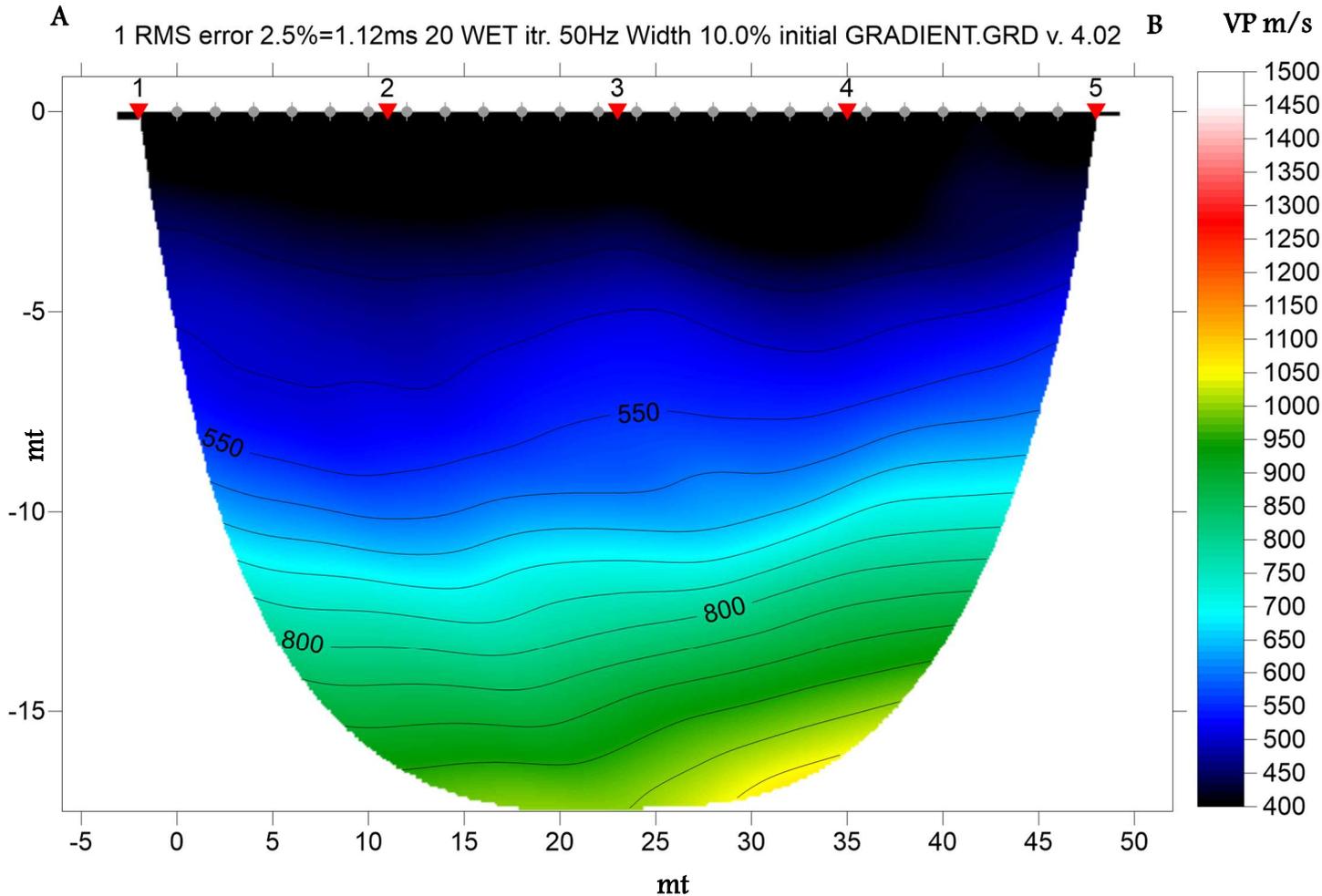
1 RMS error 2.5%=1.12ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



