



# IMPIANTO FOTOVOLTAICO POMEZIA ROSSI E OPERE CONNESSE

POTENZA 9,269 MWp - COMUNE DI POMEZIA E DI ARDEA - PROVINCIA DI ROMA

## Proponente

**SOLAR PV 23 S.r.l. - Società a Responsabilità Limitata**  
PIAZZA CASTELLO 19 - 20121 MILANO (MI) - C.F e P.IVA 12987420960  
PEC: solarpv23@legalmail.it



## Progettazione

**Dott.Geol. Lucio Costa**  
PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 - 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007 - PEC: artelia.italia@pec.it  
Tel.: +39 349 524 9009 - email: lucio.costa@arteliagroup.com

## Coordinamento progettuale

**ARTELIA ITALIA S.P.A**  
PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 - 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007  
PEC: artelia.italia@pec.it - Tel.: +39 06 591 933 1 - email: contact@it.arteliagroup.com



## Titolo Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA - INQUADRAMENTO GENERALE

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA	SCALA
DEFINITIVO	0022-23-2606_PD_REL23	0022-23-2606_PD-REL23.00- Relazione geologica e prove	30/10/2024	

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	30/10/24	EMISSIONE PER PERMITTING	LCO	LCO	FTE



COMUNI  
POMEZIA  
ED ARDEA  
  
PROV.ROMA





## INDICE

### Contenuto del documento

1. INTRODUZIONE .....	2
1.1. Premessa .....	2
1.2. Normativa di riferimento .....	2
1.3. Contenuti minimi della relazione geologica .....	2
1.4. Indagini eseguite.....	3
2. INQUADRAMENTO URBANISTICO E CARTOGRAFICO DELL'AREA .....	5
3. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO .....	6
3.1. Inquadramento geologico generale.....	6
3.2. Caratteri geologici e stratigrafia dell'area di intervento .....	8
3.3. Geomorfologia ed idrologia di superficie .....	10
3.4. Idrogeologia.....	11
4. MODELLO GEOTECNICO .....	13
4.1. Introduzione.....	13
4.2. Prove penetrometriche dinamiche DPSH.....	13
4.3. Prove S.P.T. in foro.....	14
4.4. Caratterizzazione geotecnica dei terreni .....	15
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	16
5.1. Prove sismiche MASW e categoria di sottosuolo .....	16
5.2. Prospezione HVSR .....	18
5.3. Classificazione sismica (comune di Pomezia).....	19
5.4. Microzonazione sismica di livello I .....	19
5.5. Vita nominale di progetto e periodo di riferimento .....	20
5.6. Pericolosità sismica di base .....	21
5.7. Pericolosità sismica di sito .....	23
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	24



## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Premessa

Il presente elaborato costituisce la Relazione Geologico-Sismica redatta nell'ambito del progetto definitivo per la per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp sito nel territorio comunale di Pomezia.

Allo scopo di studiare l'aspetto geologico della zona è stato dapprima svolto un recupero del materiale bibliografico relativo alla conformazione geologica dei terreni presenti in un'area sufficientemente estesa da essere rappresentativa per un inquadramento d'insieme del settore in esame e, successivamente, è stato svolto un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio. Sono state infine state condotte nel terreno le prove strumentali previste dalla normativa vigente.

### 1.2. Normativa di riferimento

Si riporta di seguito l'elenco indicativo e non esaustivo della Normativa e norme tecniche di riferimento:

- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 (G.U. 04 febbraio 2018 n.29): "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 (G.U. del 11 febbraio 2019 n.35): "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17 gennaio 2018";
- Regolamento Regionale 26 ottobre 2020, n. 26: "Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico. Abrogazione del regolamento regionale 13 luglio 2016, n. 14 e successive modifiche;
- Allegato C del Regolamento Regionale n.7/2021 – D.G.R. Lazio n.189/2021: "Modifiche al Regolamento Regionale 26 ottobre 2020, n. 26";
- Allegato 1 della D.G.R. Lazio n.387/2009: "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio.

### 1.3. Contenuti minimi della relazione geologica

Il presente elaborato è stato redatto in conformità all'Allegato C del Regolamento Regionale n.26/2020 (D.G.R. Lazio n.724/2020) e successive modifiche, in base al quale la relazione geologica deve possedere obbligatoriamente i seguenti contenuti minimi:

- 1) Indicazione del Livello di Rischio Sismico;
- 2) Carta Geologica di dettaglio (non ingrandimenti della Carta Geologica d'Italia), in scala proporzionale alla rilevanza delle opere (1:5.000 o maggiore);
- 3) Caratteristiche idrogeologiche e interazione delle opere con la falda idrica;
- 4) Caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che possono influenzare la risposta sismica locale;



- 5) n. 2 sezioni geologiche, di cui una tracciata lungo la massima pendenza, con indicazione delle opere di progetto (mostrante il piano di imposta delle fondazioni) e la successione dei litotipi fondazionali con il maggiore livello della falda acquifera eventualmente presente;
- 6) Planimetria con ubicazione delle indagini, nuove e /o pregresse. Le indagini pregresse, se contigue all'area in esame, dovranno essere comunque rappresentative del contesto geologico/geotecnico in cui insiste l'opera da realizzare;
- 7) Elaborati numerici e grafici, chiaramente leggibili e a colori, di tutte le indagini geognostiche e sismiche nuove e/o pregresse;
- 8) Stralcio della cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I. di cui alla Legge 183/89 e D. L. 180/98;
- 9) Recepimento di eventuali prescrizioni previste dal parere rilasciato ai sensi dell'articolo 89 del DPR 380/2001;
- 10) Stralcio della carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) del Livello 1 e 3 di Microzonazione Sismica validata, se disponibili;
- 11) Documentazione fotografica delle indagini realizzate;
- 12) Indicazioni sulla fattibilità degli interventi ed eventuali prescrizioni progettuali.

In situazioni geologiche particolari, quali presenza di fenomeni di emanazione di gas endogeni, subsidenza, liquefazione, cavità antropiche o naturali, la Relazione Geologico-Sismica deve contenere un capitolo riguardante l'argomento specifico (facendo riferimento ad eventuali normative vigenti nazionali e regionali) ed indicante l'eventuale interazione con l'opera da eseguire.

#### 1.4. Indagini eseguite

Il terreno indagato ricade in Zona sismica 2B (Allegato 1 D.G.R. Lazio n. 387/2009) e le opere in questione ricadono in Classe d'uso II (punto 2.4.2. DM 17.01.2018).

In base all'Allegato C del Regolamento Regionale n.7/2021 – D.G.R. Lazio n.189/2021 (*"Modifiche al Regolamento Regionale 26 ottobre 2020, n. 26"*), in funzione della zona sismica e della classificazione del progetto si determinano 3 Livelli di Rischio Sismico (Basso, Medio, Alto), secondo lo schema seguente:

PROGETTI	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO



Per ciascun Livello di Rischio Sismico, l'Allegato C dello stesso Regolamento Regionale, fornisce un elenco delle indagini minime geologiche, geofisiche e geognostiche da effettuare obbligatoriamente.

Per il Livello di Rischio Sismico Medio, le **indagini minime** sono riportate nella seguente tabella:

	TERRENI
	<p>a) Almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU) , dinamica, (DPSH) o dilatometriche DMT, oppure, almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU) o dinamiche (DPSH), che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>b) <b>In sostituzione delle prove di cui alla lettera a), solo per le classi III e IV: almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro, più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT</b>, che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>c) Nel caso di esecuzione del Sondaggio Geognostico: <b>prelievo di campioni quando la litologia consente un campionamento indisturbato o almeno significativo</b>, del terreno fondazionale da sottoporre a <b>Prove Geotecniche</b> di laboratorio, certificate ai sensi dell'articolo 59 del DPR 380/2001 e successive modifiche, per la definizione delle <b>caratteristiche fisico-meccaniche e/o dinamiche</b> (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, <b>Prova Triassiale</b>, Prova di Taglio Ciclico, Colonna Risonante, ecc.).</p> <p>d) Almeno <b>2 Prove Sismiche in sito attive</b> (MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o <b>passive</b> (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), possibilmente perpendicolari tra di loro per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.</p> <p>e) Almeno <b>1 Acquisizione di Microtremore Sismico</b> a stazione singola (HVSr), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno.</p> <p>f) Almeno una prova sismica diretta in foro (DH, CH, SDMT) eseguita fino alla profondità pari al raggiungimento del bedrock sismico o comunque fino alla profondità di almeno 30 metri, in tutti i casi in cui dovrà essere eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per le classi d'uso III e IV.</p> <p>g) Analisi della <b>Risposta Sismica Locale</b>, per tutte le classi d'uso III e IV come previsto dalla DGR 493/2019 e successive modifiche ed in tutti i casi in cui (es. inversioni di velocità, bruschi passaggi di rigidità, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.II delle NTC2018, eseguita tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• codice di calcolo <b>1D</b> unicamente per sottosuoli costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica piana;</li> <li>• codice di calcolo <b>2D</b> da eseguire per sottosuoli non costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica non pianeggiante.</li> </ul>
<b>Livello di Rischio Sismico MEDIO</b>	

Pertanto, sono state eseguite nel terreno le seguenti indagini strumentali:

- n. 1 **sondaggio** geognostico a carotaggio continuo della profondità di 10 m, per la ricostruzione della stratigrafia dell'area;
- n. 6 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (**DPSH**), per la parametrizzazione geotecnica dei terreni;
- n. 2 prospezioni sismiche **MASW**, per la determinazione della categoria di sottosuolo ai sensi delle N.T.C. 2018;
- N. 1 prospezione **HVSr**, per la determinazione della frequenza di risonanza di sito.

La planimetria con l'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nell'Allegato 1; nello stesso Allegato sono indicate anche le coordinate geografiche di ogni punto di indagine. Tutte le indagini sono state realizzate dalla Ditta Perfor S.r.l..



## 2. INQUADRAMENTO URBANISTICO E CARTOGRAFICO DELL'AREA

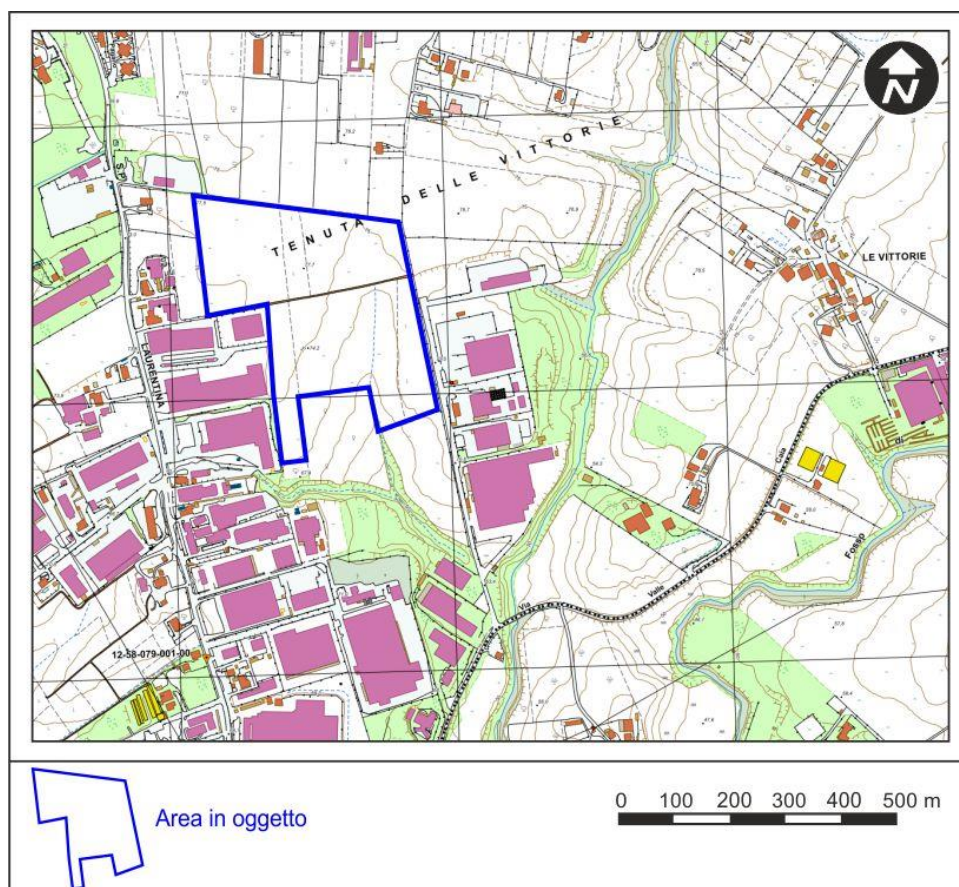
L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico consistente in un lotto di terreno avente una superficie complessiva di circa 120.000 mq; tale lotto è situato in area agricola, circa 3,5 km ad est del centro abitato di Pomezia.

L'ingresso all'impianto sarà posto in corrispondenza di Via dei Cedri

L'area in esame è compresa all'interno della seguente cartografia ufficiale:

- Tavoletta I.G.M. 158 IV NO "Ardea" in scala 1:25.000 (vecchia serie);
- Sezione 387 II "Pomezia" della Nuova Cartografia I.G.M. scala 1:25.000;
- Sezione 387110 "Pomezia Est" della C.T.R. in scala 1:10.000;
- Elemento 387112 "Tenuta delle Vittorie" della C.T.R. in scala 1:5.000;
- Foglio 36, p.lle 176, 177, 1622, 1623, 1624 e 1625 della Mappa catastale comunale;
- Foglio 158 "Latina" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000;
- Foglio 387 "Albano Laziale" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000;
- Tavola 2.01 Sud del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio.

Si riporta di seguito lo stralcio dell'Elemento 387112 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, con l'indicazione dell'area d'ingombro dell'impianto in progetto.



1 Stralcio Elemento 387112 della Carta Tecnica Regionale (scala originaria 1:5.000)



### 3. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

#### 3.1. Inquadramento geologico generale

Il territorio comunale di Pomezia si sviluppa sui versanti sud-occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani. Dal punto di vista litologico, le unità litostratigrafiche presenti su tutto il territorio comunale appartengono sostanzialmente alla successione post-orogena del margine tirrenico ed hanno età comprese tra il Pliocene e l'Olocene.

La storia geologica del territorio di Pomezia e dei territori ad esso limitrofi ha inizio sostanzialmente dall'epoca pliocenica, quando il Mar Tirreno ricopriva l'Agro Pontino e l'Agro Romano fino a lambire i Monti Lepini e gli altri gruppi montuosi del Lazio, ancora in fase di sollevamento. Le formazioni più antiche riconoscibili nell'area in esame sono ascrivibili al substrato plio-pleistocenico post-orogenico, costituito principalmente da sedimenti argillosi e argilloso-sabbiosi che sostengono la serie vulcanica dei Colli Albani. Il substrato plio-pleistocenico ricopre a sua volta sia una successione carbonatica di età meso-cenozoica in facies pelagica, con termini di transizione verso la piattaforma carbonatica, sia coltri di flysch alloctone in facies ligure.

Tale basamento risulta essere disarticolato da elementi tettonici distensivi con orientazione principale NW-SE e NE-SW, cui si associano sistemi N-S ed E-W. L'assetto definitivo risultante del substrato carbonatico, è rappresentato da alti e bassi strutturali (horst e graben), ricoperti da spessori diversi di sedimenti terrigeni del ciclo neogenico.

Nel corso del Pliocene hanno termine i grandi movimenti distensivi legati all'apertura del bacino tirrenico e ha inizio la sedimentazione marina di mare aperto.

Il definitivo processo di continentalizzazione dell'area romana avviene con la formazione della superficie di unconformity alla base del supersistema Aurelio-Pontino.

Nel Pleistocene medio-superiore l'evoluzione geologica è sostanzialmente relazionata alla crescita del vulcano dei Colli Albani, che rappresenta l'elemento morfostrutturale principale dell'area.

L'attività vulcanica nell'area dei Colli Albani inizia circa 600.000 anni fa ed è considerata tuttora quiescente. Essa può essere suddivisa nei seguenti tre differenti cicli eruttivi, distinguibili in relazione alla tipologia di attività, modalità di messa in posto e caratteristiche dei depositi eruttati:

- 1) **FASE TUSCOLANO-ARTEMISIA** (De Rita et al., 1988) **LITOSOMA VULCANO LAZIALE e TUSCOLANO-ARTEMISIA** (Giordano et al., 2006). Comprende i seguenti quattro cicli eruttivi e la messa in posto di circa il 90% dei depositi eruttati. Si tratta di flussi piroclastici e subordinatamente di prodotti di ricaduta e colate laviche.
  - **Primo ciclo del Tuscolano-Artemisio (0.7-0.5 Ma):** costituita da diverse sottounità le cui caratteristiche sono sintomatiche di una interazione acqua-magma.
  - **Secondo ciclo del Tuscolano-Artemisio (0.5-0.4 Ma):** caratterizzata da un flusso piroclastico ("Pozzolane Rosse", Fornaseri et al., 1963) con un livello basale di ricaduta ("Paleosuolo C", Fornaseri et al., 1963) costituito da scorie e lapilli (settore sud-occidentale del vulcano). La colata piroclastica si presenta massiva con una matrice cineritica rossiccia in cui sono immerse scorie rosse, litici, cristalli di leucite e pirosseni.



- **Terzo ciclo del Tuscolano-Artemisio (0.4-0.38 Ma):** tale flusso piroclastico del Tuscolano-Artemisio ("Pozzolane Nere", Fornaseri et al., 1963) presenta alla base un livello di ricaduta di scorie e lapilli, che lo separa dai prodotti del II ciclo ("Paleosuolo D", Fornaseri et al., 1963). L'unità si presenta massiva con una matrice cineritica di colore nerastro contenente scorie, litici di natura sedimentaria, frammenti di lava, cristalli di pirosseni e di leucite.
- **Quarto ciclo del Tuscolano-Artemisio (0.38 Ma):** si tratta dell' "Unità eruttiva di Villa Senni" (Fornaseri et al., 1963), a sua volta suddivisa in due membri:
  - Unità di flusso piroclastico inferiore, ("Tufo lionato", Fornaseri et al., 1963) con alla base un deposito da surge di spessore variabile ed un paleosuolo di passaggio alle sottostanti Pozzolane nere;
  - Unità di flusso piroclastico superiore, ha un aspetto assai variabile, da sciolto ("Pozzolanelle", Fornaseri et al., 1963) a consolidato ("Tufo di Villa Senni", Fornaseri et al., 1963).

La messa in posto della quarta unità di flusso piroclastico causa il collasso della caldera e la fine del ciclo Tuscolano-Artemisio.

- 2) **FASE DELLE FAETE O DEI CAMPI DI ANNIBALE** (De Rita et al., 1988) **LITOSOMA FAETE** (Giordano et al., 2006). A seguito del collasso della caldera, all'interno dell'area collassata si forma un nuovo edificio (detto delle Faete) di dimensioni minori rispetto a quello del Tuscolano-Artemisio e contraddistinto da colate piroclastiche eruttate da bocche differenti come la "Colata di Capo di Bove" e la "Colata dei Campi di Annibale". L'attività prevalente è di tipo stromboliano con la messa in posto di effusioni laviche di ingenti dimensioni soprattutto nell'ultimo periodo di attività.
- 3) **FASE IDROMAGMATICA** (De Rita et al., 1988) **LITOSOMA VIA DEI LAGHI** (Giordano et al., 2006). Si tratta della attività eruttiva più recente dei Colli Albani, rappresentata da esplosioni idromagmatiche sviluppatesi in diversi crateri localizzati soprattutto nel settore occidentale e, subordinatamente, in quello settentrionale.

Ad ogni parossismo eruttivo si determina la messa in posto, in tempi molto brevi, di una notevole quantità di prodotti, sotto forma sia di piroclastiti di ricaduta, che ricoprono la topografia preesistente, sia di depositi da colata piroclastica o "ignimbriti" che al contrario tendono a concentrarsi nelle depressioni e ad invertire e spianare la morfologia. Questi ultimi depositi, in particolare, giocano un ruolo fondamentale nella trasformazione dei caratteri morfologici del territorio, modificandone radicalmente la topografia e l'idrografia. Durante la messa in posto delle principali colate piroclastiche, che avviene in un lasso di tempo compreso tra 600 e 300 mila anni, prosegue la normale sedimentazione, attraverso cicli deposizionali controllati dalle variazioni eustatiche. Alle fasi erosive legate alle regressioni della linea di costa si sovrappongono, tuttavia, la tettonica ed una serie di processi legati alla messa in posto dei prodotti vulcanici. I rapporti stratigrafici tra le diverse unità vulcaniche e sedimentarie risultano pertanto assai complessi.