A

1 RMS error 2.5%=1.12ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

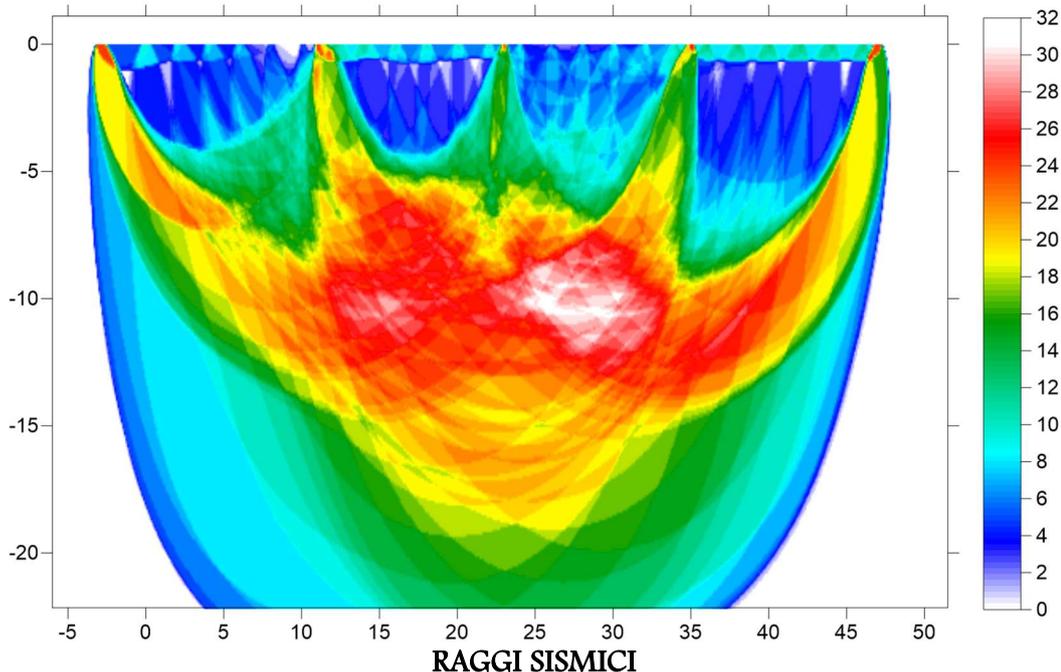
B



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D08

### RIFRAZIONE D09

1 RMS error 3.3%=1.07ms 20 WET itr. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

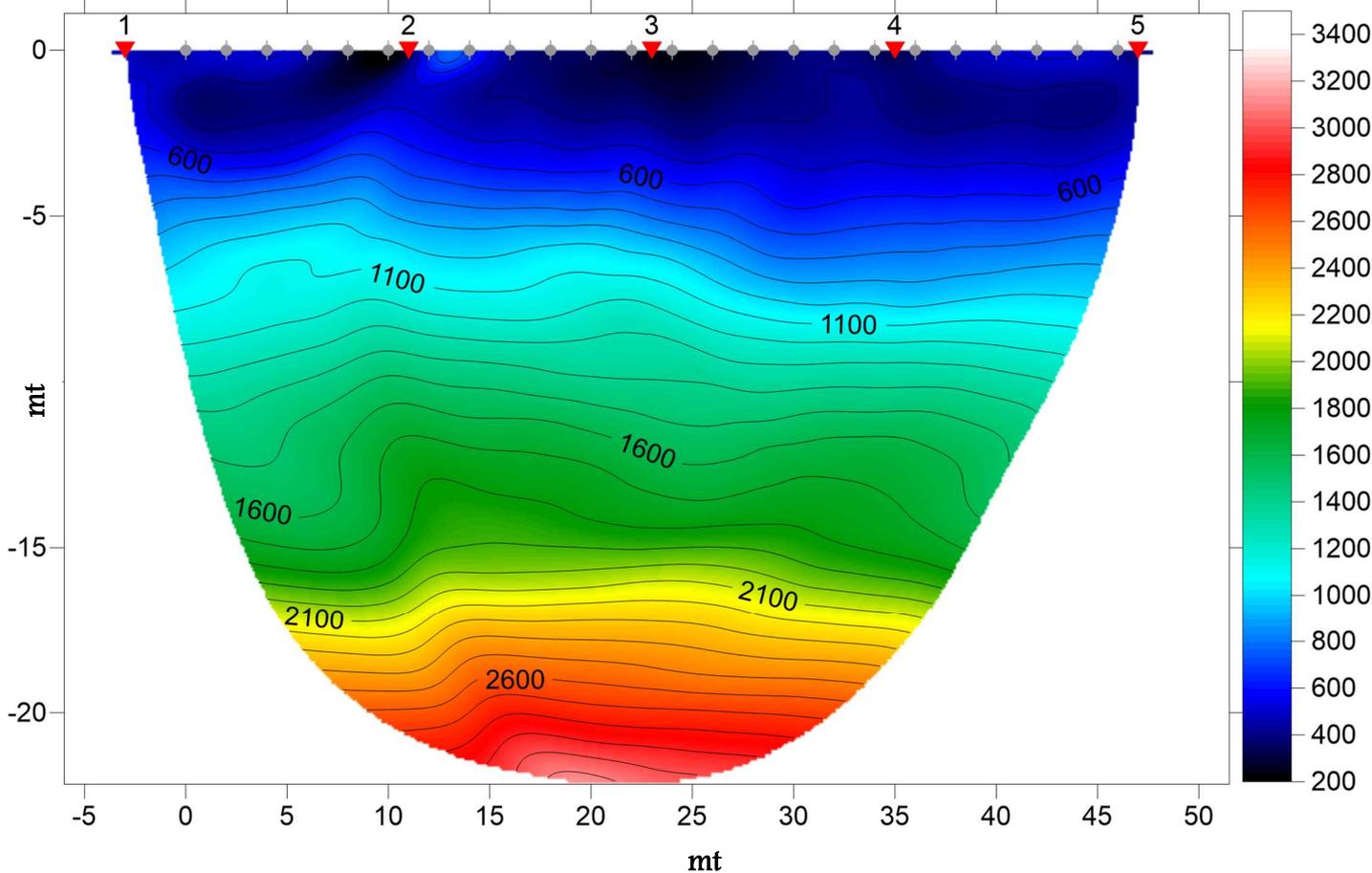


A

1 RMS error 3.3%=1.07ms 20 WET itr. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

B

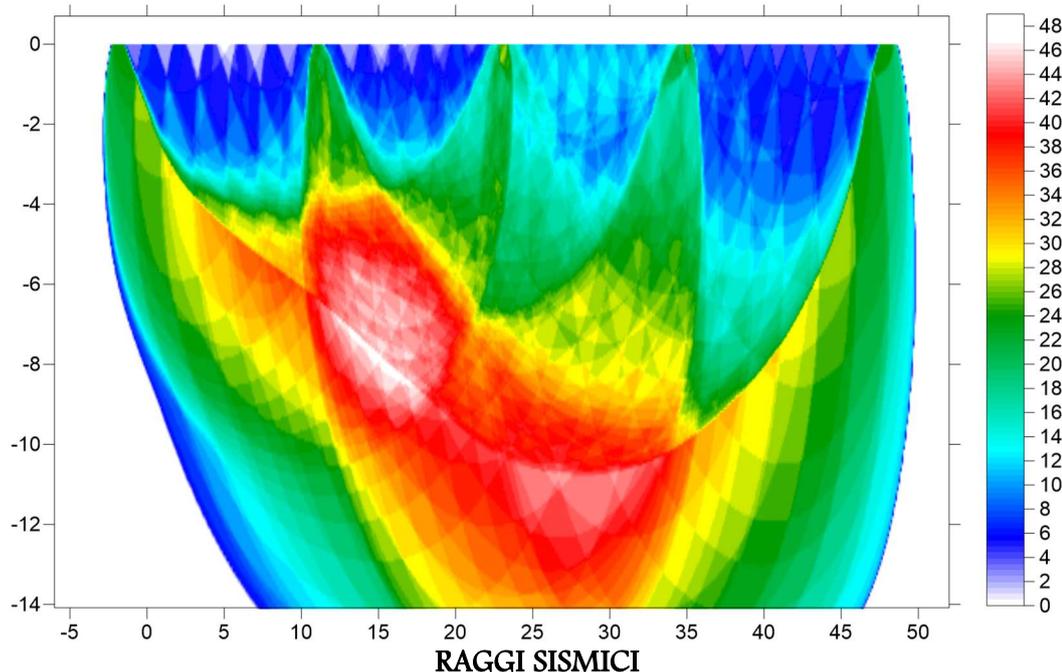
VP m/s



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D09

### RIFRAZIONE D10

1 RMS error 2.2%=0.69ms 20 WET itr. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

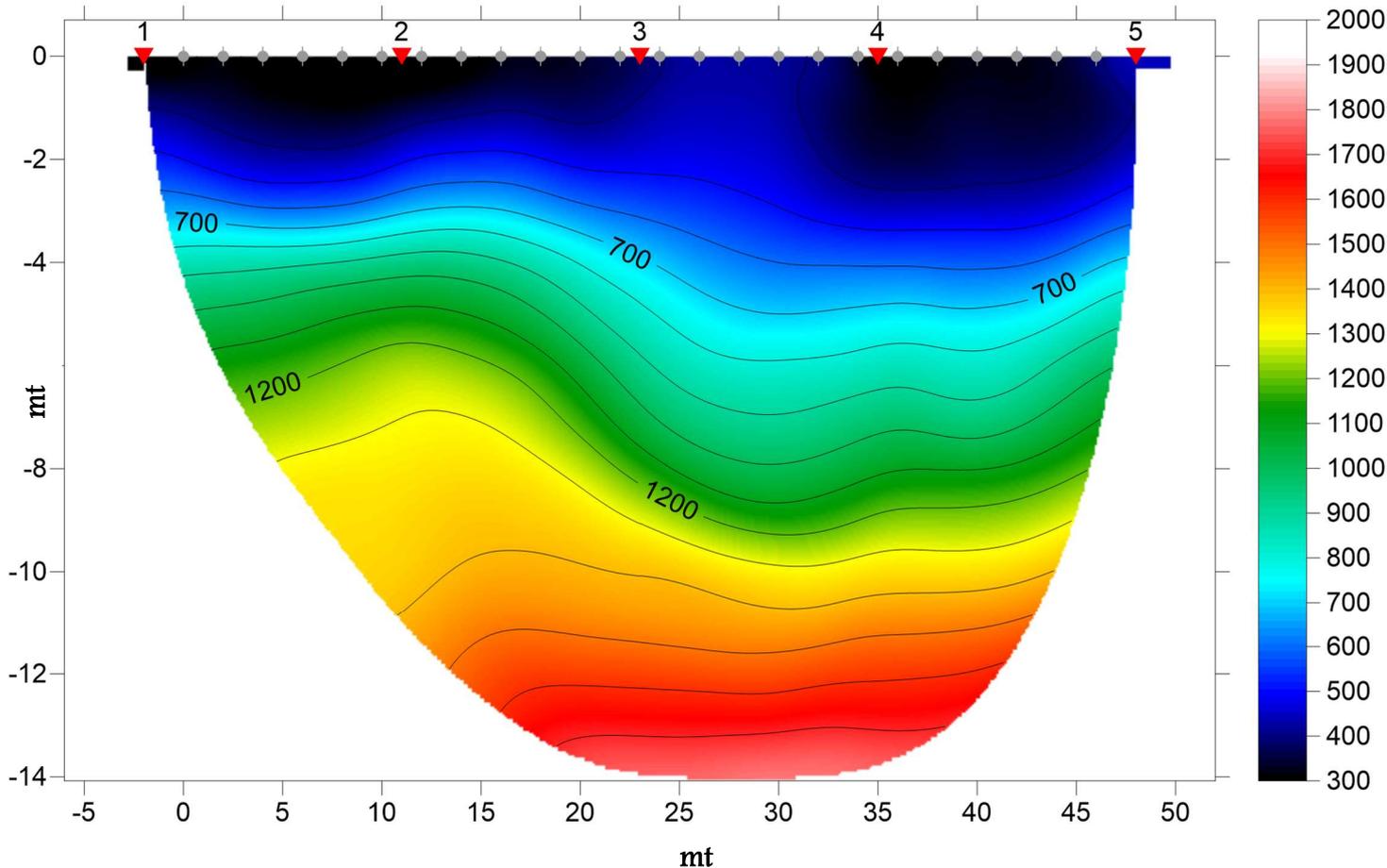


A

1 RMS error 2.2%=0.69ms 20 WET itr. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02

B

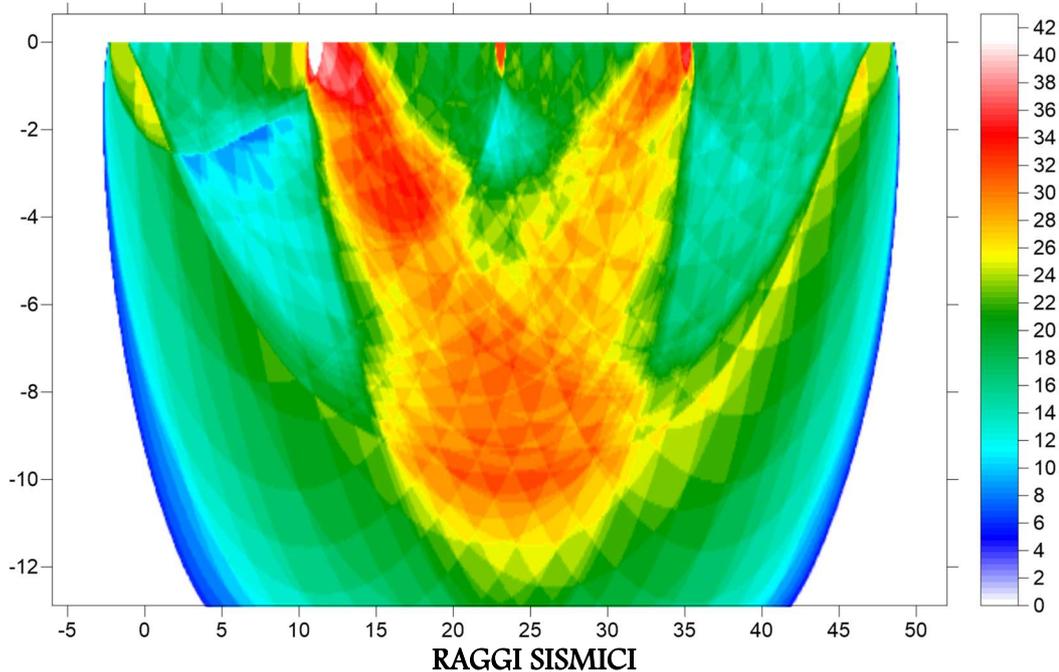
VP m/s



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D10

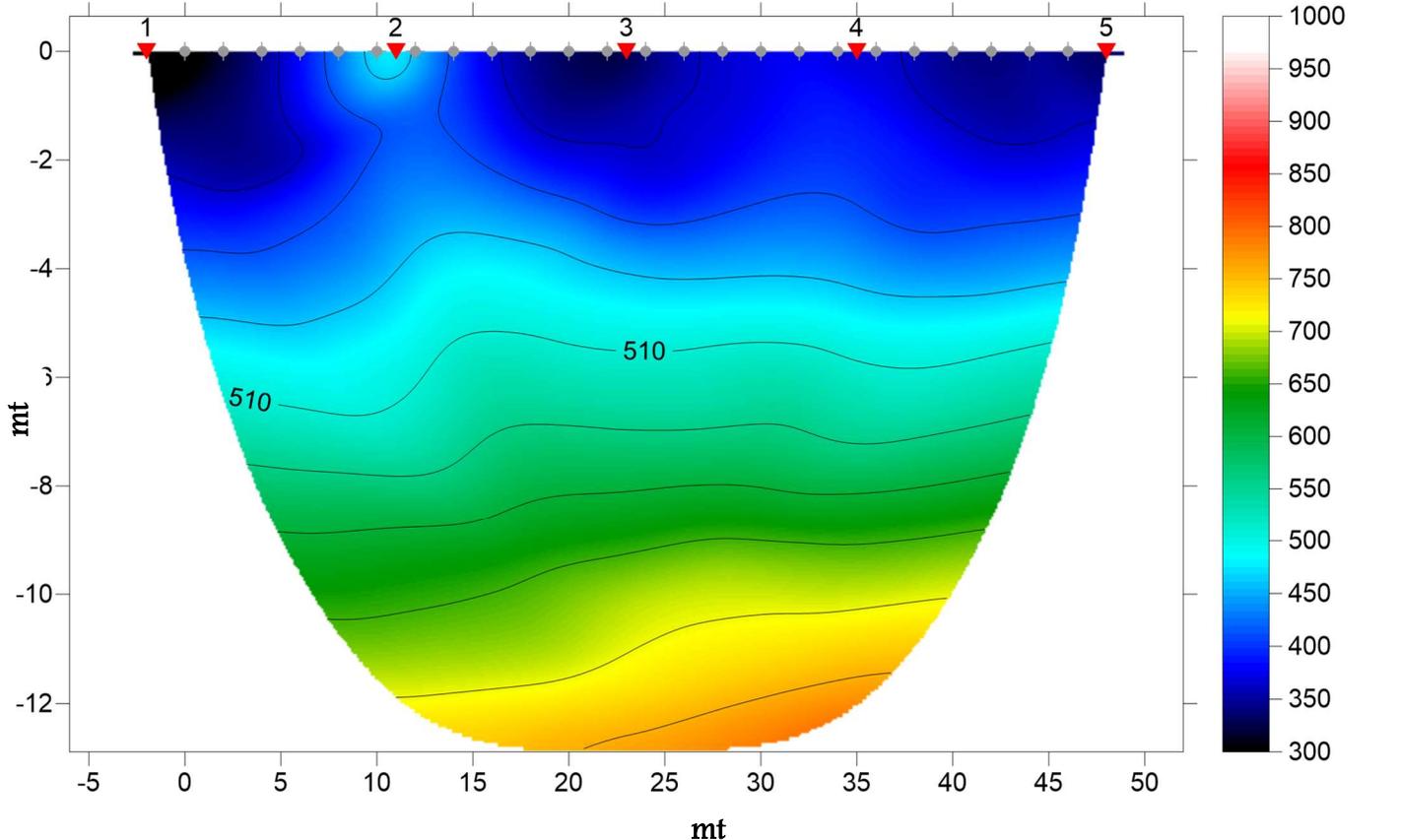
### RIFRAZIONE D12

1 RMS error 1.5%=0.70ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



A

1 RMS error 1.5%=0.70ms 20 WET itr. 50Hz Width 10.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.02



MODELLO SISMICO A RIFRAZIONE D12

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

## Allegato n.5

### Risultati prove penetrometriche dinamiche superpesanti

**Oggetto:** Progetto per la realizzazione di un parco eolico  
nel Comune di Scandale (KR)

**Committente:** Tiemes s.r.l.

## PROVA ... PD05

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

Prova eseguita in data 15-12-2022

Profondità prova 13.40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	1	0.843	8.20	9.72	0.41	0.49