Infine, nelle depressioni vallive generate dai processi erosivi sin e post-vulcanici sono presenti notevoli spessori di vulcaniti rimaneggate e risedimentate ad opera dalle acque superficiali e depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua,

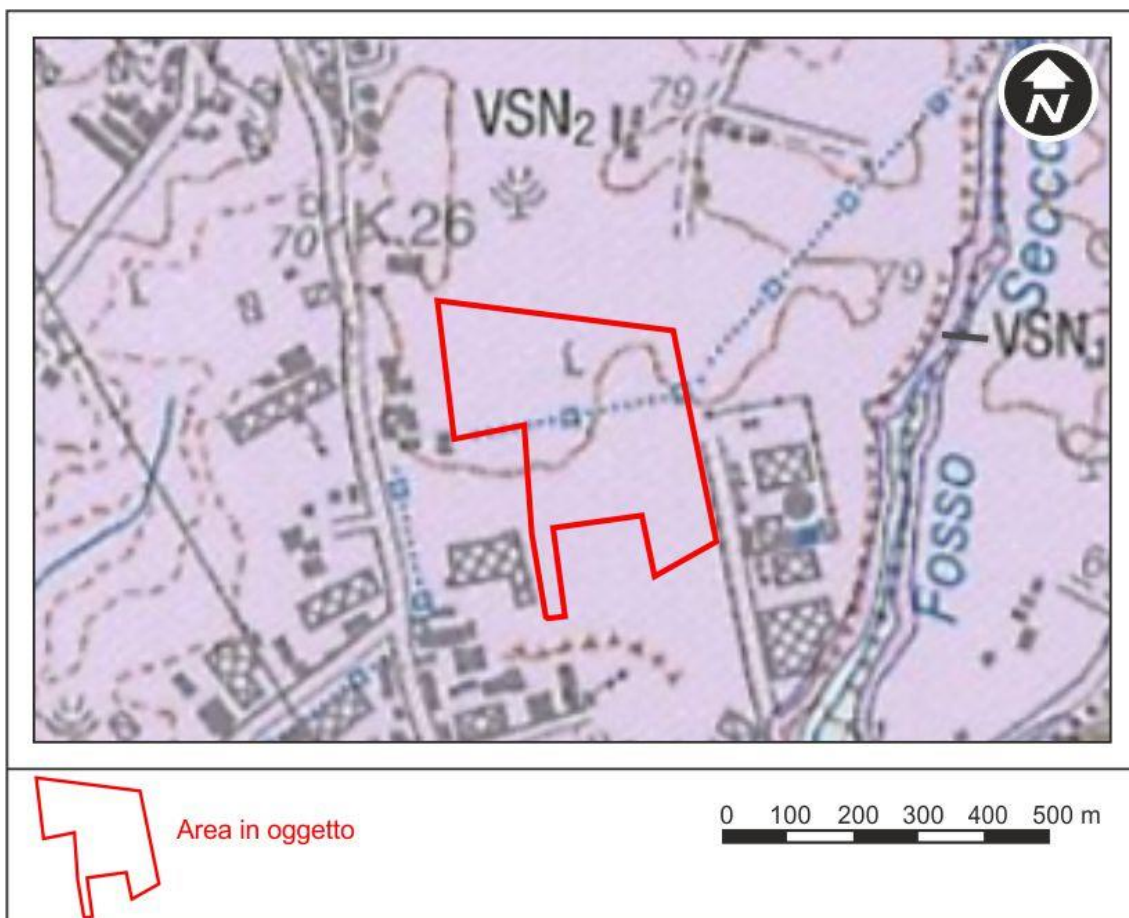


costituiti prevalentemente da alternanze di strati limo-argillosi e limo-sabbiosi con intercalazioni di argille torbose.

### 3.2. Caratteri geologici e stratigrafia dell'area di intervento

Si riporta di seguito lo stralcio del Foglio "Albano Laziale" (n.387) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, dal quale si evince che, dal punto di vista geologico, l'area in oggetto risulta caratterizzata dalla presenza di depositi piroclastici appartenenti alla Formazione di Villa Senni, riferibile all'ultima eruzione di grande volume del litosoma Vulcano Laziale, cui è legata la forma attuale della caldera del Vulcano dei Colli Albani (Pleistocene medio). In particolare, è presente il seguente termine di tale Unità:

- Pozzolanelle (**VSN<sub>2</sub>**): Deposito piroclastico massivo, di colore da marrone a viola a nero, a matrice cineritico grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente.



2 Stralcio Foglio 387 della Carta Geologica d'Italia (scala originaria 1:50.000)



## LEGENDA:

## FORMAZIONE DI VILLA SENNI

VSN<sub>2</sub>

**Pozzolanelle.** Deposito piroclastico massivo, di colore da marrone a viola a nero, a matrice cineritico grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente. Lapilli e blocchi di litici lavici e olocristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Spessori massimi 30 m. Spesso sono presenti gas-pipes. Composizione da tefrifonolitica a fonotefritica; "Tufo di Villa Senni" e "Pozzolanelle" Auctt.

VSN<sub>1</sub>

**Tufo Lionato.** Deposito piroclastico massivo, litoide, a matrice cineritico-lapillosa con abbondanti pomici gialle, scorie grigie, litici lavici e olocristallini a gradazione inversa, di colore da giallo a rosso a marrone in gradazione verticale, spesso fino a 25 m. Localmente, nella parte alta del deposito, sono presenti scorie. Gas-pipes, laminazioni e impronte di tronchi sono spesso presenti nelle zone distali e nelle paleovalli; composizione da K-foiditica a tefrifonolitica, "Tufo Lionato litoide" Auctt.

## 3 Legenda del Foglio 387 della Carta Geologica d'Italia

Le indagini geognostiche condotte nell'ambito del presente lavoro hanno consentito di definire l'assetto stratigrafico dell'area. In particolare, è stato possibile determinare che al di sotto di un modesto spessore di terreno vegetale (al massimo 0,30 m, dove presente) fino alle profondità investigate il sito risulta caratterizzato esclusivamente dalla presenza di depositi piroclastici. La successione stratigrafica del sito risulta pertanto la seguente (dall'alto verso il basso):

- terreno vegetale (Unità "A");
- piroclastiti moderatamente addensate (Unità "B");
- piroclastiti da addensate a molto addensate (Unità "C").

Nelle Tabelle seguenti si riportano le profondità di rilevamento delle Unità litostratigrafiche in corrispondenza di ciascuna verticale di indagine.

## Unità litostratigrafica "A" – terreno vegetale

Punto di indagine	S1	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5	DPSH6
tetto (m dal p.c.)	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
letto (m dal p.c.)	0,30	0,20	-	-	-	-	0,20
spessore (m)	0,30	0,20	-	-	-	-	0,20

## Unità litostratigrafica "B" – piroclastiti moderatamente addensate

Punto di indagine	S1	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5	DPSH6
tetto (m dal p.c.)	-	0,20	0,00	0,00	-	0,00	-
letto (m dal p.c.)	-	0,40	0,60	4,00	-	0,60	-
spessore (m)	-				-		-

## Unità litostratigrafica "C" – piroclastiti da addensate a molto addensate

Punto di indagine	S1	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5	DPSH6
tetto (m dal p.c.)	0,30	0,40	0,60	4,00	0,00	0,60	0,20
letto (m dal p.c.)	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *
spessore (m)	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *	n.v. *

\* n.v.: non valutabile (unità litostratigrafica incontrata fino alla massima profondità raggiunta dall'indagine)

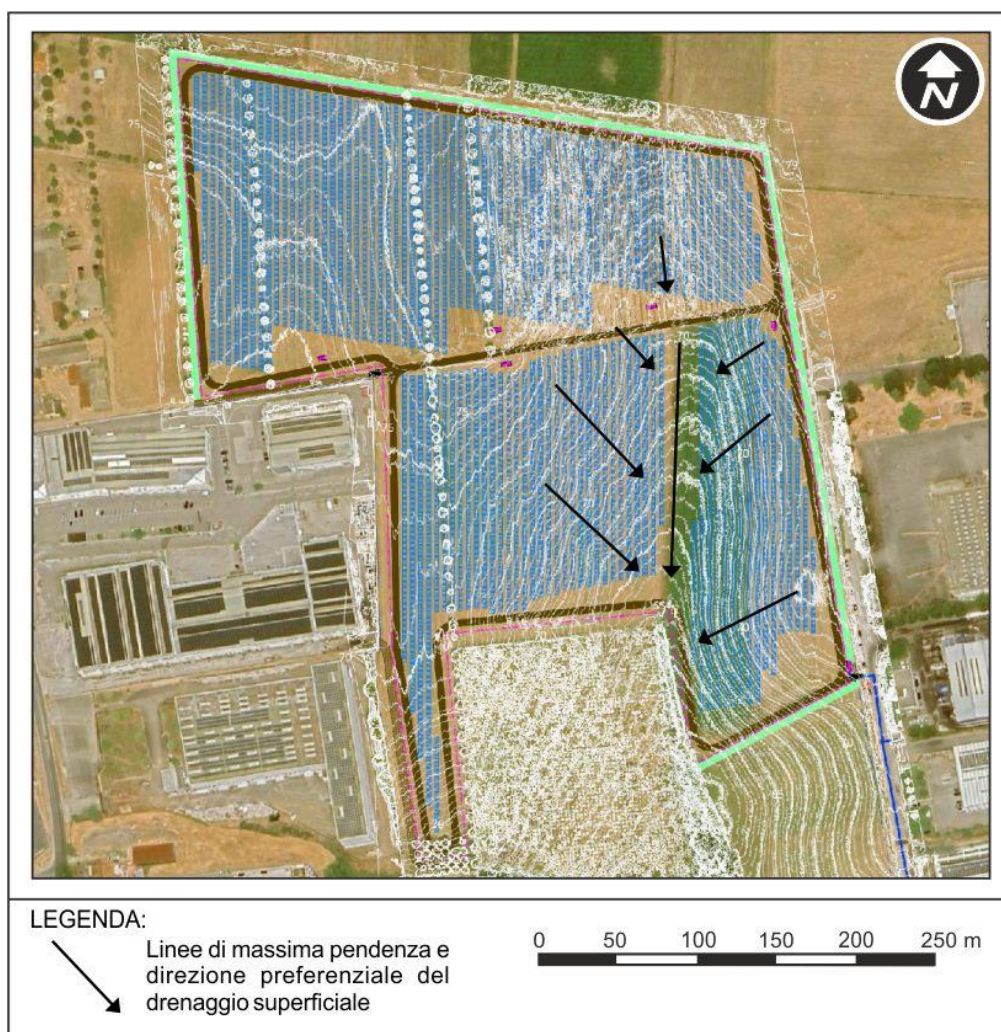


### 3.3. Geomorfologia ed idrologia di superficie

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si trova a quote comprese tra circa 65 e circa 75 m s.l.m. ed appartiene alla Categoria topografica T1 ai sensi delle NTC 2018 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ).

Il settore settentrionale del sito è caratterizzato da una morfologia più regolare e pressoché sub-pianeggiante, mentre il settore meridionale presenta modeste acclività verso la zona topograficamente più depressa, con le maggiori pendenze che si hanno in prossimità di una linea di impluvio allungata in direzione circa N-S, nel settore sud-orientale dell'area.

Nella Figura seguente si riporta il rilievo plano-altimetrico dell'area, che rappresenta graficamente la situazione sopra descritta.

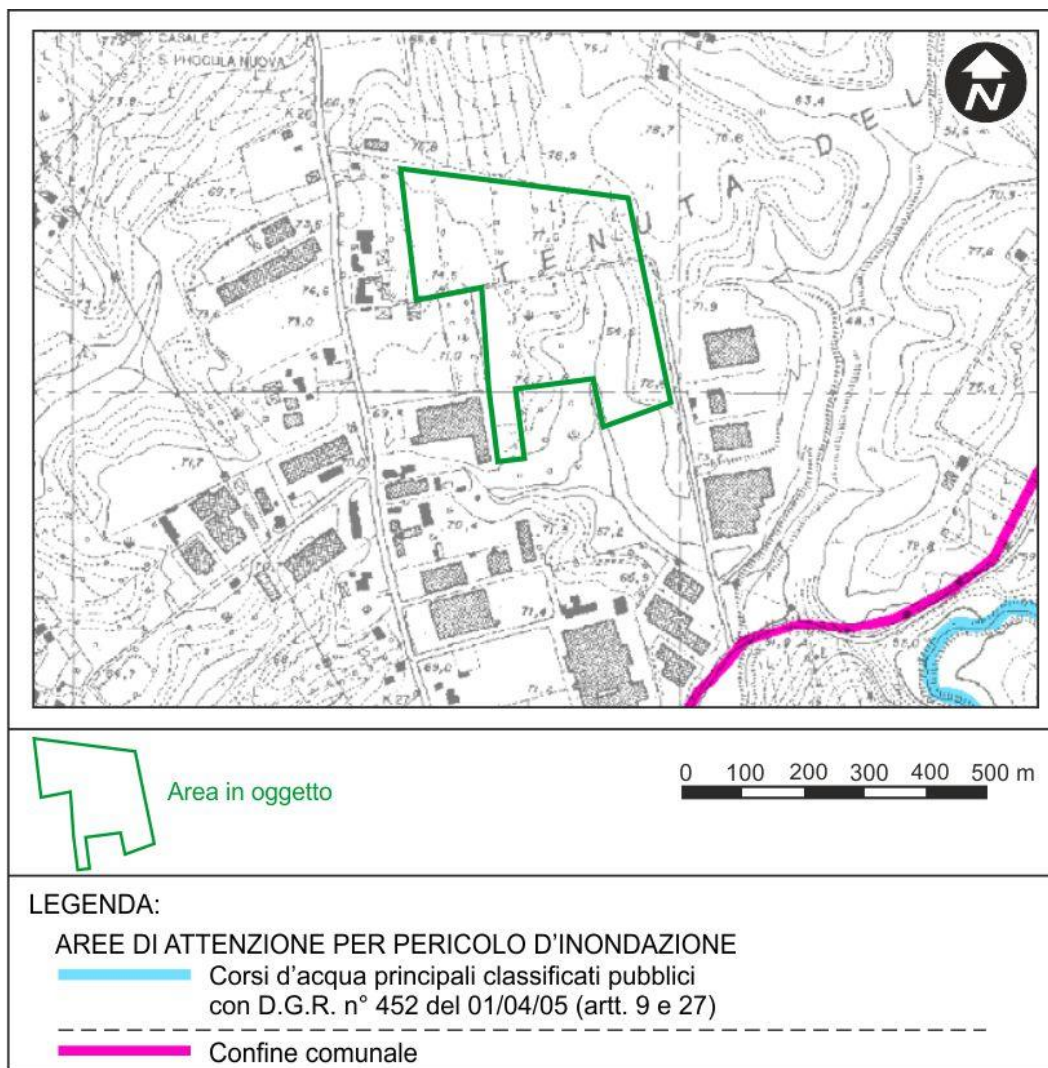


4 Rilievo plano-altimetrico su ortofoto dell'area dell'impianto fotovoltaico

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale, il sito non è attraversato da corsi d'acqua perenni, i quali sono sufficientemente distanti dall'area d'intervento.

Si riporta di seguito lo stralcio della Tavola 2.01 Sud del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, dal quale si evince che il sito non è perimetrato all'interno delle Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico.





5 Stralcio della Tavola 2.01 Sud del Piano di Assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali del Lazio (scala originaria 1:25.000)

### 3.4. Idrogeologia

Il territorio comunale di Pomezia ricade all'interno del sistema acquifero dei Colli Albani. Dal punto di vista idrogeologico, nell'intera area dei Colli Albani possono essere distinti due acquiferi principali, uno contenuto nella coltre vulcanica superficiale e il secondo nei sottostanti depositi carbonatici. La falda più importante delle vulcaniti è quella di base, delimitata in basso dai depositi terrigeni impermeabili plio-quadernari, prevalentemente argillosi con intercalazioni sabbiose e conglomeratiche. All'interno dei terreni vulcanici sono presenti spesso anche falde sospese minori, separate da livelli a bassa permeabilità e spesso comunicanti tra loro. L'acquifero profondo è separato da quello più superficiale, oltre che dalle argille plioceniche, dai depositi impermeabili flyschoidi e dai terreni calcareo-marnosi presenti al tetto della serie carbonatica. I due acquiferi principali non sembrano essere in comunicazione tra loro.

I terreni che si trovano all'interno dell'area oggetto di intervento e nelle zone limitrofe possono essere distinti nelle seguenti Unità idrogeologiche:

- Rocce sciolte permeabili per porosità;

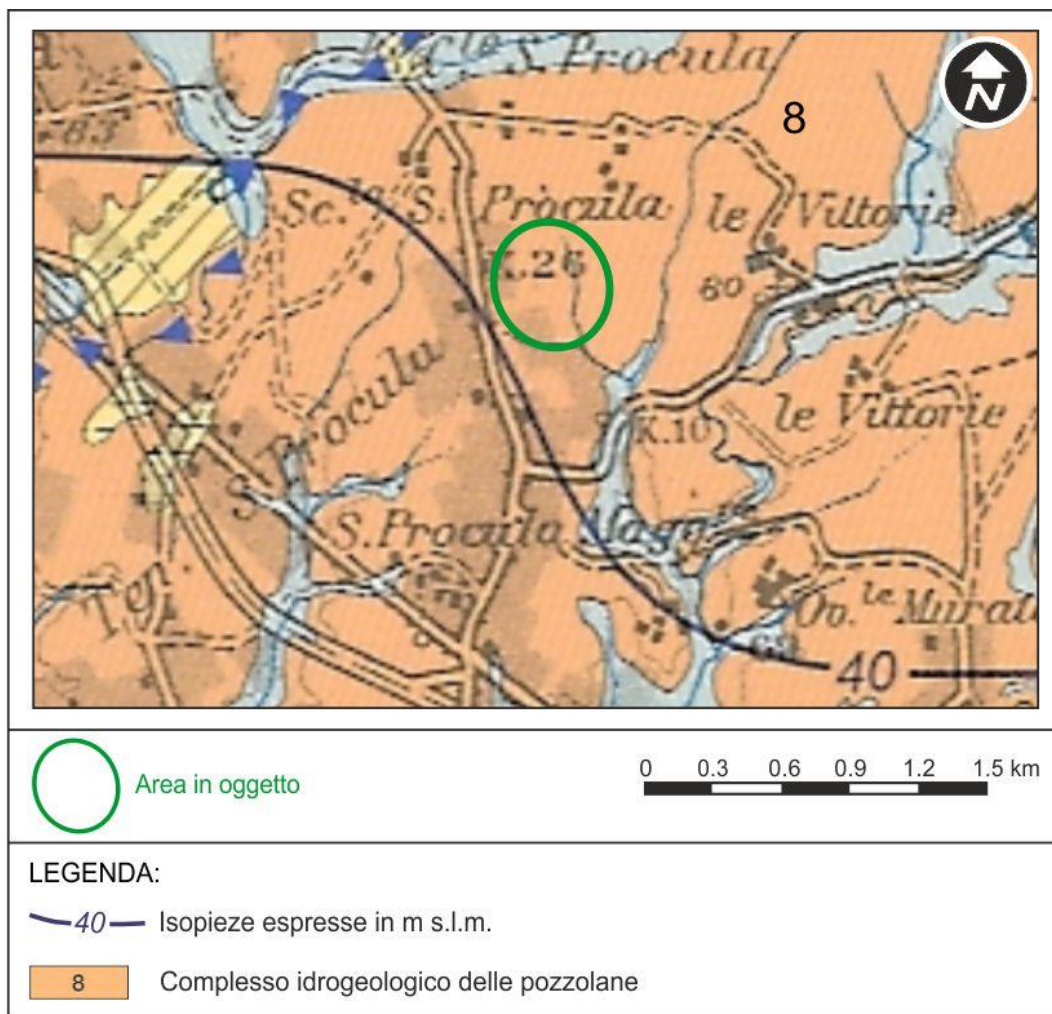


- Rocce lapidee permeabili per discontinuità.

Alla prima Unità appartengono i depositi piroclastici incoerenti, nei quali la permeabilità è data dai vuoti intergranulari presenti ed è quindi variabile in funzione delle differenti caratteristiche granulometriche dei materiali presenti.

Alla seconda Unità appartengono invece i depositi piroclastici litoidi e le colate laviche, nelle quali la permeabilità è data dalle fessure presenti nella roccia.

Nel dettaglio, per quanto riguarda l'area d'intervento, il sondaggio geognostico eseguito nell'ambito della presente indagine non ha intercettato la falda idrica, sulla base dei dati bibliografici a disposizione, il livello piezometrico della falda principale dovrebbe attestarsi alla quota di circa 40 m s.l.m. (almeno 20 – 30 m di profondità). Tuttavia, vista la variabilità della permeabilità dei terreni presenti, specialmente in occasione dei periodi maggiormente piovosi è possibile la presenza anche a profondità minori di piccole falde sospese a carattere stagionale, imprigionate all'interno dei sedimenti più permeabili.



6 Stralcio Foglio 3 della Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio – anno 2012 (scala originaria 1:100.000). L'area in oggetto si trova in prossimità dell'isopieza 40 m s.l.m.



## 4. MODELLO GEOTECNICO

### 4.1. Introduzione

Le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti sono state determinate attraverso n.6 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH e n.2 prove S.P.T. in foro effettuate durante la realizzazione del sondaggio geognostico.

Le prove penetrometriche DPSH sono state realizzate, ove possibile, in corrispondenza delle aree di ingombro delle cabine di trasformazione MT/BT e della cabina di consegna, mentre il sondaggio geognostico a carotaggio continuo è stato realizzato in posizione grosso modo centrale rispetto al lotto di terreno oggetto d'intervento (v. Allegato 1 "Planimetria ed ubicazione indagini" e Allegato 3 "Sezioni geologiche").

Le prove DPSH sono state effettuate con penetrometro DPSH 63 Deep Drill, mentre il sondaggio geognostico è stato realizzato a rotazione a carotaggio continuo con l'impiego di carotiere semplice diametro 101 mm; il sostegno delle pareti dei fori è stato ottenuto mediante l'impiego di tubi di rivestimento del diametro di 127 mm. Come fluido di perforazione è stata utilizzata acqua. Il materiale carotato è stato riposto all'interno di cassette catalogatrici in PVC aventi cinque scompartimenti della lunghezza di un metro ciascuno.

### 4.2. Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH hanno raggiunto profondità variabili tra 0,60 e 5,60 m dal p.c. prima di essere interrotte per rifiuto strumentale (impossibilità di avanzamento della punta); durante l'esecuzione delle stesse non è stata intercettata la falda idrica.

Le prove sono state "tarate" con la stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo e sono state elaborate con il software Dynamic Probing della Società Geostru Software.

Si sintetizzano di seguito gli esiti delle prove DPSH, mentre il report completo, comprensivo della descrizione delle modalità esecutive, della strumentazione utilizzata e degli elaborati numerici e grafici, è riportato in Allegato.