1.00	1	0.840	7.55	8.99	0.38	0.45
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	3	0.830	22.37	26.97	1.12	1.35
1.80	3	0.826	22.29	26.97	1.11	1.35
2.00	4	0.823	27.54	33.45	1.38	1.67
2.20	4	0.820	27.44	33.45	1.37	1.67
2.40	5	0.817	34.17	41.82	1.71	2.09
2.60	5	0.814	34.05	41.82	1.70	2.09
2.80	6	0.811	40.72	50.18	2.04	2.51
3.00	6	0.809	37.94	46.91	1.90	2.35
3.20	6	0.806	37.81	46.91	1.89	2.35
3.40	6	0.803	37.69	46.91	1.88	2.35
3.60	6	0.801	37.57	46.91	1.88	2.35
3.80	7	0.798	43.70	54.73	2.18	2.74
4.00	6	0.796	35.06	44.04	1.75	2.20
4.20	7	0.794	40.78	51.38	2.04	2.57
4.40	6	0.791	34.86	44.04	1.74	2.20
4.60	6	0.789	34.76	44.04	1.74	2.20
4.80	7	0.787	40.44	51.38	2.02	2.57
5.00	7	0.785	38.01	48.42	1.90	2.42
5.20	7	0.783	37.91	48.42	1.90	2.42
5.40	7	0.781	37.82	48.42	1.89	2.42
5.60	9	0.779	48.50	62.25	2.43	3.11
5.80	9	0.777	48.39	62.25	2.42	3.11
6.00	9	0.775	45.65	58.86	2.28	2.94
6.20	9	0.774	45.54	58.86	2.28	2.94
6.40	9	0.772	45.44	58.86	2.27	2.94
6.60	11	0.770	55.42	71.94	2.77	3.60
6.80	11	0.769	55.31	71.94	2.77	3.60
7.00	11	0.767	52.34	68.22	2.62	3.41
7.20	11	0.766	52.24	68.22	2.61	3.41
7.40	10	0.764	47.39	62.02	2.37	3.10
7.60	11	0.763	52.03	68.22	2.60	3.41
7.80	10	0.761	47.22	62.02	2.36	3.10
8.00	10	0.760	44.82	58.97	2.24	2.95
8.20	10	0.759	44.74	58.97	2.24	2.95
8.40	11	0.757	49.12	64.87	2.46	3.24
8.60	10	0.756	44.58	58.97	2.23	2.95
8.80	11	0.755	48.96	64.87	2.45	3.24
9.00	12	0.753	50.83	67.45	2.54	3.37
9.20	12	0.752	50.74	67.45	2.54	3.37
9.40	12	0.751	50.67	67.45	2.53	3.37

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)						Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA						