DPSH 1		
Strato	Prof. (m)	Nspt
Unità "A" *	0.0 – 0.2	7.83
Unità "B" *	0.2 – 0.4	14.35
Unità "C" *	> 0.4	44.37

DPSH 2		
Strato	Prof. (m)	Nspt
Unità "B" *	0.0 – 0.6	16.97
Unità "C" *	> 0.6	49.59

DPSH 3		
Strato	Prof. (m)	Nspt
Unità "B" *	0.0 – 4.0	14.28
Unità "C" *	> 4.0	43.33

DPSH 4		
Strato	Prof. (m)	Nspt
Unità "C" *	> 0.0	56.77

DPSH 5		
Strato	Prof. (m)	Nspt

DPSH 6		
Strato	Prof. (m)	Nspt



Unità "B" *	0.0 – 0.6	18.27
Unità "C" *	> 0.6	91.35

Unità "A" *	0.0 – 0.2	5.22
Unità "C" *	> 0.2	39.15

### 4.3. Prove S.P.T. in foro

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) hanno lo scopo di determinare lo stato di addensamento dei terreni, determinando la resistenza dinamica alla penetrazione attraverso il numero di colpi necessario per l'infissione di una punta per una lunghezza di 45 cm suddivisa in 3 tratti consecutivi di 15 cm ciascuno.

Durante la prova si misura:

- N1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- N2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- N3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:  $NSPT = N2 + N3$ .

Le caratteristiche dell'attrezzatura utilizzata sono:

- altezza di caduta del maglio: 762 mm;
- peso del maglio: 63.5 kg.

Le prove sono state elaborate con il software Dynamic Probing della Società Geostru Software.

Si riportano di seguito gli schemi riassuntivi di tali prove, mentre il report completo, comprensivo della descrizione delle modalità esecutive, della strumentazione utilizzata e degli elaborati numerici, è riportato in Allegato.

Sondaggio	Prova	Profondità (m)	N colpi	Strato	Grado di addensamento
S1	1	3,00	15-21-27	Unità "C" *	addensato
S1	2	8,00	16-28-32	Unità "C" *	molto addensato



#### 4.4. Caratterizzazione geotecnica dei terreni

L'insieme dei dati acquisiti, l'analisi critica e la comparazione tra i valori ottenuti dalle diverse prove, hanno consentito di pervenire alla parametrizzazione geotecnica dei terreni. Vengono di seguito riproposte le Unità litostratigrafiche riconosciute, con l'aggiunta dei dati geotecnici ricavati dall'integrazione delle indagini condotte.

Strato	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Unità "A" *	24	1,55	40	40	340
Unità "B" *	29	1,70	110	60	630
Unità "C" *	34	1,90	300	110	1180

- \* Unità "A": terreno vegetale;
- \* Unità "B": piroclastiti moderatamente addensate;
- \* Unità "C": piroclastiti da addensate a molto addensate.

In base agli esiti delle indagini, è ragionevole ipotizzare che i maggiori spessori delle piroclastiti moderatamente addensate si trovino in corrispondenza di tutta la fascia topograficamente depressa, allungata in direzione circa N-S, nel settore sud-orientale dell'area.



## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La caratterizzazione sismica dell'area è stata condotta mediante l'esecuzione delle seguenti attività:

- n. 2 Prove sismiche di tipo MASW;
- n. 1 misura HVSR.

Le prove MASW hanno consentito di determinare la categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018, mentre tramite la prospezione HVSR è stata misurata la frequenza di risonanza di sito.

Di seguito si espongono sinteticamente i risultati ottenuti da tali prove, mentre il relativo report completo è riportato in Allegato.

### 5.1. Prove sismiche MASW e categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione/valutazione dell'azione sismica di progetto secondo quanto riportato nel nuovo DM del 17/01/2018, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

Lo stesso prevede in taluni casi, che per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione sia di categorie di sottosuolo di riferimento che topografiche.

Per la differenziazione delle prime, la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs ottenuti mediante specifiche prove, oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, valutata tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

In base alle grandezze sopra definite, il D.M. 17/01/2018 identifica le seguenti categorie di sottosuolo:

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

7 D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2 II (categorie di sottosuolo)



La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{S,eq}$ ) viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- $h_i$  = spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio dell' $i$ -esimo strato;
- $N$  = numero di strati;
- $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è ottenuta dal parametro  $V_{s,30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  metri e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel presente lavoro, per la determinazione della  $V_{S,eq}$  sono state realizzate n.2 prospezioni sismiche. Tali prove sono state condotte effettuando uno shot esterno ad una distanza di 6 m dal primo ricevitore ed utilizzando 24 geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz) posti ad una distanza di 2 m l'uno dall'altro, ottenendo in tal modo 2 stendimenti lineari della lunghezza di 46 metri. I risultati ottenuti dalle prove MASW sono di seguito riassunti:

Prova	$V_{S,eq}$
MASW 1	396 m/s ( $H = 29,50$ m)
MASW 2	482 m/s ( $H = 29,52$ m)

I risultati delle prove MASW, che hanno fornito valori delle  $V_{S,eq}$  rispettivamente pari a 396 m/s (MASW n.1) e 482 m/s (MASW n.2), hanno permesso di riferire il terreno in esame alla **Categoria B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*).

In relazione alle condizioni topografiche del sito, il D.M. 17/01/2018 identifica le seguenti categorie topografiche:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

8 D.M. 17/01/2018 - Tabella 3.2 III (Categorie topografiche)

L'area in oggetto appartiene pertanto alla Categoria **T1**, corrispondente ad un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .



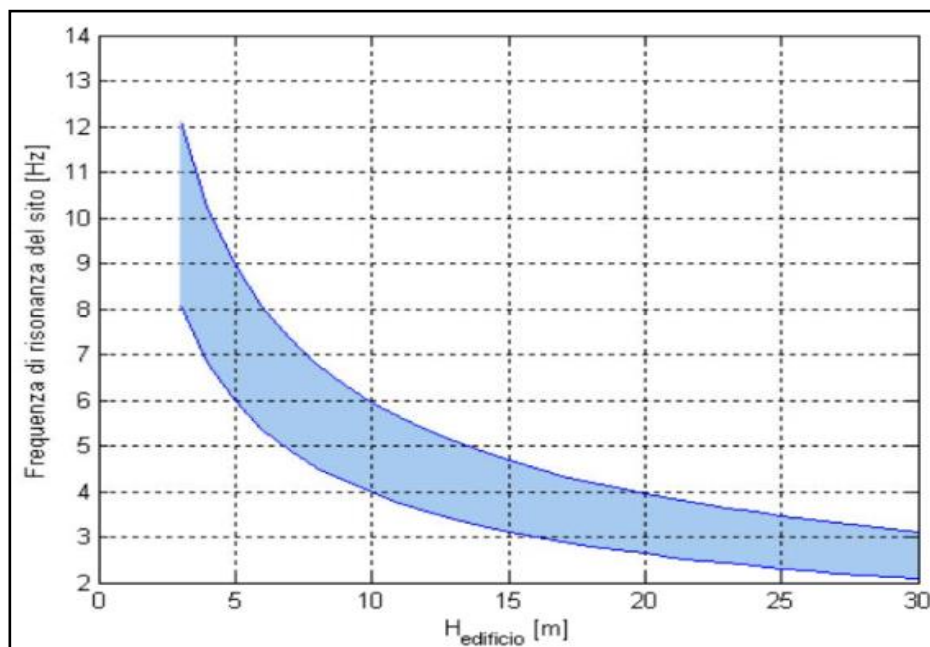
In questo caso, dal momento che l'opera ricade in Classe d'uso II e il sottosuolo è classificabile in una delle categorie di cui alla Tabella 3.2 II del D.M. 17/01/2018, per la definizione dell'azione sismica può essere utilizzato l'approccio semplificato e, pertanto, lo studio di Risposta Sismica Locale può essere omissso (v. Tabella a pagina 7 – Indagini minime obbligatorie per il Livello di Rischio Sismico Medio).

## 5.2. Prospezione HVSR

La prospezione sismica HVSR ha evidenziato una frequenza di risonanza pari a **4,40 Hz**.

In termini di prevenzione del rischio sismico, l'individuazione delle frequenze naturali di sito e delle potenziali condizioni di doppia risonanza con le strutture antropiche rappresenta un importante criterio per giungere a scelte efficaci di protezione delle strutture. In funzione dei rapporti H/V osservati potrà esser valutata la possibile sussistenza delle condizioni di doppia risonanza tra frequenza propria delle strutture in progetto e frequenza naturale di sito.

Come si può notare nella Figura seguente, dal punto di vista empirico, la frequenza di risonanza di un edificio dipende prevalentemente dalla sua altezza e la doppia risonanza con massimo del danno si ha quando:  $f_0$  di sito  $\approx$   $f_0$  edificio.

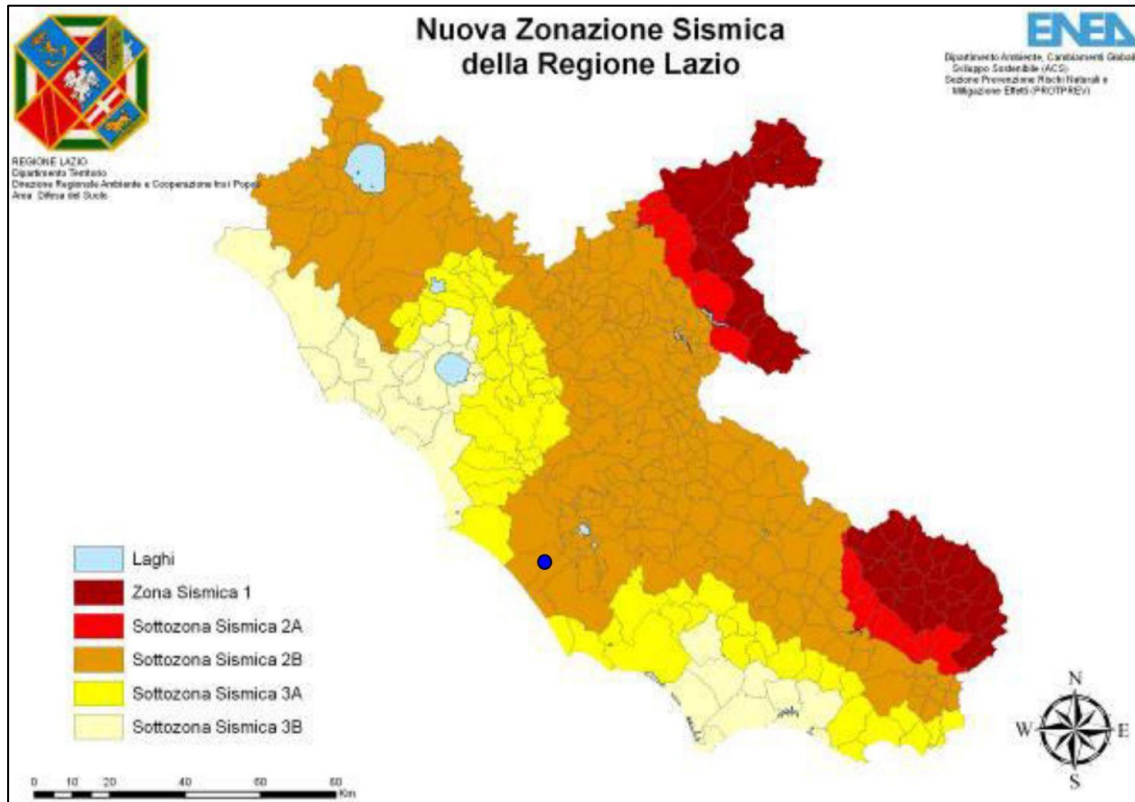


9 Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato: la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza



### 5.3. Classificazione sismica (comune di Pomezia)

Il territorio comunale di Pomezia ricade in Zona Sismica 2B, come indicato dalla seguente carta (Allegato 1 D.G.R. n. 387/2009), con accelerazione orizzontale massima su bedrock indicata in tabella (Allegato 1 della D.G.R. Lazio n. 387 del 22 Maggio 2009).



10 Classificazione sismica della Regione Lazio  
Il cerchio azzurro indica la posizione di massima dell'area di intervento

Zona Sismica	Sottozona sismica	Acc. Con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (ag)
1		$0.25 \leq ag < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq ag < 0.25$
<b>2</b>	<b>B</b>	<b><math>0.15 \leq ag &lt; 0.20</math></b>
3	A	$0.10 \leq ag < 0.15$
3	B	(val. min.) $0.062 \leq ag < 0.10$

### 5.4. Microzonazione sismica di livello I

Allo stato attuale, per il territorio comunale di Pomezia non è ancora disponibile sul portale regionale web la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del Livello 1 di Microzonazione Sismica validata dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale (Nuova zonazione sismica della Regione Lazio ai sensi della D.G.R. Lazio n.545/2010).



## 5.5. Vita nominale di progetto e periodo di riferimento

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. Ai sensi del punto 2.4.1 del D.M.17/01/2018, i valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella seguente tabella:

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

11 D.M. 17/01/2018 – Tabella 2.4 I (valori minimi di  $V_N$  per i diversi tipi di costruzioni)

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

12 D.M. 17/01/2018 – Tabella 2.4 II (valori del coefficiente d'uso  $C_U$ )

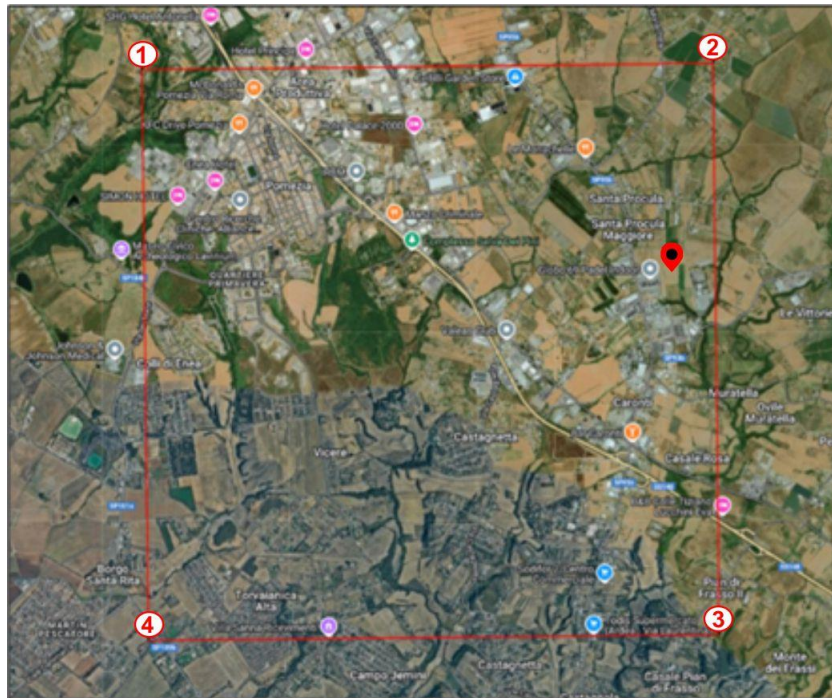
Pertanto, per l'intervento in progetto, ricadente in Classe d'Uso II, si ritiene corretto adottare i seguenti parametri:

- $V_N = 50$  anni
- $C_U = 1$
- $V_R = 50$  anni



## 5.6. Pericolosità sismica di base

Vengono di seguito riepilogati i principali parametri e coefficienti sismici per la definizione della pericolosità sismica di base.



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

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto:

Latitudine (WGS84):	41.6618690	[°]
Longitudine (WGS84):	12.5473261	[°]
Latitudine (ED50):	41.6628647	[°]
Longitudine (ED50):	12.5482473	[°]

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

Punto	ID	Lat. (ED50) [°]	Long. (ED50) [°]	Distanza [m]
1	29400	41.680440	12.486120	5517.99
2	29401	41.681020	12.553060	2058.16
3	29623	41.631030	12.553780	3569.38
4	29622	41.630460	12.486880	6243.62



**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.042	2.560	0.251
SLD	50	0.057	2.441	0.266
SLV	475	0.146	2.589	0.271
SLC	975	0.187	2.562	0.275

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.047	2.462	0.256
SLD	50	0.065	2.371	0.267
SLV	475	0.159	2.608	0.269
SLC	975	0.204	2.549	0.274

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.530	0.253
SLD	50	0.059	2.432	0.267
SLV	475	0.151	2.592	0.270
SLC	975	0.194	2.554	0.275

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.039	2.575	0.242
SLD	50	0.052	2.456	0.266
SLV	475	0.124	2.626	0.279
SLC	975	0.156	2.633	0.284

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.512	0.252
SLD	50	0.060	2.410	0.267
SLV	475	0.149	2.603	0.271
SLC	975	0.192	2.565	0.276



## 5.7. Pericolosità sismica di sito

- Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%
- Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000
- Categoria sottosuolo:

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

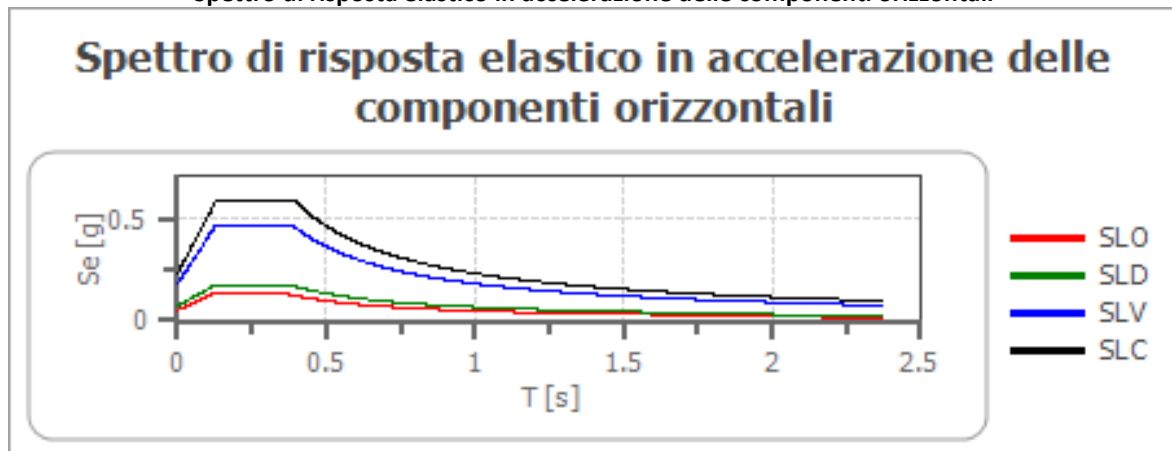
- Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ .

**Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.014	0.043	0.055
kv	0.005	0.007	0.022	0.028
a max [m/s <sup>2</sup> ]	0.518	0.710	1.759	2.258
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

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



	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0.044	2.512	0.252	1.200	1.450	1.000	1.200	1.000	0.122	0.366	1.776	0.053	0.133
SLD	0.060	2.410	0.267	1.200	1.430	1.000	1.200	1.000	0.127	0.381	1.841	0.072	0.174
SLV	0.149	2.603	0.271	1.200	1.430	1.000	1.200	1.000	0.129	0.387	2.198	0.179	0.467
SLC	0.192	2.565	0.276	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.131	0.392	2.367	0.230	0.590



## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il complesso delle osservazioni di terreno e delle verifiche strumentali eseguite nell'area dell'intervento consentono le seguenti conclusioni:

- alla luce delle indagini svolte, l'intervento in oggetto risulta compatibile con il contesto geologico ed idrogeologico dell'area;
- dal punto di vista geomorfologico l'area appartiene alla categoria topografica T1, alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica  $ST = 1,0$ ;
- nella cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio l'area ricade al di fuori delle Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico. Nel sito non si evidenziano fenomeni di dissesto in atto né quiescenti;
- le indagini condotte non hanno intercettato la falda idrica e, sulla base dei dati bibliografici a disposizione, il livello piezometrico della falda principale dovrebbe trovarsi alla quota di circa 40 m s.l.m. (almeno 20 – 30 m di profondità). Tuttavia, vista la variabilità della permeabilità dei terreni presenti, specialmente in occasione dei periodi maggiormente piovosi è possibile la presenza di piccole falde sospese a carattere stagionale anche a profondità minori, imprigionate all'interno dei sedimenti più permeabili;
- le prove sismiche MASW hanno permesso di classificare il sottosuolo in CLASSE B;
- la prospezione sismica passiva HVSr ha permesso di determinare una frequenza di risonanza pari a 4,40 Hz;
- le indagini condotte hanno messo in evidenza che il sottosuolo dell'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è caratterizzato dalla presenza di depositi piroclastici da moderatamente addensati fino a molto addensati. Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono riassunte nel precedente Capitolo 4, mentre gli spessori delle unità litostratigrafiche riconosciute sono indicati anche nelle sezioni geologiche riportate in Allegato 3; a tal proposito è ragionevole ipotizzare che i maggiori spessori delle piroclastiti moderatamente addensate si trovino in corrispondenza di tutta la fascia topograficamente depressa, allungata in direzione circa N-S, nel settore sud-orientale dell'area d'intervento.