9.60	12	0.750	50.59	67.45	2.53	3.37
9.80	12	0.749	50.51	67.45	2.53	3.37
10.00	13	0.698	48.70	69.81	2.44	3.49
10.20	13	0.697	48.63	69.81	2.43	3.49
10.40	14	0.696	52.29	75.18	2.61	3.76
10.60	14	0.694	52.21	75.18	2.61	3.76
10.80	14	0.693	52.13	75.18	2.61	3.76
11.00	15	0.692	53.38	77.10	2.67	3.85
11.20	15	0.691	53.30	77.10	2.66	3.85
11.40	18	0.690	63.86	92.51	3.19	4.63
11.60	20	0.689	70.85	102.79	3.54	5.14
11.80	16	0.688	56.60	82.23	2.83	4.11
12.00	15	0.687	50.80	73.93	2.54	3.70
12.20	19	0.686	64.26	93.64	3.21	4.68
12.40	20	0.685	67.54	98.57	3.38	4.93
12.60	19	0.684	64.07	93.64	3.20	4.68
12.80	19	0.683	63.97	93.64	3.20	4.68
13.00	19	0.682	61.35	89.95	3.07	4.50
13.20	19	0.681	61.26	89.95	3.06	4.50
13.40	20	0.680	64.39	94.68	3.22	4.73

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD05**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.2	2.27	20.24	Incoerente	0	1.47	1.88	0.16	1.5	3.41	strato 1
6.4	6.9	50.35	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.74	1.5	10.38	strato 2
13.4	13.97	75.47	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.12	1.89	1.5	21.01	strato 3

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	Terzaghi-Peck	0.70
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	Terzaghi-Peck	1.42

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	Robertson (1983)	15.57
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	Robertson (1983)	31.52

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	107.66
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	216.08

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	D'Appollonia ed altri 1983	103.80
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	D'Appollonia ed altri 1983	210.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	Meyerhof	1.98
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	Meyerhof	2.10

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	Meyerhof	2.18
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	Meyerhof	2.12

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Meyerhof (1957)	41.78
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Meyerhof (1957)	56.4
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Meyerhof (1957)	59.81

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Meyerhof (1965)	25.57
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Meyerhof (1965)	28.97
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Meyerhof (1965)	33.03

##### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Bowles (1982)	28.23
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Bowles (1982)	49.14
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Bowles (1982)	81.03

##### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Begemann (1974)	34.47
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Begemann (1974)	48.79
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Begemann (1974)	70.62

##### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Classificazione A.G.I. (1977)	SCIOLTO
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Argille grigio-azzurre	21.01	6.40-13.40	21.01	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

strato 3					
----------	--	--	--	--	--

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Meyerhof 1951	1.47
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Meyerhof 1951	1.74
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Meyerhof 1951	2.01

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Terzaghi	1.88
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Terzaghi	1.92
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Terzaghi	1.99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	A.G.I.	0.35
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	A.G.I.	0.33
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	A.G.I.	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Ohsaki & Iwasaki	300.27
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Ohsaki & Iwasaki	699.73
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Ohsaki & Iwasaki	1195.81

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Navfac (1971-1982)	0.61
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Navfac (1971-1982)	2.18

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>				

Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Navfac (1971-1982)	4.22
---------------------------------	-------	------------	-------	--------------------	------

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	3.41	0.00-2.20	3.41	Robertson (1983)	10.23
Argille grigie strato 2	10.38	2.20-6.40	10.38	Robertson (1983)	31.14
Argille grigio-azzurre strato 3	21.01	6.40-13.40	21.01	Robertson (1983)	63.03

## PROVA ... PD07

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

Prova eseguita in data 15-12-2022

Profondità prova 13.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	5	0.836	37.59	44.95	1.88	2.25
1.40	5	0.833	37.44	44.95	1.87	2.25
1.60	5	0.830	37.29	44.95	1.86	2.25
1.80	7	0.826	52.00	62.93	2.60	3.15
2.00	12	0.823	82.61	100.36	4.13	5.02
2.20	12	0.820	82.31	100.36	4.12	5.02
2.40	12	0.817	82.01	100.36	4.10	5.02
2.60	10	0.814	68.10	83.63	3.40	4.18
2.80	11	0.811	74.65	92.00	3.73	4.60
3.00	10	0.809	63.23	78.18	3.16	3.91
3.20	9	0.806	56.72	70.37	2.84	3.52
3.40	8	0.803	50.25	62.55	2.51	3.13
3.60	10	0.801	62.62	78.18	3.13	3.91
3.80	10	0.798	62.42	78.18	3.12	3.91
4.00	11	0.796	64.27	80.74	3.21	4.04
4.20	12	0.794	69.91	88.08	3.50	4.40
4.40	12	0.791	69.71	88.08	3.49	4.40
4.60	13	0.739	70.54	95.42	3.53	4.77
4.80	13	0.737	70.34	95.42	3.52	4.77
5.00	13	0.735	66.10	89.92	3.30	4.50
5.20	10	0.783	54.16	69.17	2.71	3.46
5.40	5	0.781	27.01	34.59	1.35	1.73
5.60	7	0.779	37.73	48.42	1.89	2.42
5.80	7	0.777	37.64	48.42	1.88	2.42
6.00	5	0.775	25.36	32.70	1.27	1.64
6.20	6	0.774	30.36	39.24	1.52	1.96
6.40	5	0.772	25.25	32.70	1.26	1.64
6.60	5	0.770	25.19	32.70	1.26	1.64
6.80	6	0.769	30.17	39.24	1.51	1.96
7.00	5	0.767	23.79	31.01	1.19	1.55
7.20	5	0.766	23.74	31.01	1.19	1.55
7.40	8	0.764	37.92	49.62	1.90	2.48
7.60	8	0.763	37.84	49.62	1.89	2.48
7.80	8	0.761	37.77	49.62	1.89	2.48
8.00	8	0.760	35.85	47.18	1.79	2.36
8.20	8	0.759	35.79	47.18	1.79	2.36
8.40	8	0.757	35.73	47.18	1.79	2.36
8.60	9	0.756	40.12	53.08	2.01	2.65
8.80	10	0.755	44.51	58.97	2.23	2.95
9.00	13	0.703	51.41	73.08	2.57	3.65
9.20	13	0.702	51.32	73.08	2.57	3.65

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)						Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA						

9.40	11	0.751	46.44	61.83	2.32	3.09
9.60	13	0.700	51.15	73.08	2.56	3.65
9.80	12	0.749	50.51	67.45	2.53	3.37
10.00	15	0.698	56.20	80.54	2.81	4.03
10.20	12	0.747	48.11	64.44	2.41	3.22
10.40	9	0.746	36.03	48.33	1.80	2.42
10.60	8	0.744	31.98	42.96	1.60	2.15
10.80	8	0.743	31.93	42.96	1.60	2.15
11.00	9	0.742	34.34	46.26	1.72	2.31
11.20	9	0.741	34.29	46.26	1.71	2.31
11.40	9	0.740	34.24	46.26	1.71	2.31
11.60	10	0.739	37.99	51.40	1.90	2.57
11.80	10	0.738	37.94	51.40	1.90	2.57
12.00	11	0.737	39.97	54.21	2.00	2.71
12.20	11	0.736	39.91	54.21	2.00	2.71
12.40	12	0.735	43.48	59.14	2.17	2.96
12.60	13	0.684	43.83	64.07	2.19	3.20
12.80	18	0.683	60.60	88.71	3.03	4.44
13.00	20	0.682	64.58	94.68	3.23	4.73

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD07

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	3.67	33.61	Incoerente	0	1.56	1.89	0.14	1.5	5.52	Argilla-limosa
5.2	11.06	85.35	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.63	1.5	16.63	sabbie limose
7.2	5.6	37	Incoerente - coesivo	0	1.92	2.11	1.18	1.5	8.42	argille grigie
13	10.79	58.17	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	1.98	1.5	16.23	argille grigio-azzurre

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	Terzaghi-Peck	1.12
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	Terzaghi-Peck	0.57
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	Terzaghi-Peck	1.10

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	Robertson (1983)	24.95
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	Robertson (1983)	12.63
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	Robertson (1983)	24.35

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	171.41
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	87.67
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	167.33

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	D'Appollonia ed altri 1983	166.30
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	D'Appollonia ed altri 1983	84.20
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	D'Appollonia ed altri 1983	162.30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	Meyerhof	2.08
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	Meyerhof	1.92
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	Meyerhof	2.08

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	Meyerhof	2.29
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	Meyerhof	2.11
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	Meyerhof	2.29

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI INCOERENTI

#### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Meyerhof (1957)	53.82
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Meyerhof (1957)	74.13
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Meyerhof (1957)	44.44
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Meyerhof (1957)	51.72

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Meyerhof (1965)	26.66
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Meyerhof (1965)	31.52
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Meyerhof (1965)	28.07
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Meyerhof (1965)	31.37

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Bowles (1982)	34.56
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Bowles (1982)	67.89
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Bowles (1982)	43.26
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Bowles (1982)	66.69

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Begemann (1974)	38.80
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Begemann (1974)	61.62
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Begemann (1974)	44.76
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Begemann (1974)	60.80

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.42
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.56
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.46
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.55

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	A.G.I.	0.34
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	A.G.I.	0.32
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	A.G.I.	0.34
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	A.G.I.	0.32

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)			Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA			

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Ohsaki & Iwasaki	433.00
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Ohsaki & Iwasaki	1001.14
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Ohsaki & Iwasaki	596.84
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Ohsaki & Iwasaki	982.79

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Navfac (1971-1982)	1.11
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Navfac (1971-1982)	3.44
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Navfac (1971-1982)	1.76
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Navfac (1971-1982)	3.36

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5.52	0.00-1.80	5.52	Robertson (1983)	11.04
Strato (2) sabbie limose	16.63	1.80-5.20	16.63	Robertson (1983)	33.26
Strato (3) argille grigie	8.42	5.20-7.20	8.42	Robertson (1983)	16.84
Strato (4) argille grigio-azzurre	16.23	7.20-13.00	16.23	Robertson (1983)	32.46

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

**PROVA ... PD08**

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

Prova eseguita in data 15-12-2022

Profondità prova 12.40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	1	0.843	8.20	9.72	0.41	0.49
1.00	1	0.840	7.55	8.99	0.38	0.45
1.20	2	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.40	4	0.833	29.95	35.96	1.50	1.80
1.60	4	0.830	29.83	35.96	1.49	1.80
1.80	4	0.826	29.71	35.96	1.49	1.80
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	10	0.820	68.59	83.63	3.43	4.18
2.40	10	0.817	68.34	83.63	3.42	4.18
2.60	9	0.814	61.29	75.27	3.06	3.76
2.80	8	0.811	54.29	66.91	2.71	3.35
3.00	9	0.809	56.90	70.37	2.85	3.52
3.20	9	0.806	56.72	70.37	2.84	3.52
3.40	7	0.803	43.97	54.73	2.20	2.74
3.60	9	0.801	56.35	70.37	2.82	3.52
3.80	9	0.798	56.18	70.37	2.81	3.52
4.00	10	0.796	58.43	73.40	2.92	3.67
4.20	10	0.794	58.26	73.40	2.91	3.67
4.40	10	0.791	58.09	73.40	2.90	3.67
4.60	11	0.789	63.73	80.74	3.19	4.04
4.80	11	0.787	63.55	80.74	3.18	4.04
5.00	11	0.785	59.73	76.09	2.99	3.80
5.20	9	0.783	48.75	62.25	2.44	3.11
5.40	5	0.781	27.01	34.59	1.35	1.73
5.60	6	0.779	32.34	41.50	1.62	2.08
5.80	6	0.777	32.26	41.50	1.61	2.08
6.00	6	0.775	30.43	39.24	1.52	1.96
6.20	6	0.774	30.36	39.24	1.52	1.96
6.40	4	0.772	20.20	26.16	1.01	1.31
6.60	5	0.770	25.19	32.70	1.26	1.64
6.80	5	0.769	25.14	32.70	1.26	1.64
7.00	5	0.767	23.79	31.01	1.19	1.55
7.20	5	0.766	23.74	31.01	1.19	1.55
7.40	7	0.764	33.18	43.42	1.66	2.17
7.60	7	0.763	33.11	43.42	1.66	2.17
7.80	7	0.761	33.05	43.42	1.65	2.17
8.00	8	0.760	35.85	47.18	1.79	2.36
8.20	8	0.759	35.79	47.18	1.79	2.36
8.40	9	0.757	40.19	53.08	2.01	2.65
8.60	9	0.756	40.12	53.08	2.01	2.65
8.80	10	0.755	44.51	58.97	2.23	2.95
9.00	12	0.753	50.83	67.45	2.54	3.37
9.20	12	0.752	50.74	67.45	2.54	3.37

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)						Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA						

9.40	10	0.751	42.22	56.21	2.11	2.81
9.60	12	0.750	50.59	67.45	2.53	3.37
9.80	13	0.699	51.07	73.08	2.55	3.65
10.00	13	0.698	48.70	69.81	2.44	3.49
10.20	12	0.747	48.11	64.44	2.41	3.22
10.40	9	0.746	36.03	48.33	1.80	2.42
10.60	9	0.744	35.98	48.33	1.80	2.42
10.80	9	0.743	35.93	48.33	1.80	2.42
11.00	10	0.742	38.15	51.40	1.91	2.57
11.20	11	0.741	41.91	56.54	2.10	2.83
11.40	11	0.740	41.85	56.54	2.09	2.83
11.60	11	0.739	41.79	56.54	2.09	2.83
11.80	12	0.738	45.53	61.68	2.28	3.08
12.00	13	0.687	44.03	64.07	2.20	3.20
12.20	13	0.686	43.97	64.07	2.20	3.20
12.40	13	0.685	43.90	64.07	2.20	3.20

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2	2.4	21.56	Incoerente	0	1.48	1.88	0.15	1.5	3.61	copertura pedogenetica
5.2	9.5	72.86	Incoerente - coesivo	0	2.06	2.27	0.63	1.5	14.29	sabbie limose
7.2	5.3	34.97	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	1.15	1.5	7.97	argille grigie
12.4	10.38	56.75	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	1.87	1.5	15.61	argille grigio-azzurre

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	Terzaghi-Peck	0.97
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	Terzaghi-Peck	0.50
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	Terzaghi-Peck	1.05

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	Robertson (1983)	21.44
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	Robertson (1983)	11.96
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	Robertson (1983)	23.42

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	147.54
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	83.08
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	161.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	D'Appollonia ed altri 1983	142.90
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	D'Appollonia ed altri 1983	79.70
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	D'Appollonia ed altri 1983	156.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	Meyerhof	2.06
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	Meyerhof	1.90
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	Meyerhof	2.07

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	Meyerhof	2.27
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	Meyerhof	1.91
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	Meyerhof	2.28

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Meyerhof (1957)	43.33
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Meyerhof (1957)	68.95
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Meyerhof (1957)	43.64
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Meyerhof (1957)	51.72

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Meyerhof (1965)	25.68
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Meyerhof (1965)	30.62
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Meyerhof (1965)	27.86
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Meyerhof (1965)	31.14

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Bowles (1982)	59.55
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Bowles (1982)	93.73
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Bowles (1982)	73.50
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Bowles (1982)	97.95

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Begemann (1974)	34.88
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Begemann (1974)	56.82
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Begemann (1974)	43.84
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Begemann (1974)	59.53

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Classificazione A.G.I. (1977)	SCIOLTO
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Meyerhof 1951	1.48
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Meyerhof 1951	1.86
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Meyerhof 1951	1.66
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Meyerhof 1951	1.90

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Terzaghi	1.88
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Terzaghi	1.94
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Terzaghi	1.91
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Terzaghi	1.95

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	A.G.I.	0.35
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	A.G.I.	0.33
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	A.G.I.	0.34
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	A.G.I.	0.32

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Ohsaki & Iwasaki	313.56
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Ohsaki & Iwasaki	892.16
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Ohsaki & Iwasaki	572.43
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Ohsaki & Iwasaki	954.12

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Navfac (1971-1982)	0.66
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Navfac (1971-1982)	2.99
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Navfac (1971-1982)	1.66
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Navfac (1971-1982)	3.24

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) copertura pedogenetica	3.61	0.00-2.00	3.61	Robertson (1983)	7.22
Strato (2) sabbie limose	14.29	2.00-5.20	14.29	Robertson (1983)	28.58
Strato (3) argille grigie	7.97	5.20-7.20	7.97	Robertson (1983)	15.94
Strato (4) argille grigio-azzurre	15.61	7.20-12.40	15.61	Robertson (1983)	31.22

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

PROVA ... PD09

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 15-12-2022  
 Profondita' prova 2.80 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	4	0.847	32.92	38.87	1.65	1.94
0.80	5	0.843	40.98	48.59	2.05	2.43
1.00	6	0.840	45.30	53.94	2.26	2.70
1.20	7	0.836	52.63	62.93	2.63	3.15
1.40	8	0.833	59.90	71.92	2.99	3.60
1.60	9	0.830	67.12	80.91	3.36	4.05
1.80	9	0.826	66.86	80.91	3.34	4.05
2.00	20	0.773	129.33	167.27	6.47	8.36
2.20	24	0.720	144.54	200.72	7.23	10.04
2.40	25	0.717	149.94	209.08	7.50	10.45
2.60	33	0.664	183.33	275.99	9.17	13.80
2.80	55	0.611	281.24	459.98	14.06	23.00