IL TECNICO  
Dott. Geol. Lucio Costa

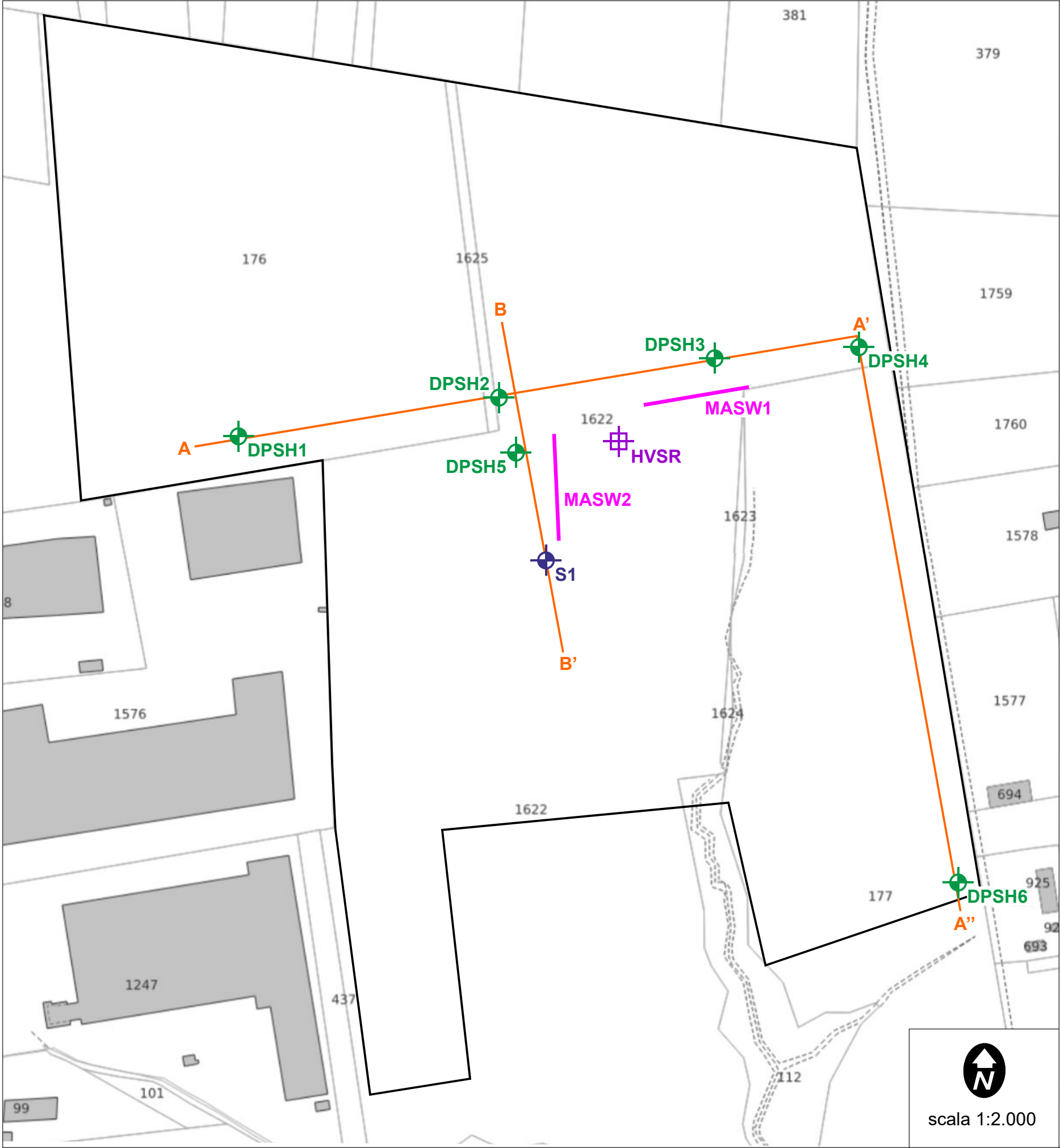




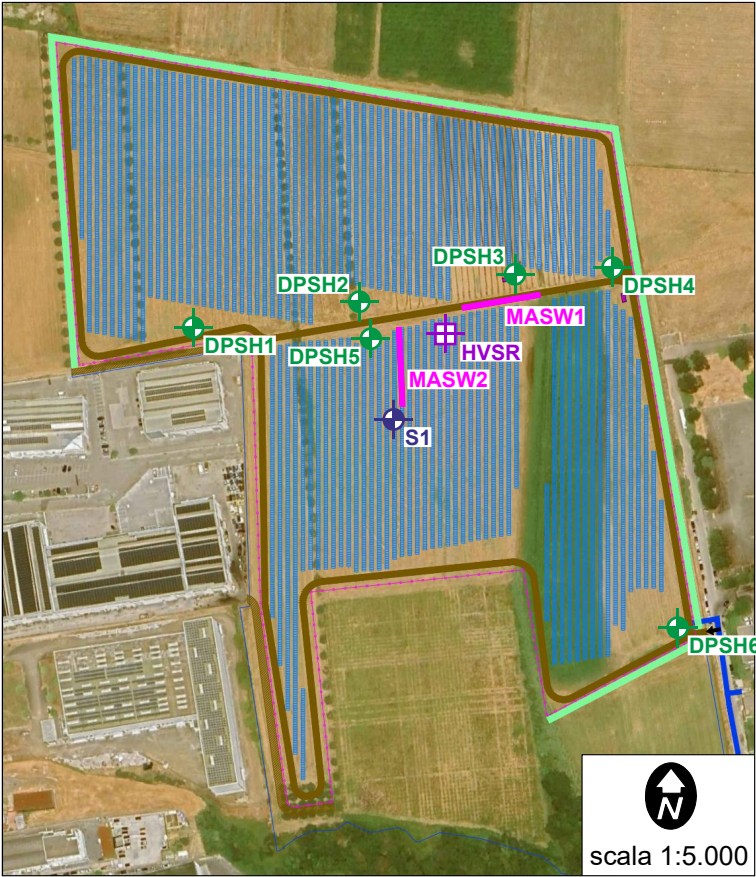
## **ALLEGATO 1**

### **PLANIMETRIA ED UBICAZIONE INDAGINI**





PLANIMETRIA ED UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA:

- Sondaggio geognostico
- Prove penetrometriche DPSH
- Prove sismiche MASW
- Prova sismica HVSr
- Tracce delle sezioni geologiche

COORDINATE GEOGRAFICHE DELLE INDAGINI:

Indagine	Latitudine	Longitudine
S1	41° 39' 41.88" N	12° 32' 49.56" E
DPSH1	41° 39' 43.77" N	12° 32' 43.92" E
DPSH2	41° 39' 44.50" N	12° 32' 48.55" E
DPSH3	41° 39' 45.13" N	12° 32' 52.94" E
DPSH4	41° 39' 45.38" N	12° 32' 55.71" E
DPSH5	41° 39' 43.77" N	12° 32' 48.80" E
DPSH6	41° 39' 37.75" N	12° 32' 57.79" E
MASW1 (punto centrale)	41° 39' 44.69" N	12° 32' 52.45" E
MASW2 (punto centrale)	41° 39' 43.16" N	12° 32' 49.64" E
HVSr	41° 39' 43.90" N	12° 32' 50.97" E



## **ALLEGATO 2**

**REPORT DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA**



## **SONDAGGIO GEOGNOSTICO**



metri <small>batt.</small>	Profondità (m)	Spessore (m)	STRATIGRAFIA					
			LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.P.T.		Prel. % 0.....100	C
					m	N. colpi		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

- 1) Scala metrica
- 2) Profondità della base dello strato (m)
- 3) Spessore dello strato (m)
- 4) Simbolo litologico
- 5) Descrizione della litologia dello strato
- 6) Standard Penetration Test (profondità di esecuzione)
- 7) Standard Penetration Test (numero di colpi)
- 8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ....., 91-100%)
- 9) Numero cassetta catalogatrice







Cantiere: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 Mwp	Sondaggio: <b>S1</b>
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)	Data: 17/10/2024
Perforazione: Carotaggio continuo (a rotazione con aste e carotiere semplice)	

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Postazione S1



S1 - Cassetta 1 (0,00 - 5,00 m)



Prova S.P.T.: particolare del maglio da 63,5 kg



S1 - Cassetta 2 (5,00 - 10,00 m)

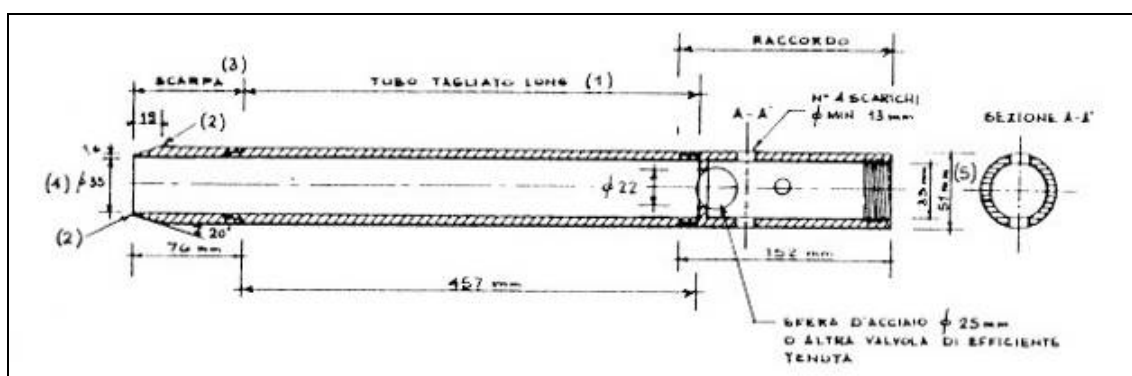


**PROVE S.P.T. IN FORO**



## PRINCIPI GENERALI

La prova "Standard Penetration Test" si esegue nel corso di una perforazione, a fondo foro, per la determinazione della resistenza meccanica alla penetrazione espressa come numero di colpi (Nspt) necessari ad infiggere a percussione, per una profondità di 30 cm dopo una penetrazione preliminare di 15 cm, uno speciale campionatore di dimensioni standard (diametro esterno 51 mm). Il campionatore è collegato alla superficie tramite una batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m. La norma ASTM prevede l'impiego all'estremità delle aste di un tubo campionatore standard tipo Raymond, che può essere a punta aperta per materiali sabbiosi-limosi o a punta chiusa per materiali ghiaiosi o molto addensati.



Durante la prova si misura:

- **N1** = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- **N2** = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- **N3** = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento;

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore: **NSPT = N2 + N3**.

Si utilizzano le seguenti attrezzature standard:

- aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m;
- testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- maglio di acciaio di 63.5 kg;
- dispositivo automatico per la caduta del maglio da un'altezza di 0.76 m;
- centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna.

Il campionatore standard (detto Raymond dalla società che lo ha introdotto per prima) è formato da un tubo carotiere avente diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm; nei terreni ghiaiosi la scarpa del carotiere



viene sostituita da una punta conica di diametro 51 mm, angolo 60°. Il campionatore Raymond consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà; i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa. Alla fine della prova si svita la scarpa, il carotiere si apre in due permettendo di estrarre il campione di terreno.

La sua vasta diffusione è dovuta principalmente alla facilità di realizzazione, potendo essere eseguita in qualunque tipo di terreno direttamente durante il sondaggio, senza l'adozione di attrezzature supplementari; il suo uso in tutto il mondo ha portato alla produzione di una abbondante bibliografia che rende agevole l'interpretazione dei risultati ottenuti.

In questa indagine sono state effettuate in totale n. 15 prove S.P.T.. I valori delle S.P.T. sono stati utilizzati per le correlazioni geotecniche, facendo riferimento a vari Autori, che in passato hanno messo a confronto dati geotecnici di laboratorio con i valori di numerose prove S.P.T. realizzate negli stessi materiali alla stessa profondità di prelievo dei campioni.



## **PROVA S.P.T.1**

Profondità prova:  
Falda:

3,00 mt  
non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Unità litostratigrafica "C"
3.15	N1 = 15	
3.30	N2 = 21	
3.45	N3 = 27	
N = N2 + N3 = 48		

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.P.T.1**

#### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Skempton (1986)	78.59

#### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Shioi-Fukuni (1982)	41.79

#### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Schmertmann (1978)	382.85

#### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Begemann (1974)	125.76

#### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### **Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Meyerhof ed altri	2.03

#### **Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	(A.G.I.)	0.26

#### **Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	48	3.00 – 3.45	Robertson e Campanella (1983)	1328.47



## **PROVA S.P.T.2**

Profondità prova:  
Falda:

8,00 mt  
non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Unità litostratigrafica "C"
8.15	N1 = 16	
8.30	N2 = 28	
8.45	N3 = 32	
N = N2 + N3 = 60		

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.P.T.2**

#### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Skempton (1986)	89.84

#### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Shioi-Fukuni (1982)	44.95

#### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Schmertmann (1978)	478.56

#### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Begemann (1974)	150.34

#### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

#### **Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Meyerhof ed altri	2.09

#### **Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	(A.G.I.)	0.23

#### **Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	60	8.00 – 8.45	Robertson e Campanella (1983)	1522.52



## **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DPSH1 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

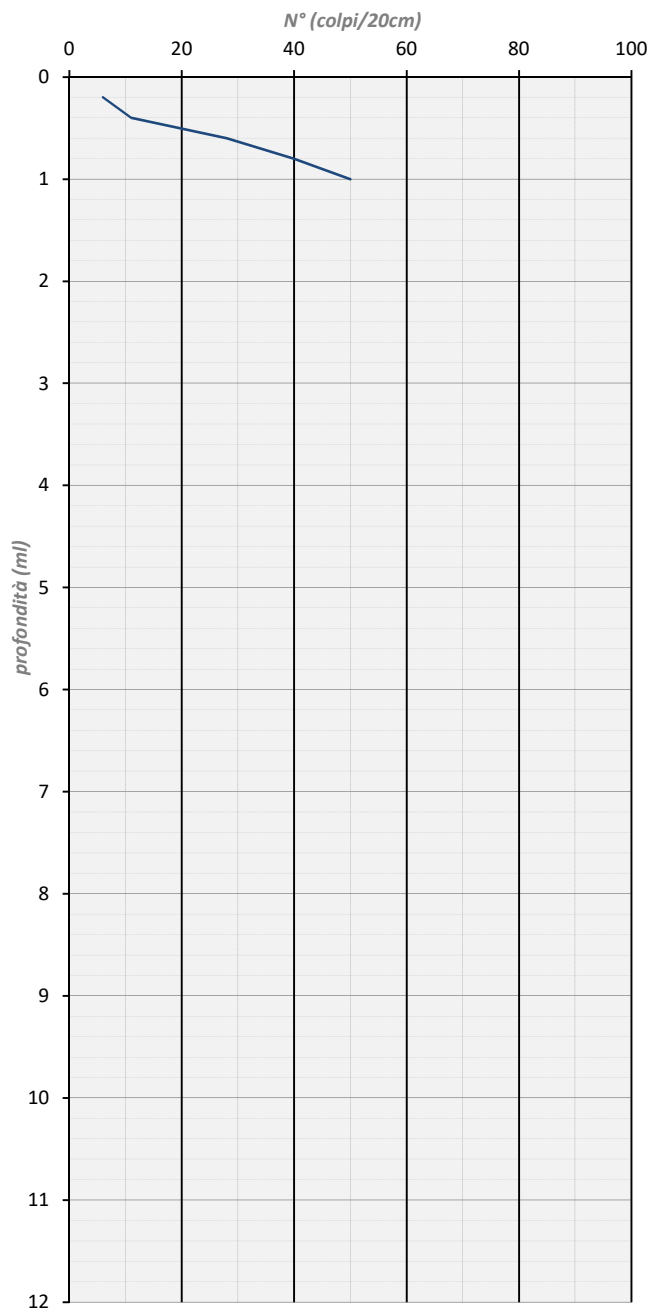
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	6	8,2		16,2	
0,4	11	8,4		16,4	
0,6	28	8,6		16,6	
0,8	40	8,8		16,8	
1	50	9		17	
1,2	0	9,2		17,2	
1,4	0	9,4		17,4	
1,6	0	9,6		17,6	
1,8	0	9,8		17,8	
2	0	10		18	
2,2	0	10,2		18,2	
2,4	0	10,4		18,4	
2,6	0	10,6		18,6	
2,8	0	10,8		18,8	
3	0	11		19	
3,2	0	11,2		19,2	
3,4	0	11,4		19,4	
3,6	0	11,6		19,6	
3,8	0	11,8		19,8	
4	0	12		20	
4,2	0	12,2		20,2	
4,4	0	12,4		20,4	
4,6	0	12,6		20,6	
4,8	0	12,8		20,8	
5	0	13		21	
5,2	0	13,2		21,2	
5,4	0	13,4		21,4	
5,6	0	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

Grafico profondità/numero di colpi







**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH1 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DPSH2 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

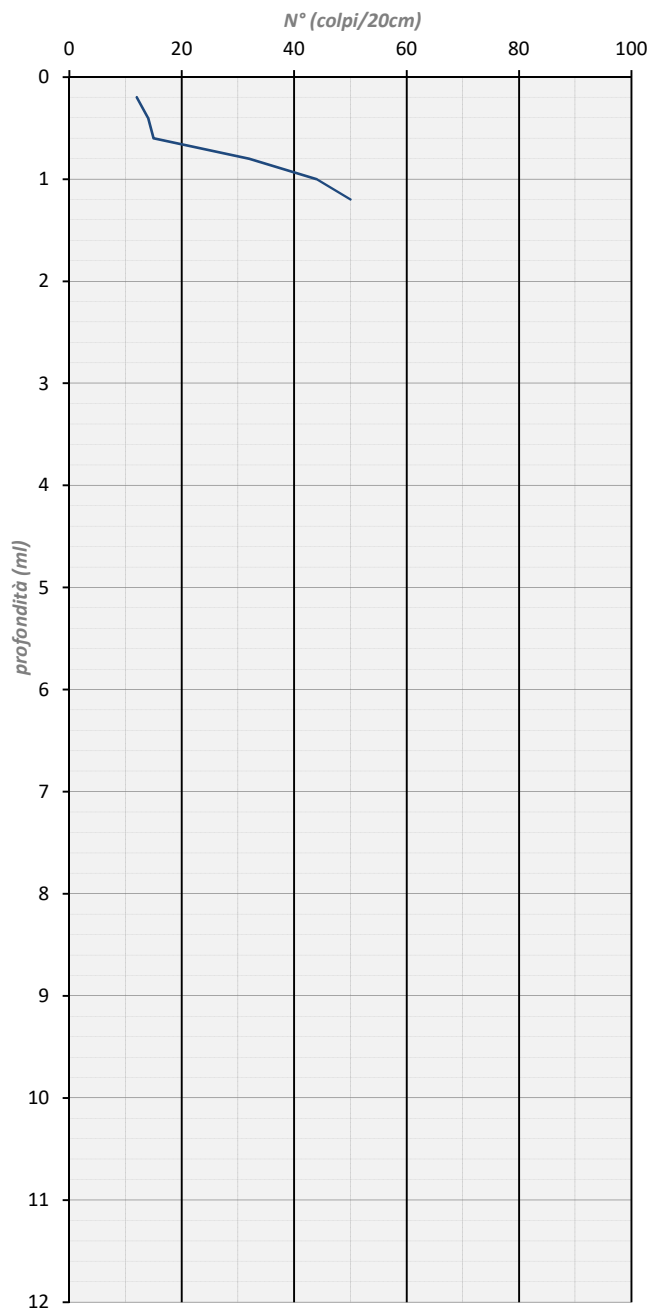
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	12	8,2		16,2	
0,4	14	8,4		16,4	
0,6	15	8,6		16,6	
0,8	32	8,8		16,8	
1	44	9		17	
1,2	50	9,2		17,2	
1,4	0	9,4		17,4	
1,6	0	9,6		17,6	
1,8	0	9,8		17,8	
2	0	10		18	
2,2	0	10,2		18,2	
2,4	0	10,4		18,4	
2,6	0	10,6		18,6	
2,8	0	10,8		18,8	
3	0	11		19	
3,2	0	11,2		19,2	
3,4	0	11,4		19,4	
3,6	0	11,6		19,6	
3,8	0	11,8		19,8	
4	0	12		20	
4,2	0	12,2		20,2	
4,4	0	12,4		20,4	
4,6	0	12,6		20,6	
4,8	0	12,8		20,8	
5	0	13		21	
5,2	0	13,2		21,2	
5,4	0	13,4		21,4	
5,6	0	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

Grafico profondità/numero di colpi







**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH2 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DPSH3 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

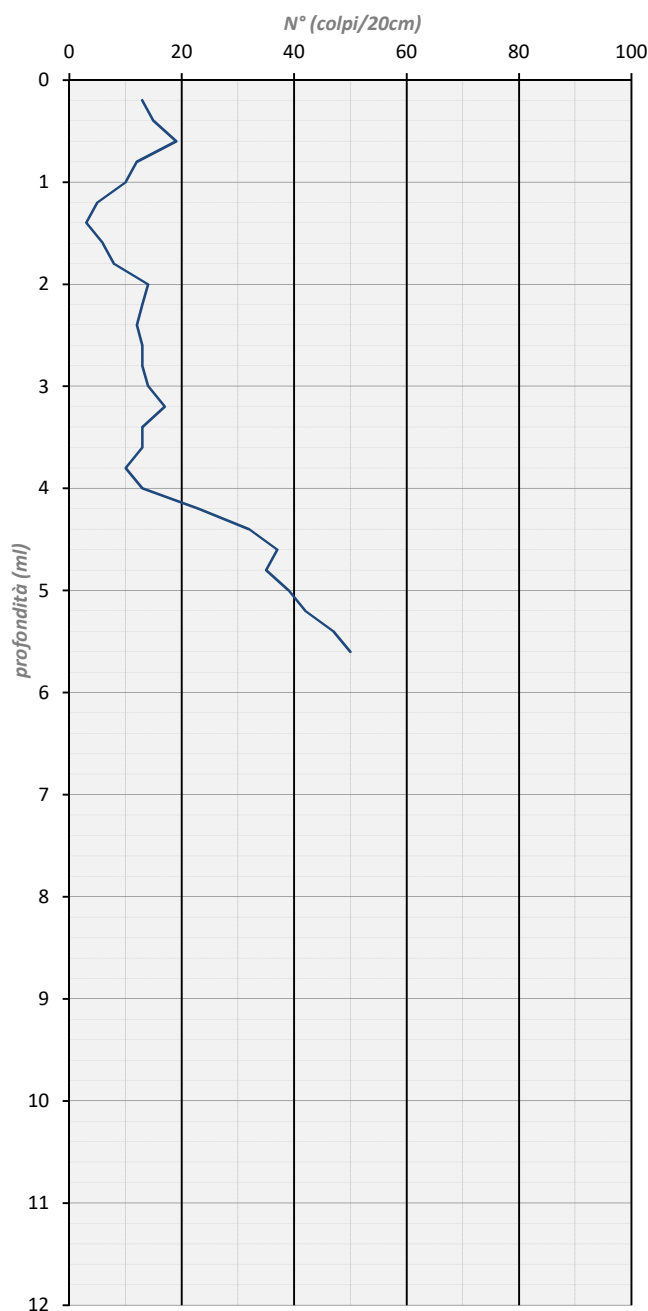
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	13	8,2		16,2	
0,4	15	8,4		16,4	
0,6	19	8,6		16,6	
0,8	12	8,8		16,8	
1	10	9		17	
1,2	5	9,2		17,2	
1,4	3	9,4		17,4	
1,6	6	9,6		17,6	
1,8	8	9,8		17,8	
2	14	10		18	
2,2	13	10,2		18,2	
2,4	12	10,4		18,4	
2,6	13	10,6		18,6	
2,8	13	10,8		18,8	
3	14	11		19	
3,2	17	11,2		19,2	
3,4	13	11,4		19,4	
3,6	13	11,6		19,6	
3,8	10	11,8		19,8	
4	13	12		20	
4,2	23	12,2		20,2	
4,4	32	12,4		20,4	
4,6	37	12,6		20,6	
4,8	35	12,8		20,8	
5	39	13		21	
5,2	42	13,2		21,2	
5,4	47	13,4		21,4	
5,6	50	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