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD09

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	5.67	51.91	Incoerente	0	1.68	1.91	0.15	1.5	8.53	strato 1
2.8	31.4	262.61	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.43	1.5	47.23	strato 2

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	Terzaghi-Peck	3.19

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	Robertson (1983)	70.85

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	483.51

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	D'Appollonia ed altri 1983	472.30

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	Meyerhof	2.50

#### Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	Meyerhof	2.50

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Meyerhof (1957)	66.48
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Meyerhof (1957)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Meyerhof (1965)	28.13
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Meyerhof (1965)	37.24

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Bowles (1982)	43.59
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Bowles (1982)	159.69

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Begemann (1974)	44.99
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Begemann (1974)	124.48

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Classificazione A.G.I. (1977)	ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.46
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.84

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Terzaghi	1.91
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Terzaghi	2.15

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	A.G.I.	0.34
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	A.G.I.	0.26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Ohsaki & Iwasaki	602.75

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Ohsaki & Iwasaki	2213.21
---	-------	-----------	-------	------------------	---------

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Navfac (1971-1982)	1.78
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Navfac (1971-1982)	7.80

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.53	0.00-1.80	8.53	Robertson (1983)	25.59
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.80-2.80	47.23	Robertson (1983)	141.69

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

PROVA ... PD10

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

Prova eseguita in data 15-12-2022

Profondita' prova 2.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	4	0.847	32.92	38.87	1.65	1.94
0.80	5	0.843	40.98	48.59	2.05	2.43
1.00	7	0.840	52.84	62.93	2.64	3.15
1.20	8	0.836	60.14	71.92	3.01	3.60
1.40	9	0.833	67.39	80.91	3.37	4.05
1.60	10	0.830	74.58	89.90	3.73	4.49
1.80	20	0.776	139.58	179.80	6.98	8.99
2.00	24	0.723	145.16	200.72	7.26	10.04
2.20	25	0.720	150.57	209.08	7.53	10.45
2.40	33	0.667	184.13	275.99	9.21	13.80
2.60	55	0.614	282.54	459.98	14.13	23.00

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD10

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspst	NSPT	Descrizione
1.6	5.75	52.78	Incoerente	0	1.68	1.91	0.13	1.5	8.65	strato 1
2.6	31.4	265.12	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.39	1.5	47.23	strato 2

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	Terzaghi-Peck	3.19

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	Robertson (1983)	70.85

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	Buisman-Sanglerat	354.23

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	D'Appollonia ed altri 1983	472.30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	Meyerhof	2.50

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	Meyerhof	2.50

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Meyerhof (1957)	67.61
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Meyerhof (1957)	100

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Meyerhof (1965)	28.18
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Meyerhof (1965)	37.24

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Bowles (1982)	43.95
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Bowles (1982)	159.69

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Begemann (1974)	45.23
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Begemann (1974)	124.48

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Copertura pedogenetica	8.65	0.00-1.60	8.65	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

strato 1					
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Classificazione A.G.I. (1977)	ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.46
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.84

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Terzaghi	1.91
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Terzaghi	2.15

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	A.G.I.	0.34
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	A.G.I.	0.26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Ohsaki & Iwasaki	609.19
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea	47.23	1.60-2.60	47.23	Ohsaki & Iwasaki	2213.21

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

strato 2					
----------	--	--	--	--	--

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Navfac (1971-1982)	1.81
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Navfac (1971-1982)	7.80

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Copertura pedogenetica strato 1	8.65	0.00-1.60	8.65	Robertson (1983)	25.95
Sabbie variamente cementate a consistenza arenacea strato 2	47.23	1.60-2.60	47.23	Robertson (1983)	141.69

## PROVA ... PD12

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

Prova eseguita in data 15-12-2022

Profondità prova 15.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	8	0.855	66.44	77.74	3.32	3.89
0.40	9	0.851	74.41	87.46	3.72	4.37
0.60	10	0.847	82.31	97.18	4.12	4.86
0.80	10	0.843	81.95	97.18	4.10	4.86
1.00	10	0.840	75.49	89.90	3.77	4.49
1.20	10	0.836	75.18	89.90	3.76	4.49
1.40	9	0.833	67.39	80.91	3.37	4.05
1.60	9	0.830	67.12	80.91	3.36	4.05
1.80	9	0.826	66.86	80.91	3.34	4.05
2.00	8	0.823	55.08	66.91	2.75	3.35
2.20	9	0.820	61.73	75.27	3.09	3.76
2.40	9	0.817	61.51	75.27	3.08	3.76
2.60	9	0.814	61.29	75.27	3.06	3.76
2.80	10	0.811	67.86	83.63	3.39	4.18
3.00	10	0.809	63.23	78.18	3.16	3.91
3.20	10	0.806	63.02	78.18	3.15	3.91
3.40	10	0.803	62.81	78.18	3.14	3.91
3.60	11	0.801	68.88	86.00	3.44	4.30
3.80	10	0.798	62.42	78.18	3.12	3.91
4.00	9	0.796	52.59	66.06	2.63	3.30
4.20	8	0.794	46.61	58.72	2.33	2.94
4.40	10	0.791	58.09	73.40	2.90	3.67
4.60	10	0.789	57.93	73.40	2.90	3.67
4.80	10	0.787	57.78	73.40	2.89	3.67
5.00	11	0.785	59.73	76.09	2.99	3.80
5.20	11	0.783	59.58	76.09	2.98	3.80
5.40	11	0.781	59.43	76.09	2.97	3.80
5.60	13	0.729	65.57	89.92	3.28	4.50
5.80	13	0.727	65.40	89.92	3.27	4.50
6.00	13	0.725	61.68	85.02	3.08	4.25
6.20	13	0.724	61.53	85.02	3.08	4.25
6.40	10	0.772	50.49	65.40	2.52	3.27
6.60	12	0.770	60.46	78.48	3.02	3.92
6.80	12	0.769	60.33	78.48	3.02	3.92
7.00	12	0.767	57.10	74.43	2.85	3.72
7.20	14	0.716	62.14	86.83	3.11	4.34
7.40	13	0.714	57.58	80.63	2.88	4.03
7.60	12	0.763	56.77	74.43	2.84	3.72
7.80	13	0.711	57.35	80.63	2.87	4.03
8.00	13	0.710	54.43	76.67	2.72	3.83
8.20	13	0.709	54.32	76.67	2.72	3.83
8.40	16	0.707	66.74	94.36	3.34	4.72
8.60	17	0.706	70.78	100.26	3.54	5.01
8.80	15	0.705	62.34	88.46	3.12	4.42
9.00	14	0.703	55.36	78.70	2.77	3.93
9.20	14	0.702	55.27	78.70	2.76	3.93
9.40	15	0.701	59.12	84.32	2.96	4.22



Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)						Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA						

9.60	15	0.700	59.02	84.32	2.95	4.22
9.80	15	0.699	58.92	84.32	2.95	4.22
10.00	15	0.698	56.20	80.54	2.81	4.03
10.20	15	0.697	56.11	80.54	2.81	4.03
10.40	15	0.696	56.02	80.54	2.80	4.03
10.60	15	0.694	55.93	80.54	2.80	4.03
10.80	14	0.693	52.13	75.18	2.61	3.76
11.00	14	0.692	49.82	71.96	2.49	3.60
11.20	14	0.691	49.74	71.96	2.49	3.60
11.40	15	0.690	53.22	77.10	2.66	3.85
11.60	15	0.689	53.14	77.10	2.66	3.85
11.80	15	0.688	53.06	77.10	2.65	3.85
12.00	16	0.687	54.19	78.86	2.71	3.94
12.20	15	0.686	50.73	73.93	2.54	3.70
12.40	16	0.685	54.03	78.86	2.70	3.94
12.60	17	0.684	57.32	83.79	2.87	4.19
12.80	16	0.683	53.87	78.86	2.69	3.94
13.00	16	0.682	51.67	75.75	2.58	3.79
13.20	16	0.681	51.59	75.75	2.58	3.79
13.40	16	0.680	51.51	75.75	2.58	3.79
13.60	16	0.679	51.43	75.75	2.57	3.79
13.80	16	0.678	51.35	75.75	2.57	3.79
14.00	17	0.677	52.40	77.43	2.62	3.87
14.20	18	0.676	55.40	81.98	2.77	4.10
14.40	18	0.675	55.30	81.98	2.77	4.10
14.60	18	0.673	55.21	81.98	2.76	4.10
14.80	20	0.672	61.24	91.09	3.06	4.55
15.00	21	0.621	57.24	92.15	2.86	4.61

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD12**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
4.2	9.38	80.09	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	0.43	1.5	14.11	strato 1
15	14.43	79.94	Incoerente - coesivo	0	2.11	2.14	2.0	1.5	21.7	strato 2