Grafico profondità/numero di colpi





**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH3 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**



**CONTROLLO GPR**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DPSH4 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

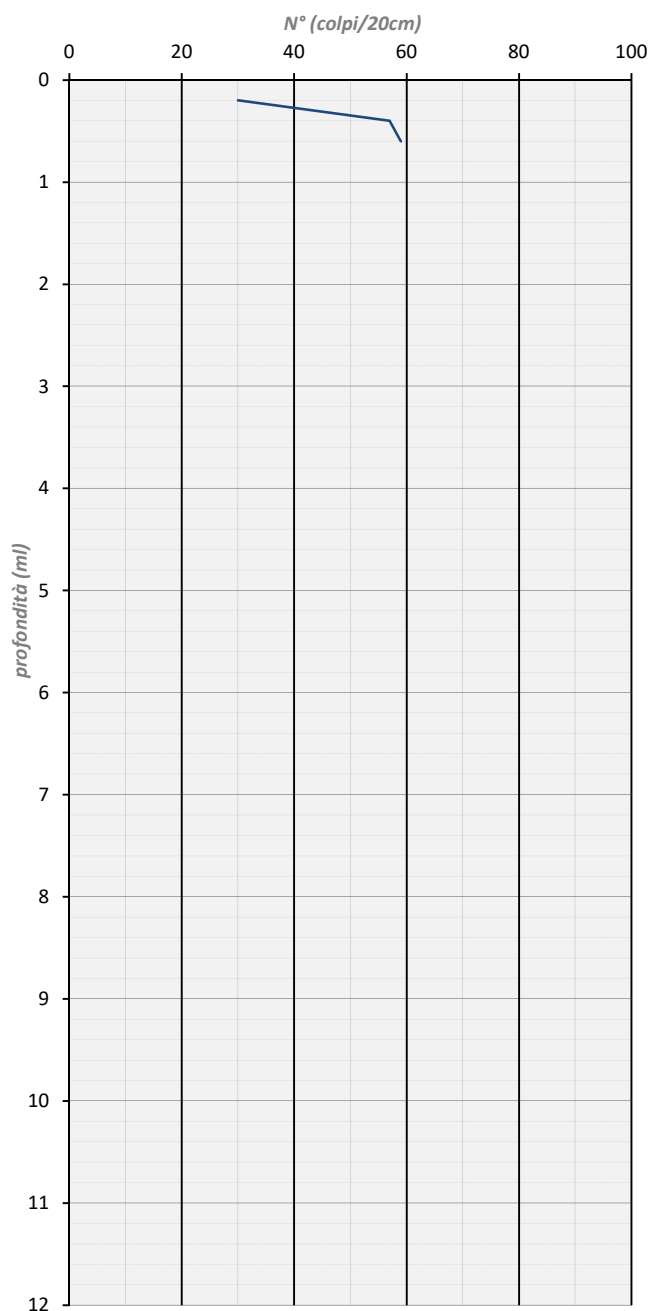
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	30	8,2		16,2	
0,4	57	8,4		16,4	
0,6	59	8,6		16,6	
0,8	0	8,8		16,8	
1	0	9		17	
1,2	0	9,2		17,2	
1,4	0	9,4		17,4	
1,6	0	9,6		17,6	
1,8	0	9,8		17,8	
2	0	10		18	
2,2	0	10,2		18,2	
2,4	0	10,4		18,4	
2,6	0	10,6		18,6	
2,8	0	10,8		18,8	
3	0	11		19	
3,2	0	11,2		19,2	
3,4	0	11,4		19,4	
3,6	0	11,6		19,6	
3,8	0	11,8		19,8	
4	0	12		20	
4,2	0	12,2		20,2	
4,4	0	12,4		20,4	
4,6	0	12,6		20,6	
4,8	0	12,8		20,8	
5	0	13		21	
5,2	0	13,2		21,2	
5,4	0	13,4		21,4	
5,6	0	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

### Grafico profondità/numero di colpi





**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH4 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**



**CONTROLLO GPR**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DPSH5 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

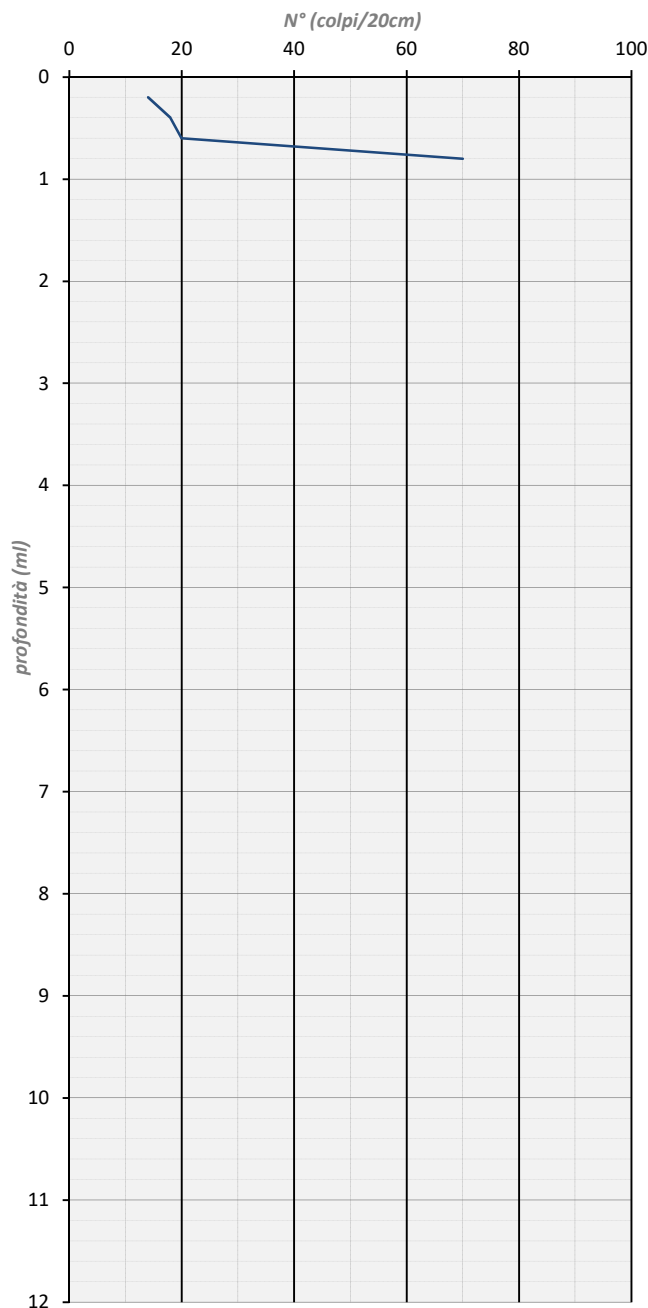
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	14	8,2		16,2	
0,4	18	8,4		16,4	
0,6	20	8,6		16,6	
0,8	70	8,8		16,8	
1	0	9		17	
1,2	0	9,2		17,2	
1,4	0	9,4		17,4	
1,6	0	9,6		17,6	
1,8	0	9,8		17,8	
2	0	10		18	
2,2	0	10,2		18,2	
2,4	0	10,4		18,4	
2,6	0	10,6		18,6	
2,8	0	10,8		18,8	
3	0	11		19	
3,2	0	11,2		19,2	
3,4	0	11,4		19,4	
3,6	0	11,6		19,6	
3,8	0	11,8		19,8	
4	0	12		20	
4,2	0	12,2		20,2	
4,4	0	12,4		20,4	
4,6	0	12,6		20,6	
4,8	0	12,8		20,8	
5	0	13		21	
5,2	0	13,2		21,2	
5,4	0	13,4		21,4	
5,6	0	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

Grafico profondità/numero di colpi







**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH5 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**

**CONTROLLO GPR**





Richiedente: ARTELIA ITALIA S.p.A.

Opera: Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)

Data prova: 17/10/24

Sigla Prova: DP SH6 Progressiva:

Coordinate Geografiche:

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Attrezzatura Utilizzata:

PENETROMETRO DEEP DRILL

Peso maglio:

63 .5 kg

Tecnico Operatore:

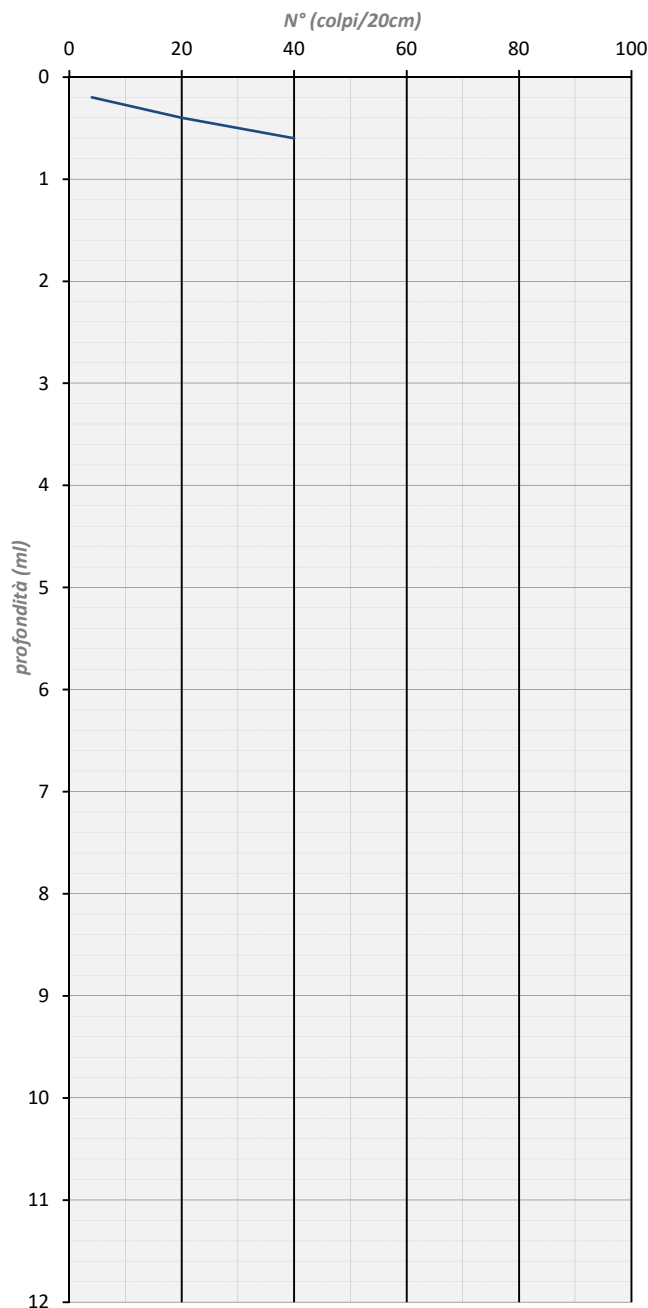
Formato Jacopo

Passo:

20 cm

Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°	Profondità dal p. c. (ml)	Numero colpi N°
0,1		8	0	16	
0,2	4	8,2		16,2	
0,4	20	8,4		16,4	
0,6	40	8,6		16,6	
0,8	0	8,8		16,8	
1	0	9		17	
1,2	0	9,2		17,2	
1,4	0	9,4		17,4	
1,6	0	9,6		17,6	
1,8	0	9,8		17,8	
2	0	10		18	
2,2	0	10,2		18,2	
2,4	0	10,4		18,4	
2,6	0	10,6		18,6	
2,8	0	10,8		18,8	
3	0	11		19	
3,2	0	11,2		19,2	
3,4	0	11,4		19,4	
3,6	0	11,6		19,6	
3,8	0	11,8		19,8	
4	0	12		20	
4,2	0	12,2		20,2	
4,4	0	12,4		20,4	
4,6	0	12,6		20,6	
4,8	0	12,8		20,8	
5	0	13		21	
5,2	0	13,2		21,2	
5,4	0	13,4		21,4	
5,6	0	13,6		21,6	
5,8	0	13,8		21,8	
6	0	14		22	
6,2	0	14,2		22,2	
6,4	0	14,4		22,4	
6,6	0	14,6		22,6	
6,8	0	14,8		22,8	
7	0	15		23	
7,2	0	15,2		23,2	
7,4	0	15,4		23,4	
7,6	0	15,6		23,6	
7,8	0	15,8		23,8	

Grafico profondità/numero di colpi





**Richiedente:** ARTELIA ITALIA S.p.A.

**Opera:** Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via Laurentina 151 Comune di Pomezia e di Ardea (Roma)

**Data prova** 17/10/2024

**Sigla Prova:** DPSH6 **Progressiva:**

0

**Coordinate Geografiche:**

0

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**POSTAZIONE PROVA**



**CONTROLLO GPR**

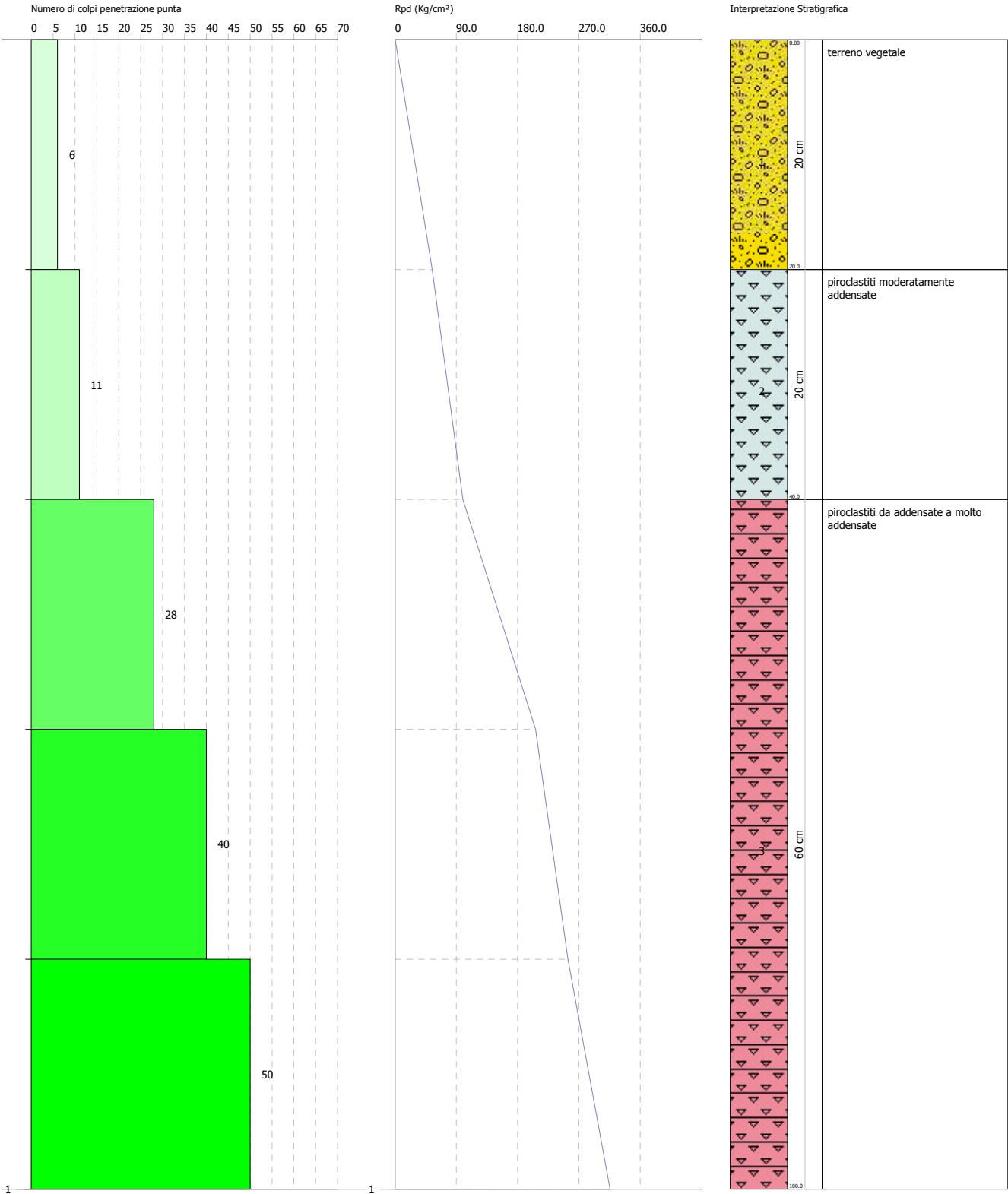


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPSH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:5



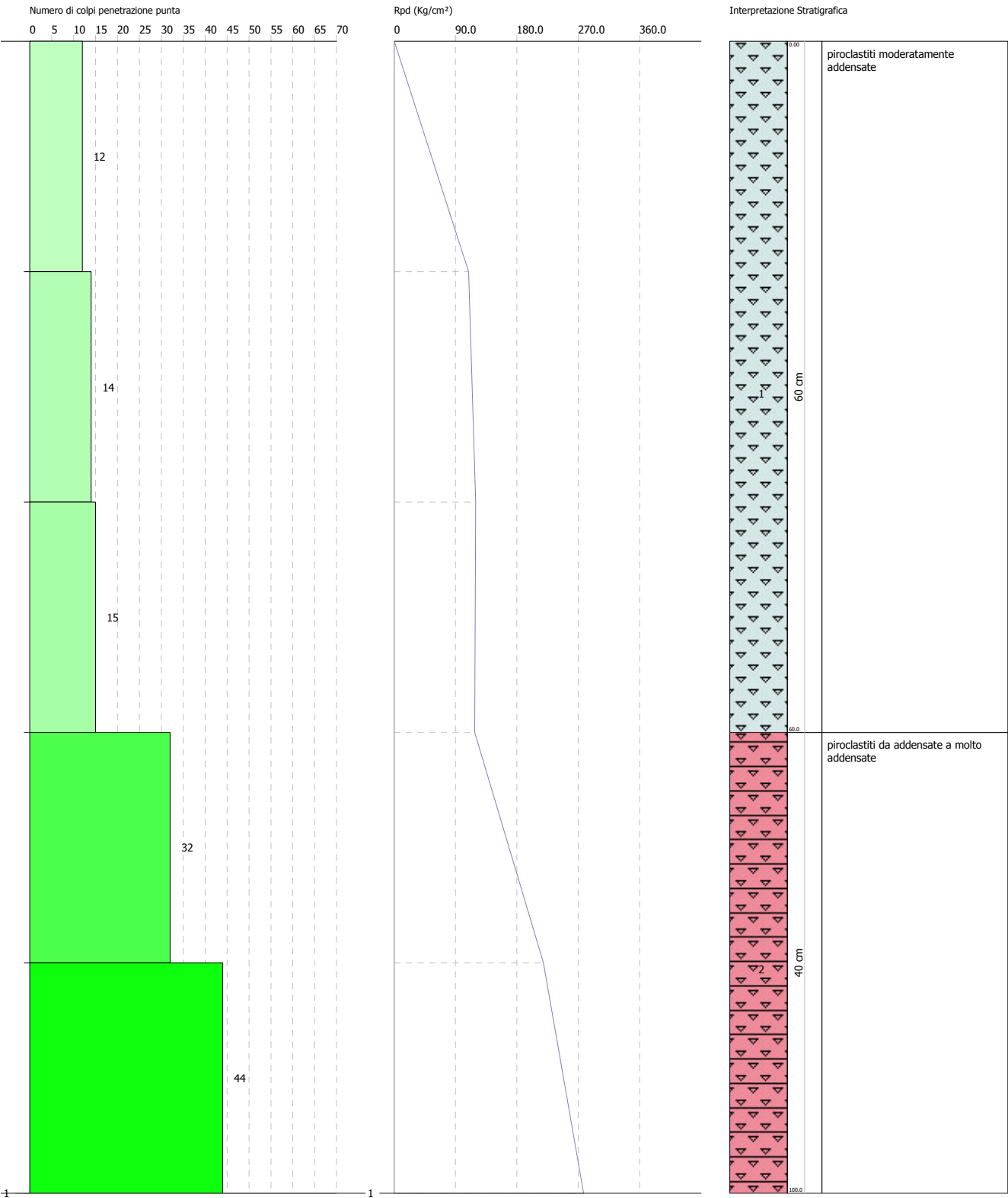


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPSH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:5



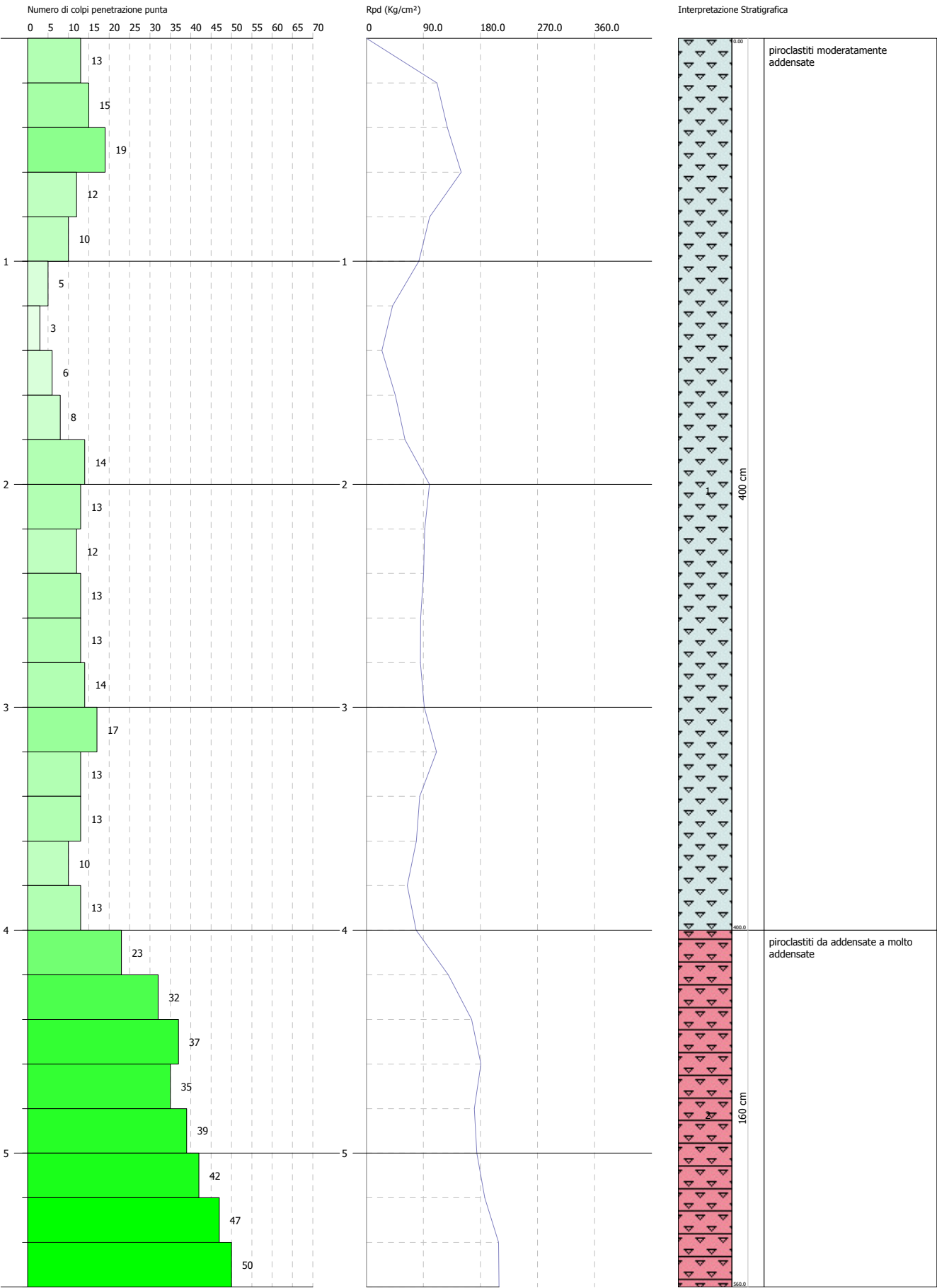


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DPSH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:24



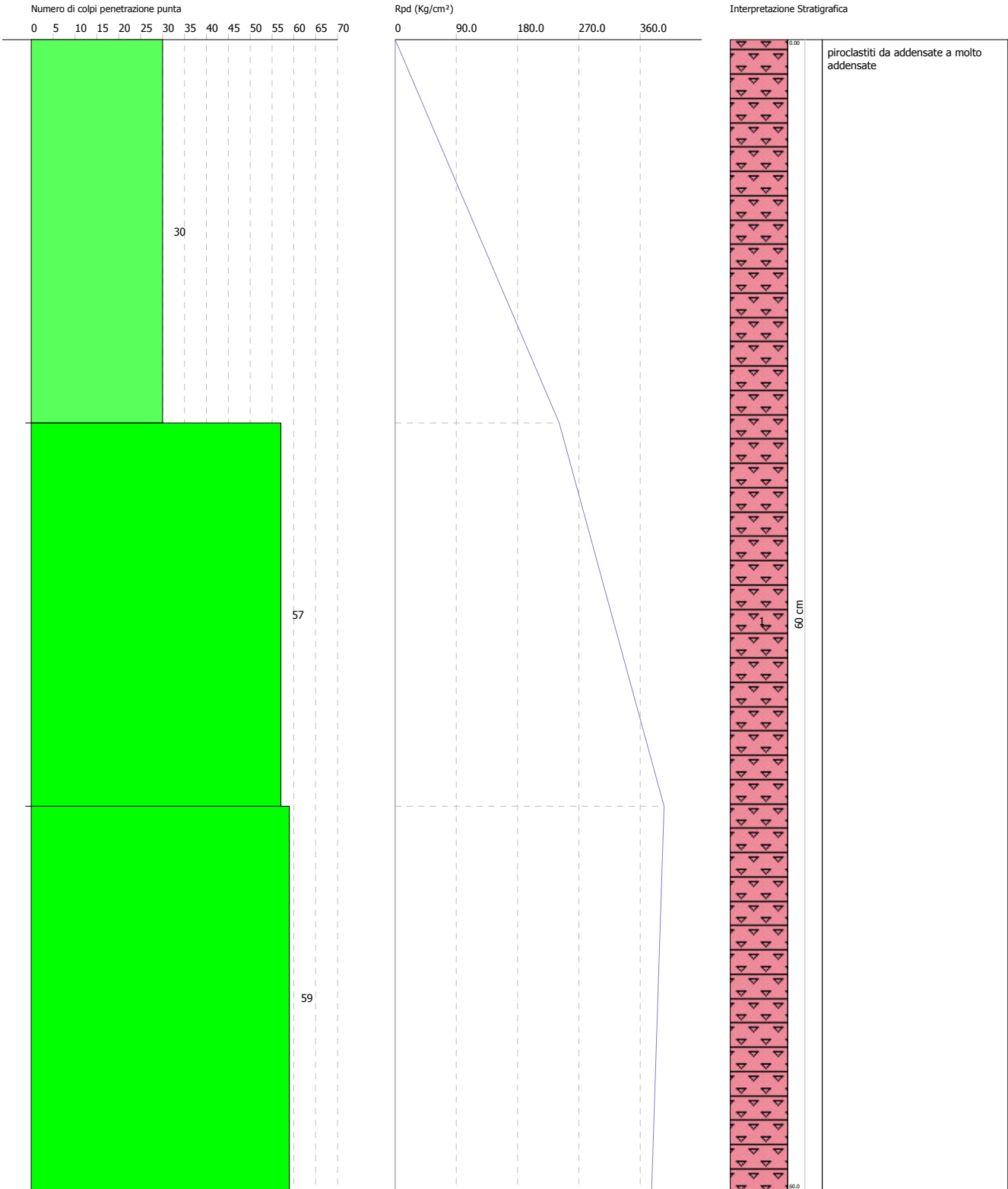


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
Strumento utilizzato... DPH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:3



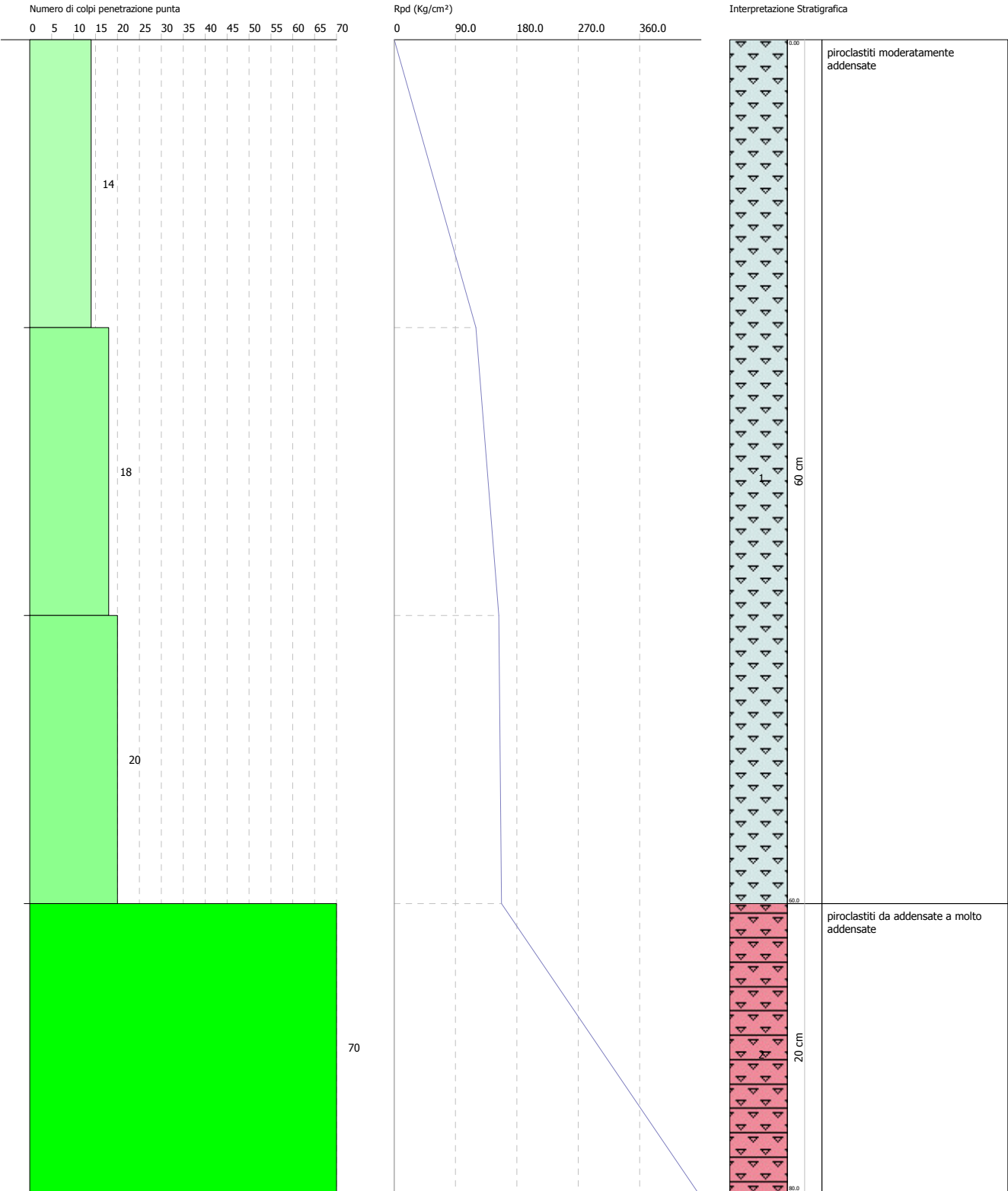


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5  
Strumento utilizzato... DPSH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:4



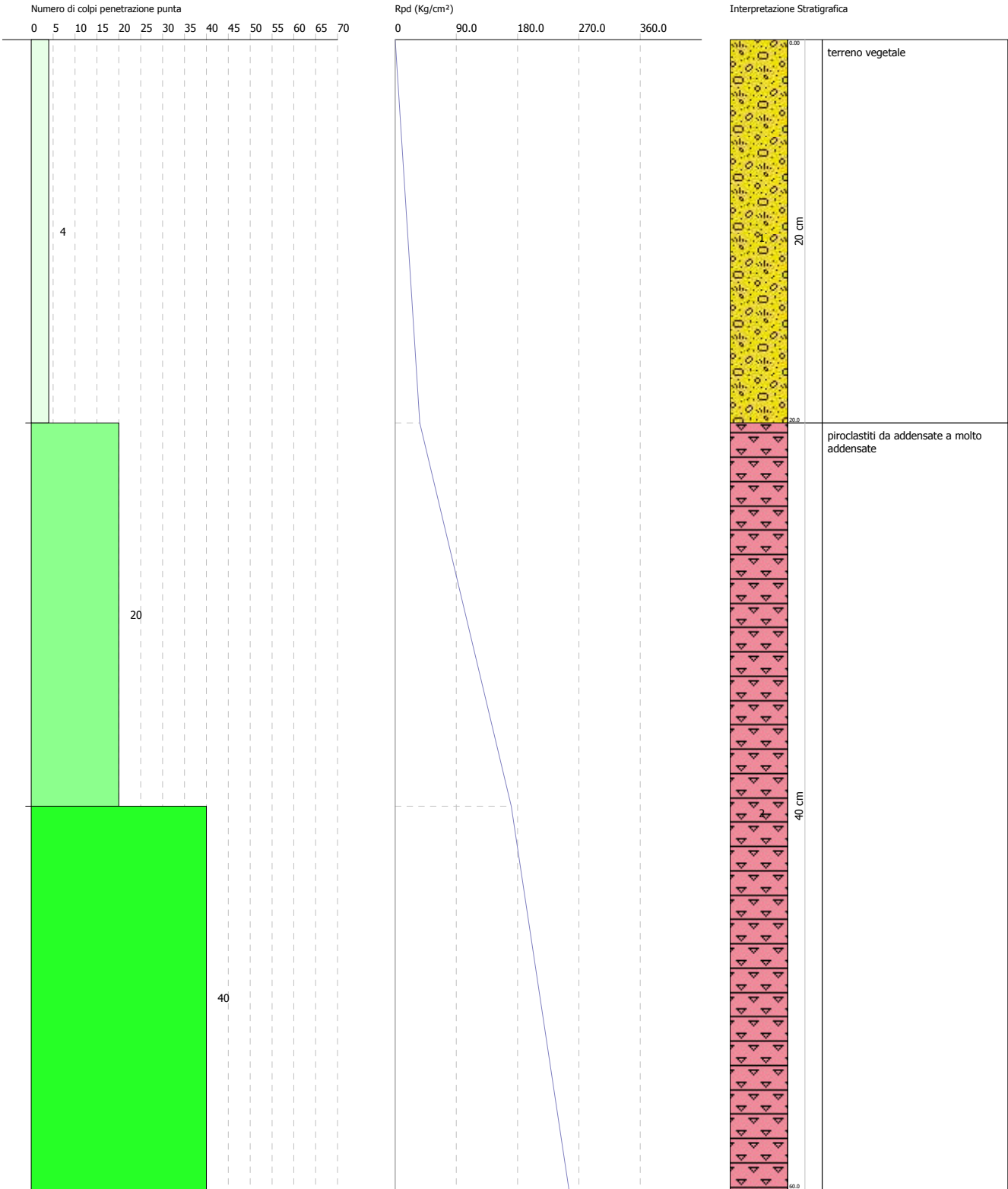


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6  
Strumento utilizzato... DPSH 63 DEEP DRILL

Committente:  
Descrizione: Realizzazione impianto fotovoltaico  
Località: Via dei Cedri - Pomezia (Roma)

Data: 17/10/2024

Scala 1:3





## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

### (DYNAMIC PROBING)

#### DPSH – DPM (... scpt ecc.)

#### **Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

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

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

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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



Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
<b>Super pesante (Super Heavy)</b>	<b>DPSH</b>	<b><math>M \geq 60</math></b>

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH	
Cantiere:	Realizzazione impianto fotovoltaico
Località:	Via dei Cedri – Pomezia (Roma)

#### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 63 DEEP DRILL

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,6 Kg
Diametro punta conica	50,96 mm
Area di base punta	20,4 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	5,5 Kg
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N (20)
Coeff. Correlazione	1,506
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°



## **PROVA DPSH 1**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 1,00 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	6	0.855	54.61	63.90	2.73	3.19
0.40	11	0.851	99.67	117.15	4.98	5.86
0.60	28	0.747	206.44	276.35	10.32	13.82
0.80	40	0.643	253.98	394.79	12.70	19.74
1.00	50	0.640	315.71	493.49	15.79	24.67
1.20	Prova interrotta per rifiuto strumentale					

## **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1**

### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Skempton (1986)	27.99
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Skempton (1986)	41.82
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Skempton (1986)	75.82

### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Shioi-Fukuni (1982)	25.84
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Shioi-Fukuni (1982)	29.67
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Shioi-Fukuni (1982)	40.8

### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Schmertmann (1978)	62.64
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Schmertmann (1978)	114.80
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Schmertmann (1978)	354.96

### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Begemann (1974)	43.55
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Begemann (1974)	56.94
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Begemann (1974)	118.60



**Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Meyerhof ed altri	1.65
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Meyerhof ed altri	1.76
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Meyerhof ed altri	2.02

**Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	(A.G.I.)	0.34
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	(A.G.I.)	0.33
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	(A.G.I.)	0.27

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	7.83	0.00 – 0.20	Robertson e Campanella (1983)	439.54
"B" - piroclastiti	14.35	0.20 – 0.40	Robertson e Campanella (1983)	636.42
"C" - piroclastiti	44.37	> 0.40	Robertson e Campanella (1983)	1268.47



## **PROVA DPSH 2**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 1,00 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	12	0.855	109.22	127.80	5.46	6.39
0.40	14	0.801	119.39	149.10	5.97	7.45
0.60	15	0.797	117.99	148.05	5.90	7.40
0.80	32	0.693	218.98	315.83	10.95	15.79
1.00	44	0.640	277.83	434.27	13.89	21.71
1.20	Prova interrotta per rifiuto strumentale					

## **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2**

### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Skempton (1986)	46.45
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Skempton (1986)	80.02

### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Shioi-Fukuni (1982)	30.95
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Shioi-Fukuni (1982)	42.27

### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Schmertmann (1978)	135.76
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Schmertmann (1978)	396.72

### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Begemann (1974)	62.32
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Begemann (1974)	129.32

### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Classificazione A.G.I	ADDENSATO



**Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Meyerhof ed altri	1.83
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Meyerhof ed altri	2.04

**Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	(A.G.I.)	0.32
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	(A.G.I.)	0.25

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	16.97	0.00 – 0.60	Robertson e Campanella (1983)	705.09
"C" - piroclastiti	49.59	> 0.60	Robertson e Campanella (1983)	1357.67



### **PROVA DPSH 3**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 5,60 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	13	0.805	111.40	138.45	5.57	6.92
0.40	15	0.801	127.92	159.75	6.40	7.99
0.60	19	0.797	149.46	187.53	7.47	9.38
0.80	12	0.843	99.88	118.44	4.99	5.92
1.00	10	0.840	82.88	98.70	4.14	4.93
1.20	5	0.836	41.27	49.35	2.06	2.47
1.40	3	0.833	24.66	29.61	1.23	1.48
1.60	6	0.830	45.77	55.18	2.29	2.76
1.80	8	0.826	60.79	73.57	3.04	3.68
2.00	14	0.773	99.55	128.75	4.98	6.44
2.20	13	0.770	92.07	119.55	4.60	5.98
2.40	12	0.817	90.18	110.36	4.51	5.52
2.60	13	0.764	85.53	111.92	4.28	5.60
2.80	13	0.761	85.21	111.92	4.26	5.60
3.00	14	0.759	91.44	120.52	4.57	6.03
3.20	17	0.756	110.64	146.35	5.53	7.32
3.40	13	0.753	84.32	111.92	4.22	5.60
3.60	13	0.751	78.99	105.20	3.95	5.26
3.80	10	0.798	64.61	80.92	3.23	4.05
4.00	13	0.746	78.48	105.20	3.92	5.26
4.20	23	0.694	129.11	186.11	6.46	9.31
4.40	32	0.641	166.10	258.94	8.30	12.95
4.60	37	0.639	180.55	282.44	9.03	14.12
4.80	35	0.637	170.22	267.18	8.51	13.36
5.00	39	0.585	174.17	297.71	8.71	14.89
5.20	42	0.583	186.92	320.61	9.35	16.03
5.40	47	0.581	208.47	358.78	10.42	17.94
5.60	50	0.579	209.19	361.22	10.46	18.06
5.80	Prova interrotta per rifiuto strumentale					



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

### Densità relativa

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Skempton (1986)	41.69
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Skempton (1986)	75.00

### Angolo di resistenza al taglio

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Shioi-Fukuni (1982)	29.64
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Shioi-Fukuni (1982)	40.49

### Modulo di Young

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Schmertmann (1978)	114.24
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Schmertmann (1978)	346.64

### Modulo Edometrico

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Begemann (1974)	56.80
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Begemann (1974)	116.47

### Classificazione AGI

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

### Peso unità di volume

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Meyerhof ed altri	1.76
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Meyerhof ed altri	2.01

### Modulo di Poisson

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	(A.G.I.)	0.33
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	(A.G.I.)	0.27

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	14.28	0.00 – 4.00	Robertson e Campanella (1983)	634.53
"C" - piroclastiti	43.33	> 4.00	Robertson e Campanella (1983)	1250.22



### **PROVA DPSH 4**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 0,60 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	30	0.755	241.10	319.49	12.05	15.97
0.40	57	0.651	395.04	607.04	19.75	30.35
0.60	59	0.647	376.76	582.32	18.84	29.12
0.80	Prova interrotta per rifiuto strumentale					

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 4**

#### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Skempton (1986)	86.58

#### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Shioi-Fukuni (1982)	44.18

#### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Schmertmann (1978)	454.16

#### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Begemann (1974)	144.07

#### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### **Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Meyerhof ed altri	2.07



**Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	(A.G.I.)	0.24

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"C" - piroclastiti	56.77	> 0.00	Robertson e Campanella (1983)	1474.61



## **PROVA DPSH 5**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 0,80 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	14	0.805	119.97	149.10	6.00	7.45
0.40	18	0.801	153.50	191.70	7.68	9.58
0.60	20	0.797	157.33	197.40	7.87	9.87
0.80	70	0.643	444.47	690.89	22.22	34.54
1.00	Prova interrotta per rifiuto strumentale					