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	Terzaghi-Peck	0.95
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	Terzaghi-Peck	1.47

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	Robertson (1983)	21.17
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	Robertson (1983)	32.55

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	145.71
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	223.12

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	D'Appollonia ed altri 1983	141.10
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	D'Appollonia ed altri 1983	217.00

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	Meyerhof	2.05
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	Meyerhof	2.11

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	Meyerhof	2.25
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	Meyerhof	2.14

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)	Tiemes s.r.l.
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i>	

### TERRENI INCOERENTI

#### Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Meyerhof (1957)	74.19
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Meyerhof (1957)	59.53

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Meyerhof (1965)	30.55
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Meyerhof (1965)	33.24

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Bowles (1982)	60.33
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Bowles (1982)	83.10

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Begemann (1974)	56.45
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Begemann (1974)	72.04

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.53
Argille grigio-	21.70	4.20-15.00	21.70	Terzaghi-Peck	1.61

Geolags s.r.l.	Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)				Tiemes s.r.l.
	RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA				

azzurre strato 2				1948-1967	
------------------	--	--	--	-----------	--

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Terzaghi	1.94
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Terzaghi	1.99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	A.G.I.	0.33
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	A.G.I.	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Ohsaki & Iwasaki	883.60
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Ohsaki & Iwasaki	1225.54

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Navfac (1971-1982)	2.95
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Navfac (1971-1982)	4.34

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

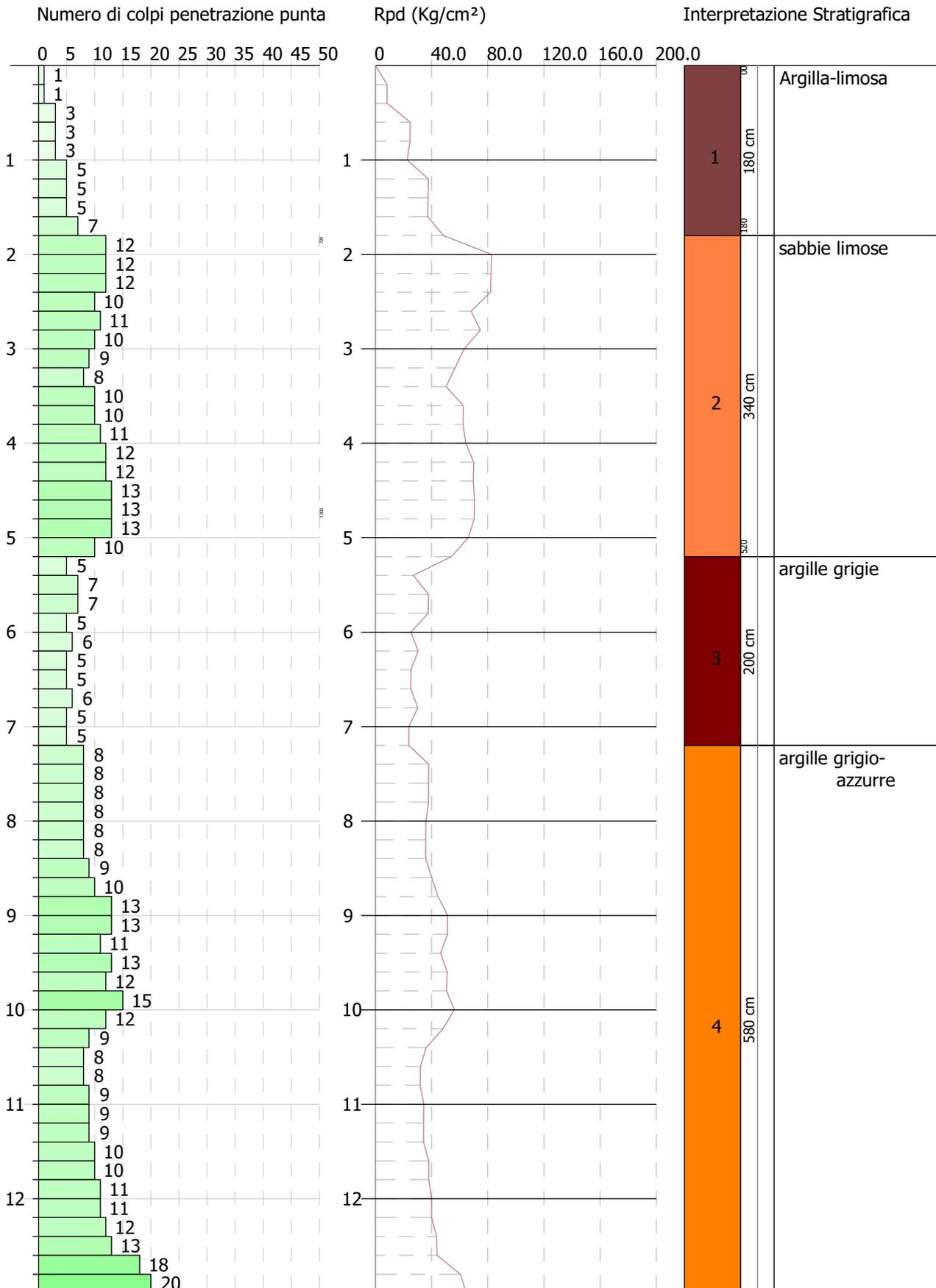
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argille grigie con venature azzurre strato 1	14.11	0.00-4.20	14.11	Robertson (1983)	42.33
Argille grigio-azzurre strato 2	21.70	4.20-15.00	21.70	Robertson (1983)	65.10



Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Localita': Scandale (KR)