## **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 5**

### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Skempton (1986)	48.57
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Skempton (1986)	99.99

### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Shioi-Fukuni (1982)	31.55
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Shioi-Fukuni (1982)	52.02

### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Schmertmann (1978)	146.16
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Schmertmann (1978)	730.80

### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Begemann (1974)	64.99
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Begemann (1974)	215.10

### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO



**Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Meyerhof ed altri	1.86
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Meyerhof ed altri	2.30

**Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	(A.G.I.)	0.32
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	(A.G.I.)	0.17

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"B" - piroclastiti	18.27	0.00 – 0.60	Robertson e Campanella (1983)	737.62
"C" - piroclastiti	91.35	> 0.60	Robertson e Campanella (1983)	1971.98



## **PROVA DPSH 6**

Strumento utilizzato: DPSH 63 Deep Drill  
Profondità prova: 0,60 mt  
Prova eseguita in data: 17/10/2024  
Falda: non rilevata  
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	14	0.805	119.97	149.10	6.00	7.45
0.40	18	0.801	153.50	191.70	7.68	9.58
0.60	20	0.797	157.33	197.40	7.87	9.87
0.80	Prova interrotta per rifiuto strumentale					

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 6**

#### **Densità relativa**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Skempton (1986)	21.42
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Skempton (1986)	71.68

#### **Angolo di resistenza al taglio**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Shioi-Fukuni (1982)	23.85
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Shioi-Fukuni (1982)	39.23

#### **Modulo di Young**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Schmertmann (1978)	41.76
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Schmertmann (1978)	313.20

#### **Modulo Edometrico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Begemann (1974)	38.19
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Begemann (1974)	107.88

#### **Classificazione AGI**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO



**Peso unità di volume**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Meyerhof ed altri	1.55
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Meyerhof ed altri	2.00

**Modulo di Poisson**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	(A.G.I.)	0.34
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	(A.G.I.)	0.28

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Strato	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
"A" - terreno vegetale	5.22	0.00 – 0.20	Robertson e Campanella (1983)	343.09
"C" - piroclastiti	39.15	> 0.20	Robertson e Campanella (1983)	1175.08



## **INDAGINI SISMICHE MASW E HVSR**



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Indagini sismiche

**Impianto fotovoltaico di potenza 9,269 MWp via dei Cedri Comune di Pomezia (Roma)**



Le indagini sono state eseguite il giorno 17/10/2024 e hanno previsto 2 prove Masw e 1 prova Hvsr

## Risultati indagini sismiche

Prova	Vs eq= VsH m/s	H m	Categoria Suolo	Frequenza
<b>Masw 1</b>	<b>396</b>	<b>29.50</b>	<b>B</b>	
<b>Masw 2</b>	<b>482</b>	<b>29.52</b>	<b>B</b>	
<b>Hvsr 1</b>				<b>4.40 Hz ± 0.21 Hz</b>

## Ubicazione indagini coordinate WGS84

Indagini	Latitudine	Longitudine
Masw 1	41° 39' 44.69''	12° 32' 52.45''
Masw 2	41° 39' 43.16''	12° 32' 49.64''
Hvsr1	41° 39' 43.90''	12° 32' 50.97''



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Indagine geofisica tramite tecnica MASW

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

### Moto del segnale sismico

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

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

### Onde di Rayleigh – “R”

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

### Analisi del segnale con tecnica MASW

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

### Modellizzazione

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

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



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

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

### **Modi di vibrazione**

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

### **Profondità di indagine**

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



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Masw 1

### Dati generali

**Data** | 17/10/2024 11:45

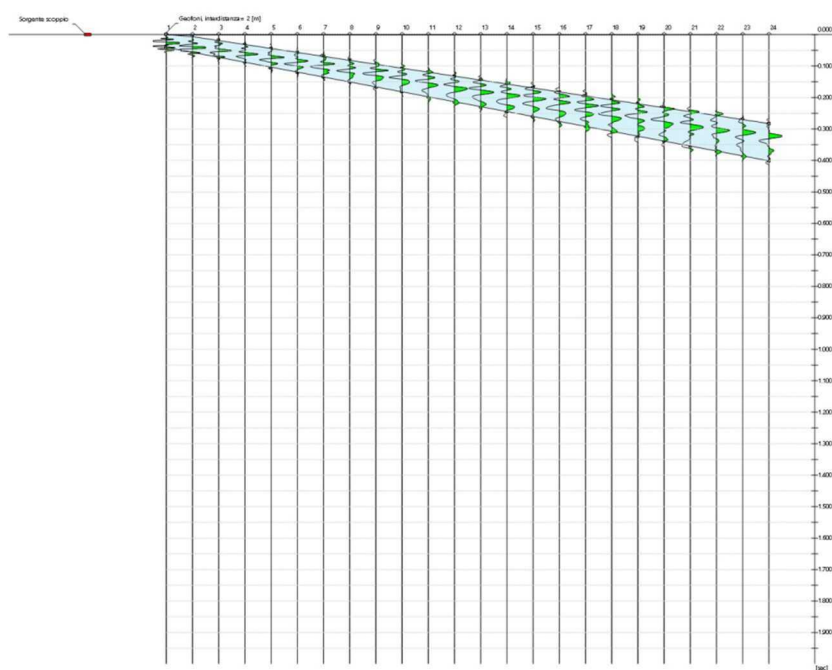




	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b>	2000.0
<b>[msec]</b>	
<b>Interdistanza geofoni</b>	2.0
<b>[m]</b>	
<b>Periodo di campionamento</b>	1.00
<b>[msec]</b>	

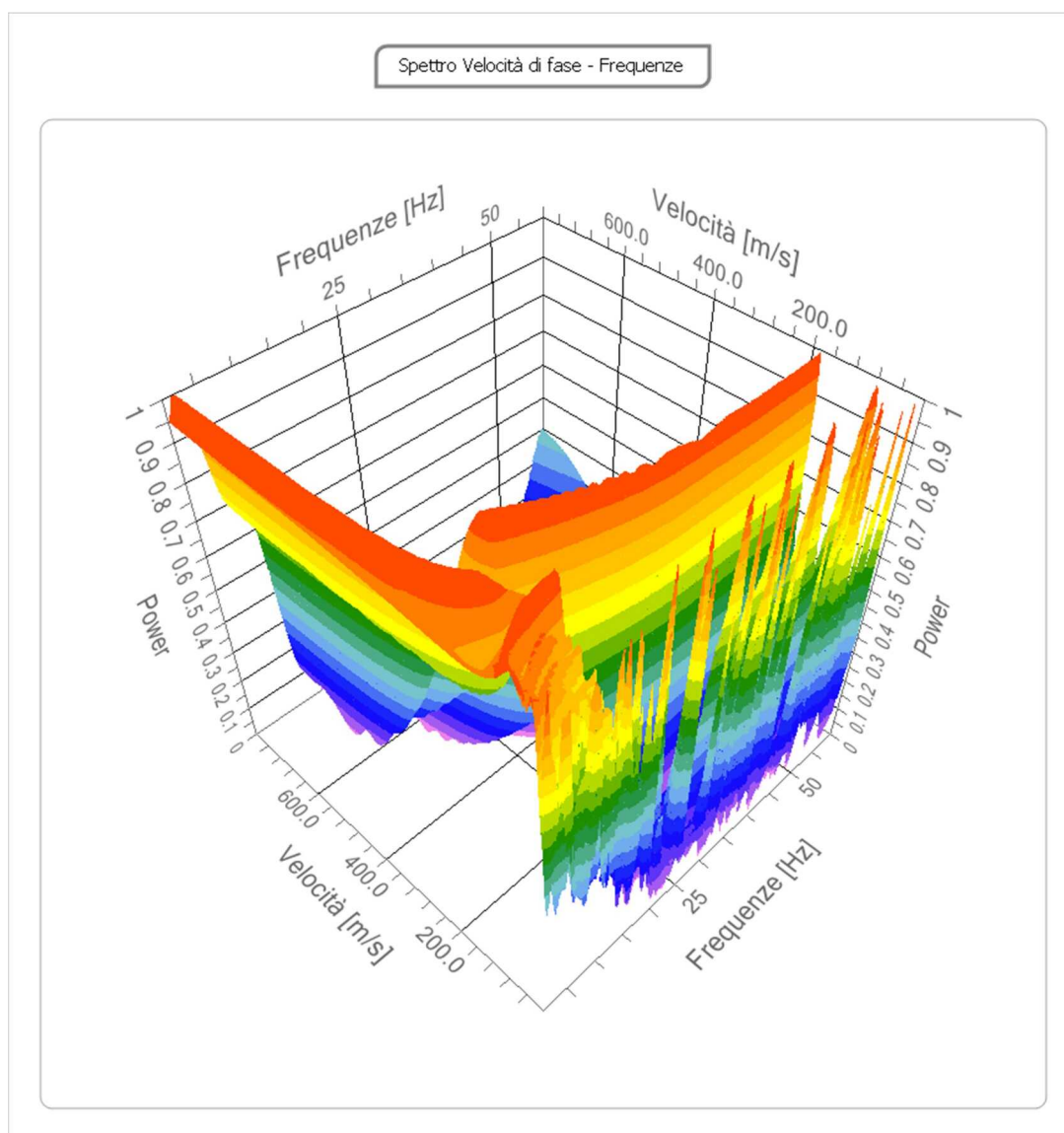




	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Analisi spettrale

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

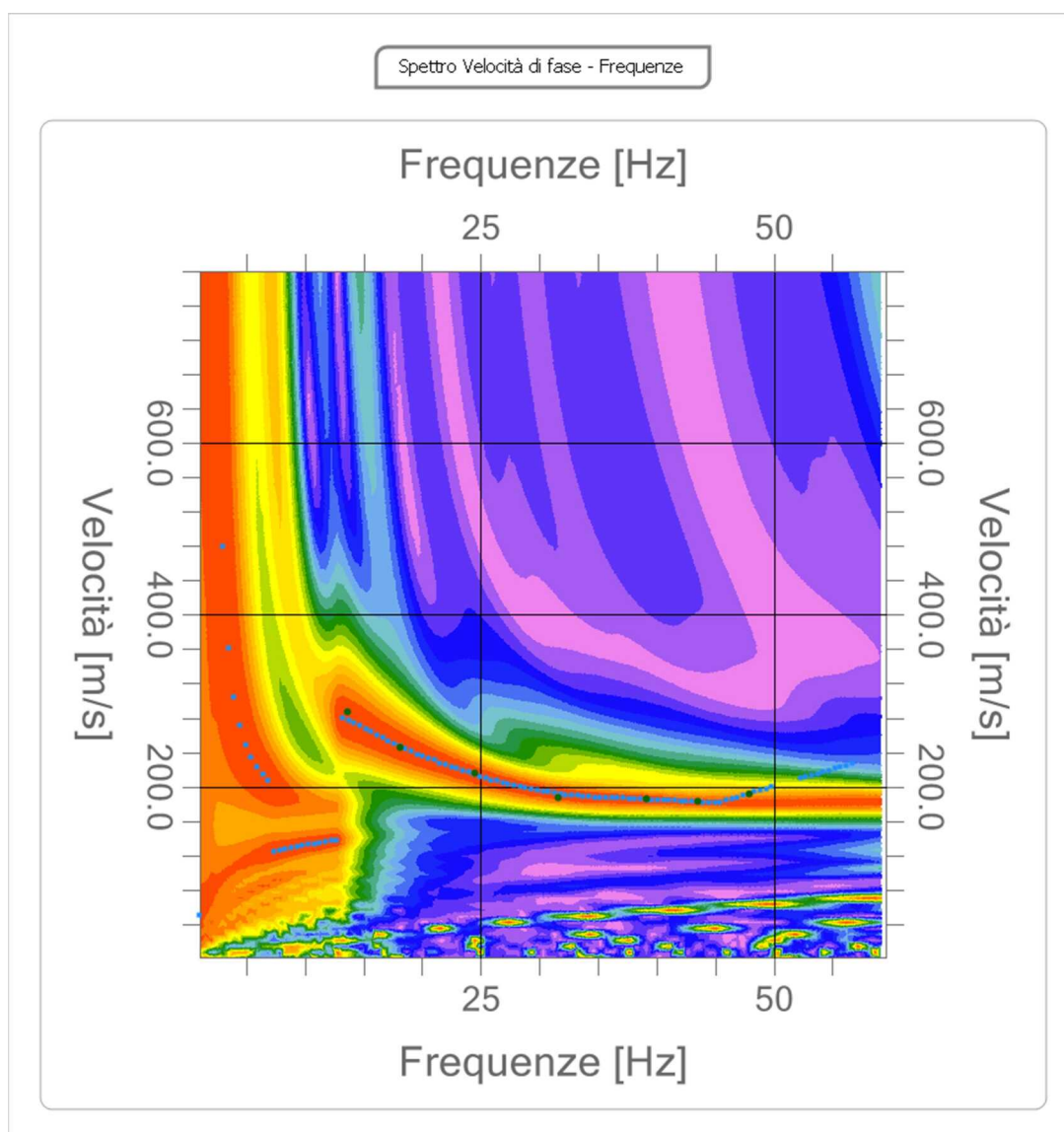




	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.6	287.1	0
2	18.1	245.6	0
3	24.5	215.9	0
4	31.6	187.8	0
5	39.1	186.3	0
6	43.5	183.3	0
7	47.9	192.2	0





	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

### Inversione

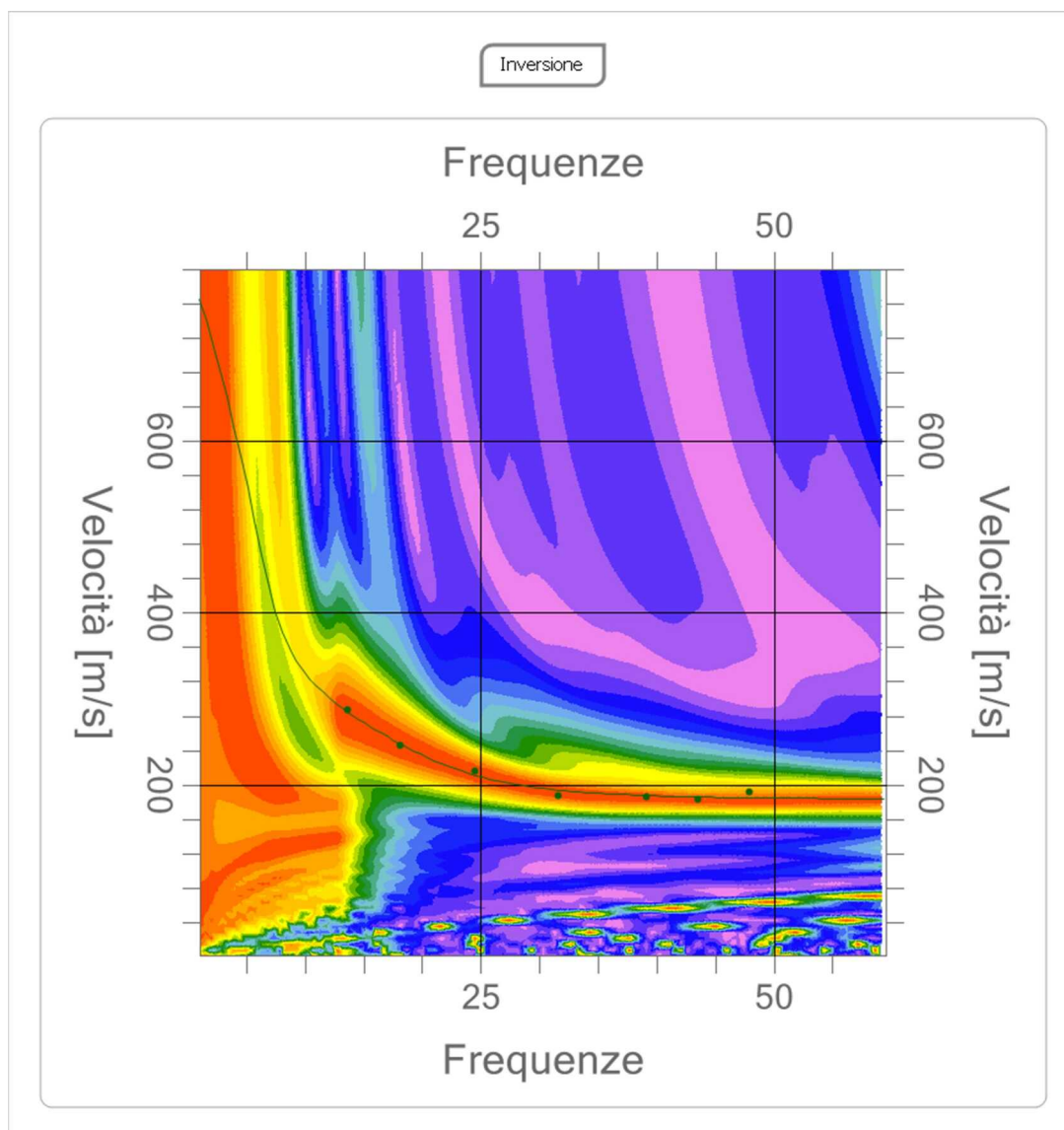
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.65	3.65	1800.0	0.20	No	328.1	200.9
2		9.09	5.44	1800.0	0.20	No	564.3	345.5
3		14.72	5.63	1800.0	0.20	No	708.1	433.6
4		20.76	6.04	1800.0	0.20	No	742.8	454.9
5		29.50	8.74	1800.0	0.20	No	1001.4	613.3
6		oo	oo	1800.0	0.20	No	1437.0	880.0

Percentuale di errore

0.040 %

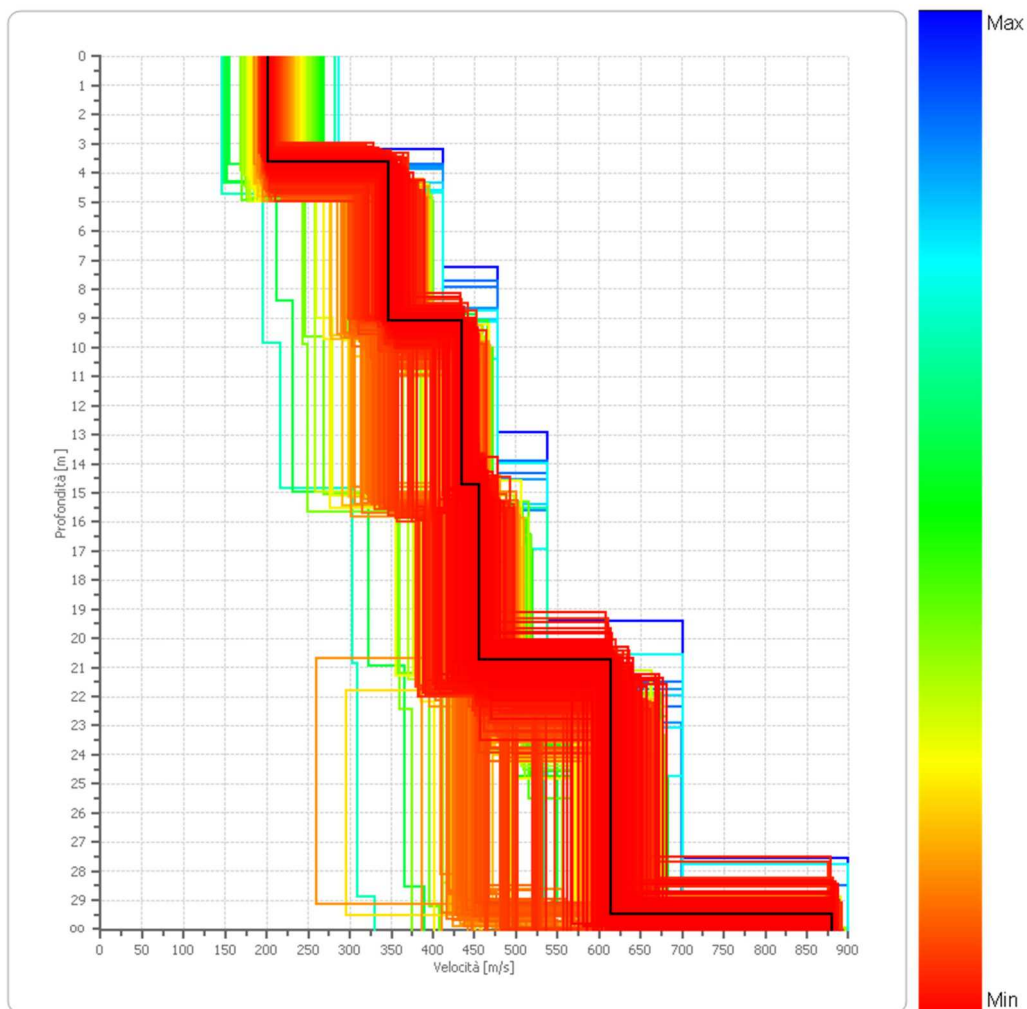
Fattore di disadattamento della soluzione

0.022



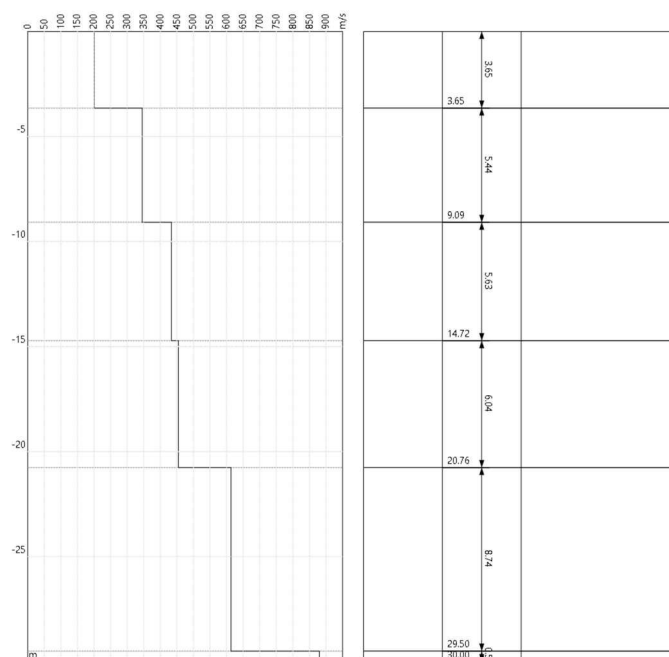


Profilo di velocità





	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche





	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=29.50 m)</b>	396.42
<b>Categoria del suolo</b>	B