15-12-2022

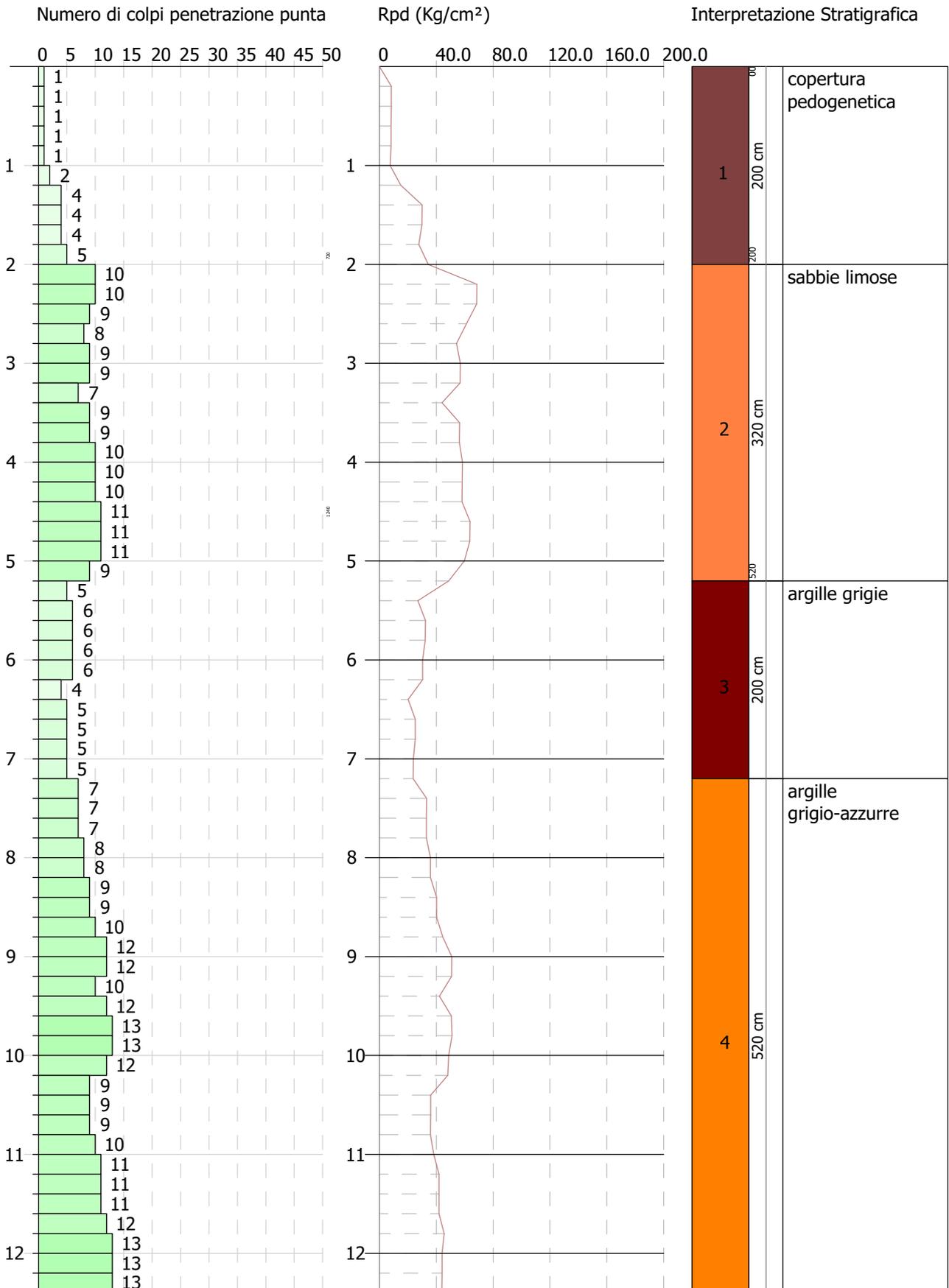
Scala 1:59

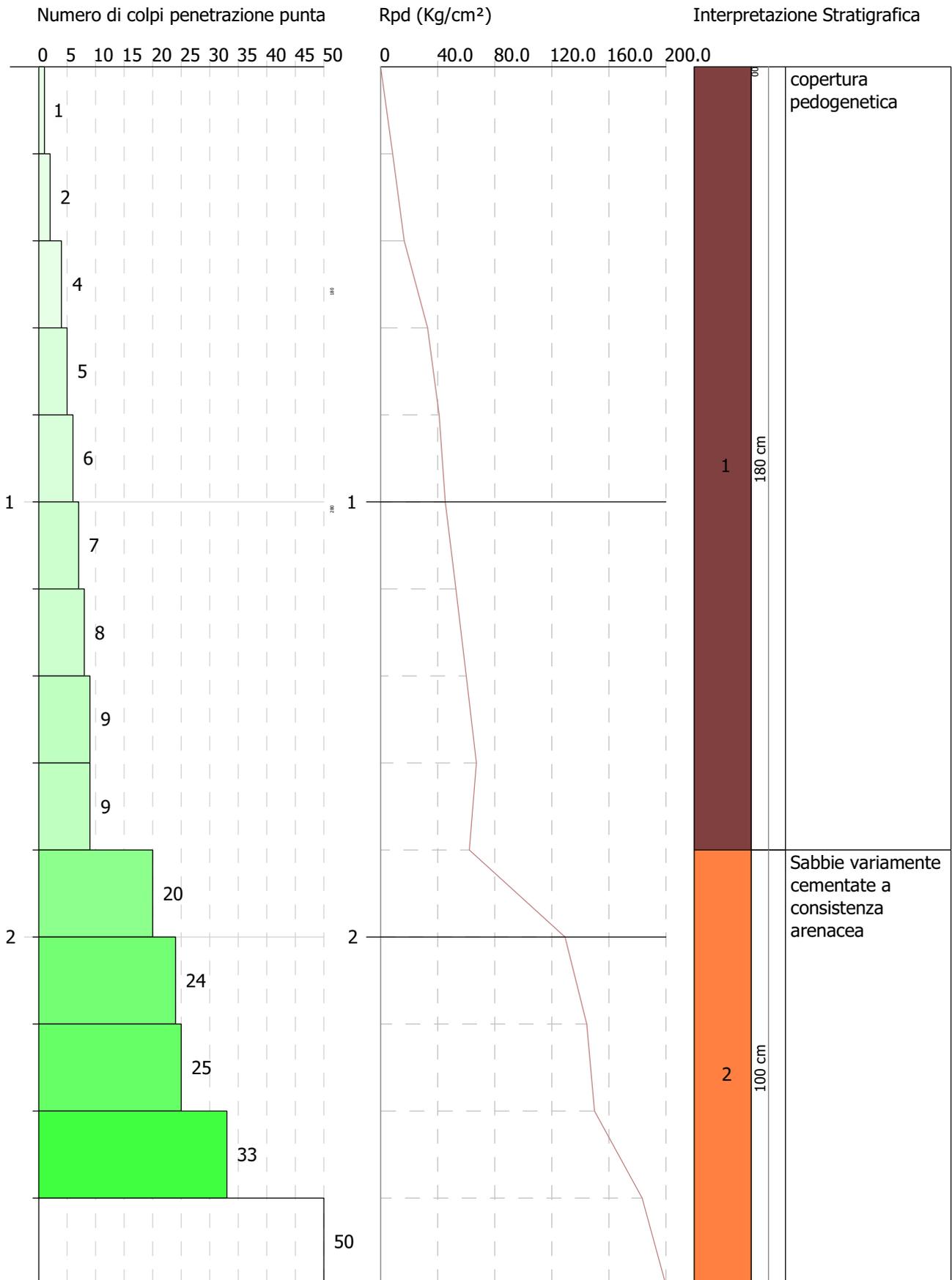


Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Localita': Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:57

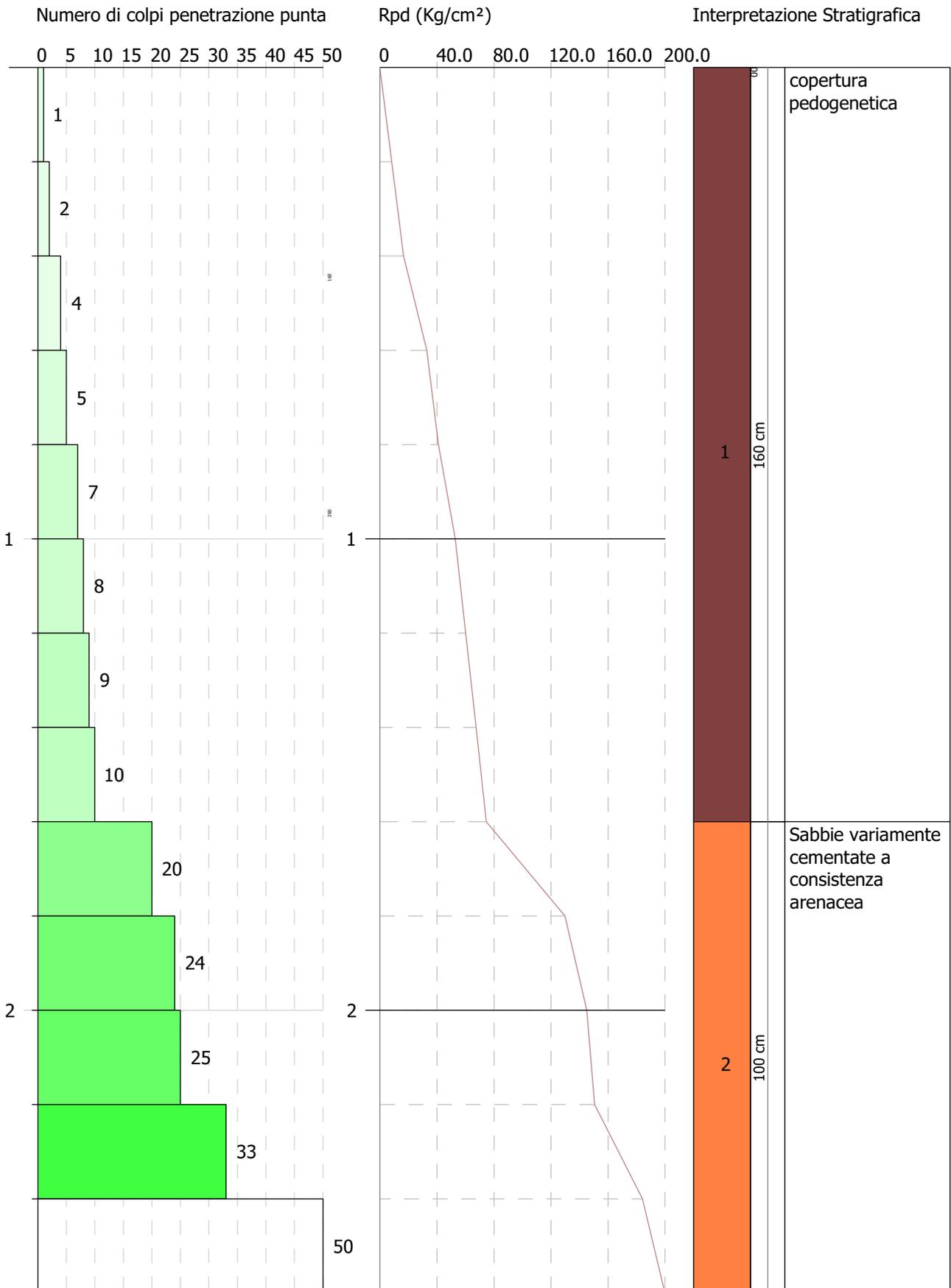




Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Localita': Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:12



Committente: Tiemes s.r.l.  
 Descrizione: Progetto per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Scandale (KR)  
 Localita': Scandale (KR)

15-12-2022

Scala 1:68