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

## Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.65	3.65	200.9 2	328.1 0	1800. 00	0.20	72.66	193.7 7	96.88	174.3 9	N/A	778.1 8
2	9.09	5.44	345.5 5	564.2 8	1800. 00	0.20	214.9 3	573.1 4	286.5 7	515.8 3	N/A	N/A
3	14.72	5.63	433.6 3	708.1 1	1800. 00	0.20	338.4 6	902.5 5	451.2 7	812.2 9	N/A	N/A
4	20.76	6.04	454.8 6	742.7 8	1800. 00	0.20	372.4 1	993.1 1	496.5 5	893.8 0	N/A	N/A
5	29.50	8.74	613.2 6	1001. 45	1800. 00	0.20	676.9 5	1805. 21	902.6 1	1624. 69	N/A	N/A
6	oo	oo	879.9 6	1436. 97	1800. 00	0.20	1393. 79	3716. 78	1858. 39	3345. 10	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Masw 2

### Dati generali

Data | 17/10/2024 12:12

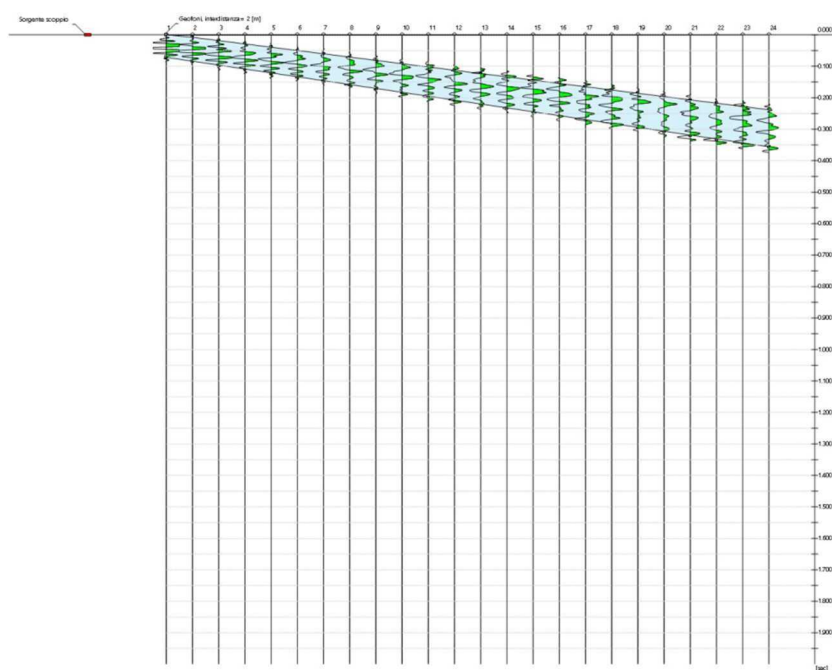




	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Tracce

**N. tracce** | 24  
**Durata acquisizione** | 2000.0  
**[msec]**  
**Interdistanza geofoni** | 2.0  
**[m]**  
**Periodo di** | 1.00  
**campionamento**  
**[msec]**

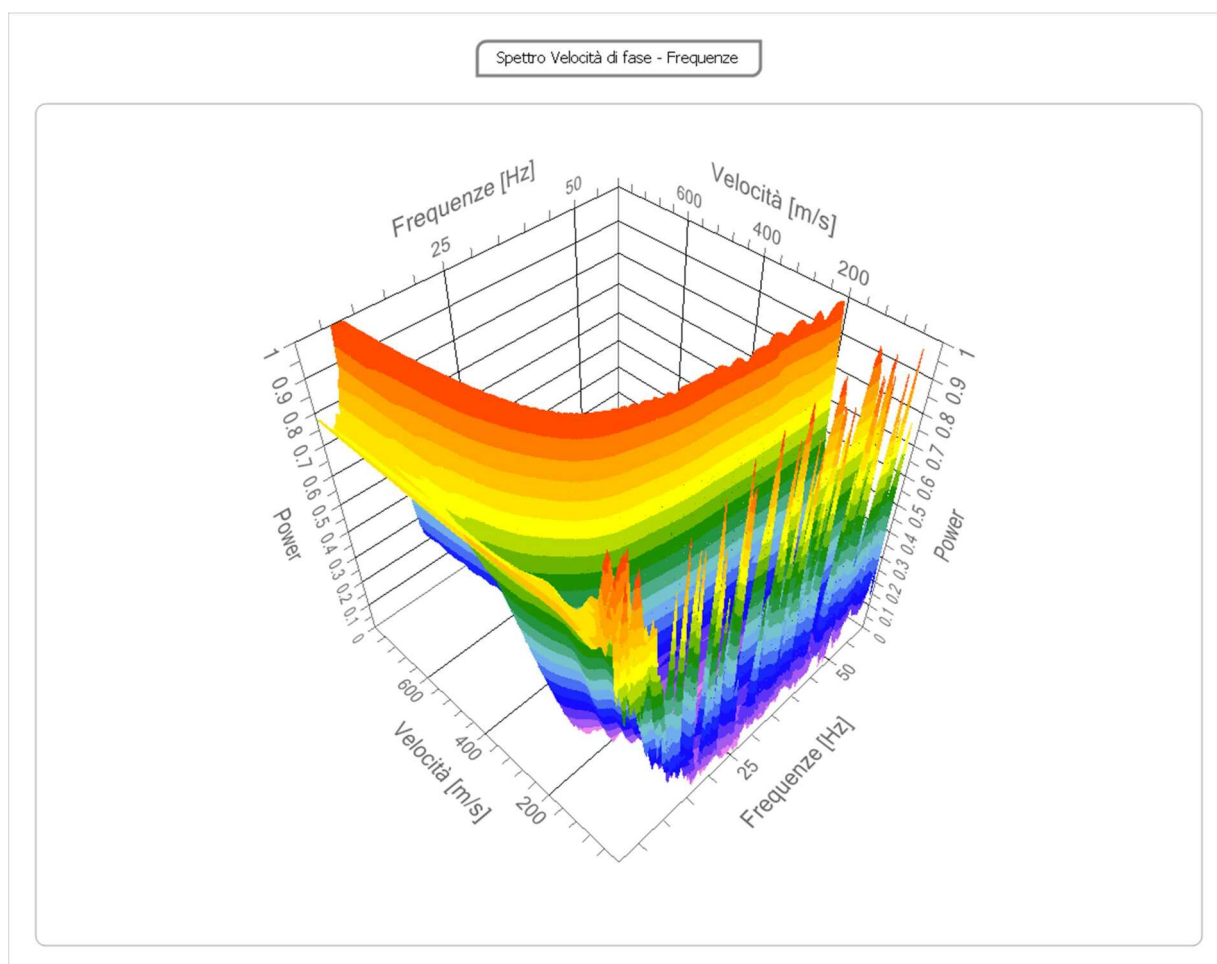




	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Analisi spettrale

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



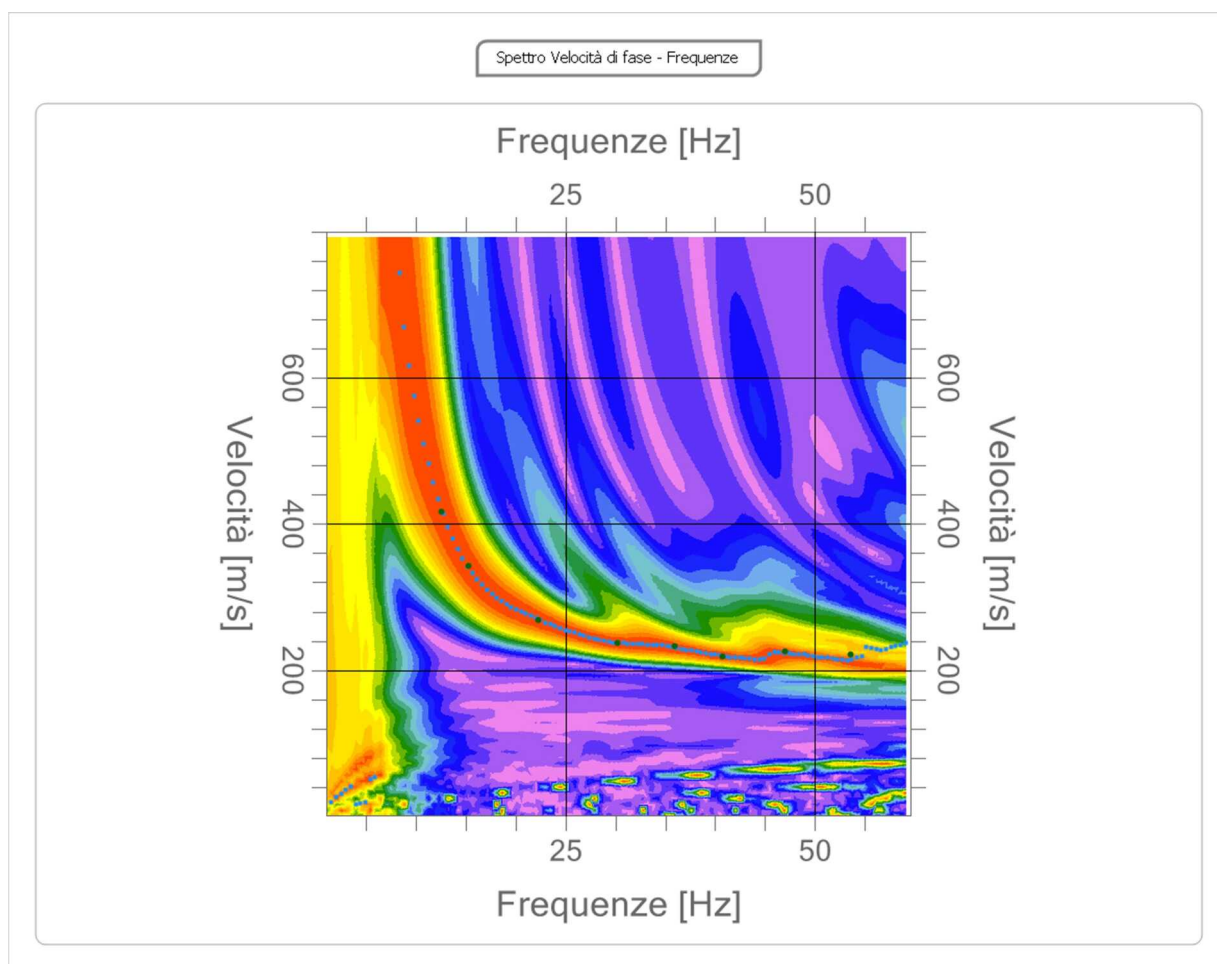
## Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.5	417.5	0
2	15.2	343.4	0
3	22.3	269.3	0



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

4	30.2	236.7	0
5	35.9	233.7	0
6	40.7	218.9	0
7	47.0	226.3	0
8	53.6	221.9	0





	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

### Inversione

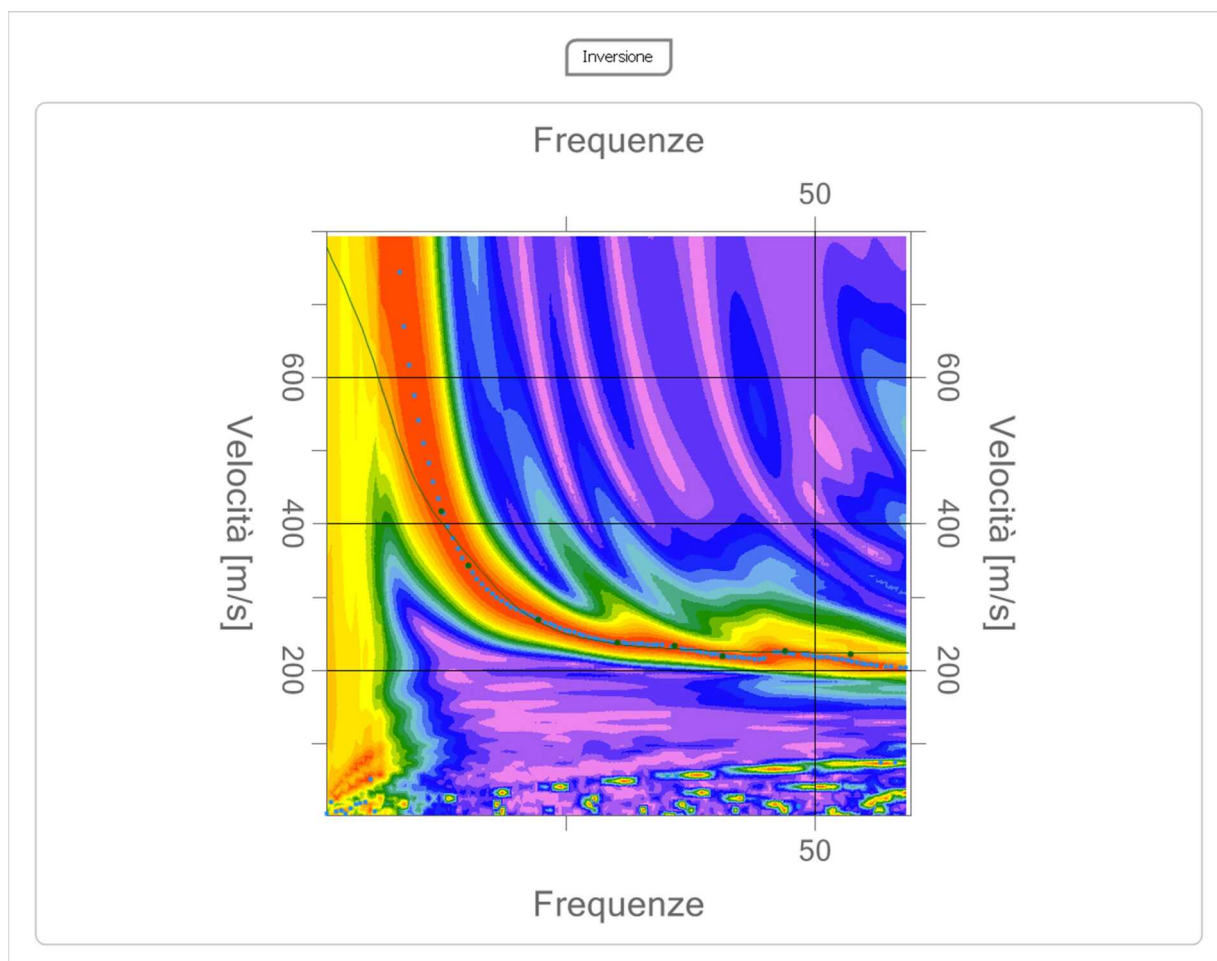
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.85	4.85	1800.0	0.20	No	399.2	244.5
2		8.85	4.00	1800.0	0.20	No	775.7	475.0
3		13.85	5.00	1800.0	0.20	No	872.2	534.1
4		21.23	7.38	1800.0	0.20	No	1040.4	637.1
5		29.52	8.29	1800.0	0.20	No	1115.9	683.4
6		oo	oo	1800.0	0.20	No	1444.8	884.7

Percentuale di errore

0.081 %

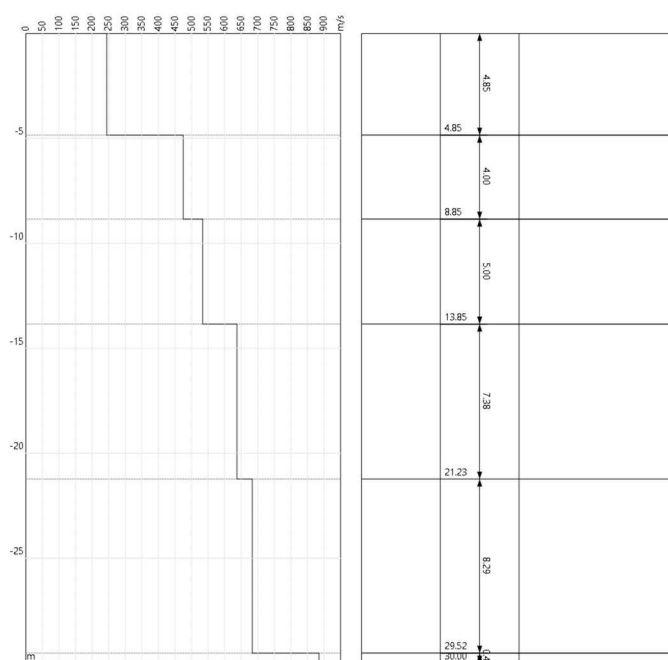
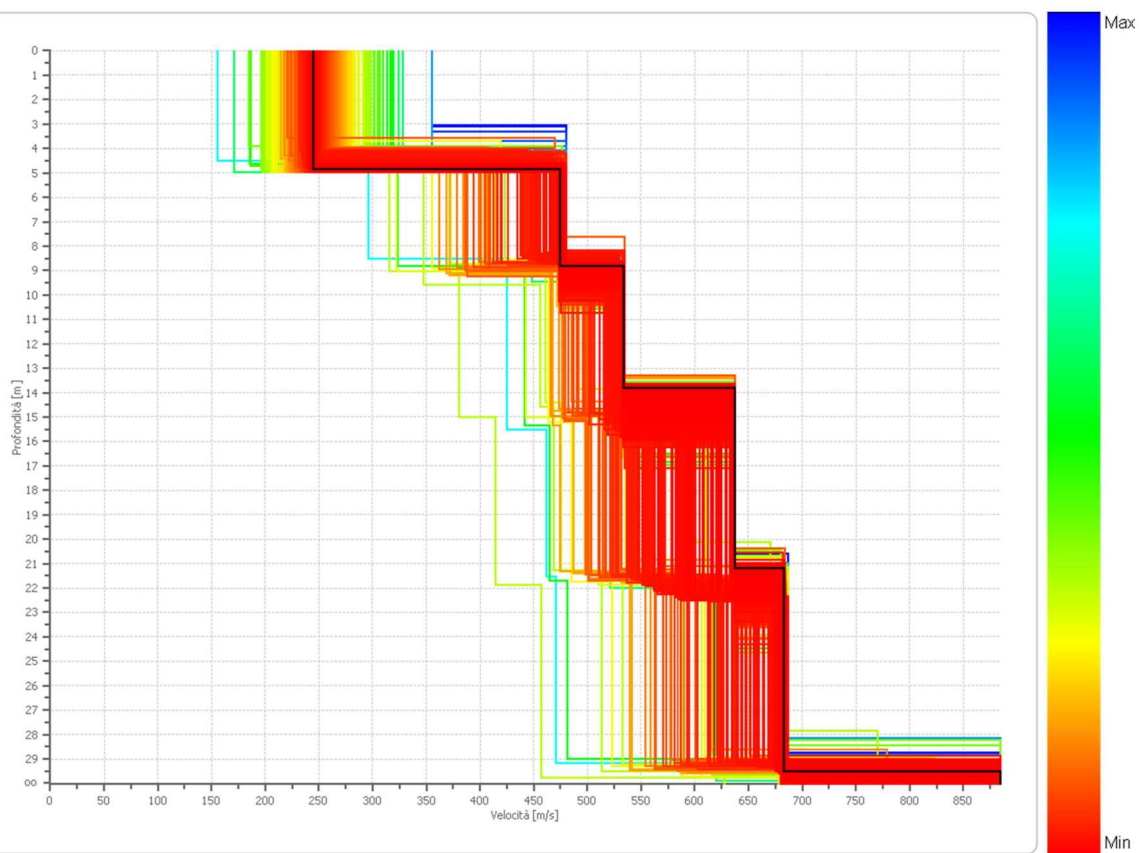
Fattore di disadattamento della soluzione

0.024





Profilo di velocità





	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Risultati

<b>Profondità piano di</b>	0.00
<b>posa [m]</b>	
<b>Vs,eq [m/sec]</b>	481.38
<b>(H=29.52 m)</b>	
<b>Categoria del suolo</b>	B

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

## Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.85	4.85	244.4 9	399.2 4	1800. 00	0.20	107.5 9	286.9 1	143.4 6	258.2 2	N/A	2086. 40
2	8.85	4.00	475.0 1	775.6 9	1800. 00	0.20	406.1 5	1083. 06	541.5 3	974.7 6	N/A	N/A
3	13.85	5.00	534.1 0	872.1 8	1800. 00	0.20	513.4 7	1369. 24	684.6 2	1232. 32	N/A	N/A
4	21.23	7.38	637.1 3	1040. 42	1800. 00	0.20	730.6 8	1948. 47	974.2 3	1753. 62	N/A	N/A
5	29.52	8.29	683.3 6	1115. 92	1800. 00	0.20	840.5 6	2241. 50	1120. 75	2017. 35	N/A	N/A
6	oo	oo	884.7 5	1444. 78	1800. 00	0.20	1408. 99	3757. 32	1878. 66	3381. 59	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;  
Ed: Modulo edometrico;  
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
Ey: Modulo di Young;



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Indagine geofisica tramite tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo  $V_{seq}$  attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o liscio secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{seq}$ .

## HVSR 1



## Dati generali

Nome progetto: Impianto Fotovoltaico  
 Località: Pomezia via dei Cedri  
 Operatore: Dott. Maurizio Piantedosi  
 Responsabile: Dott. Maurizio Piantedosi  
 Data: 17/10/2024 13:14

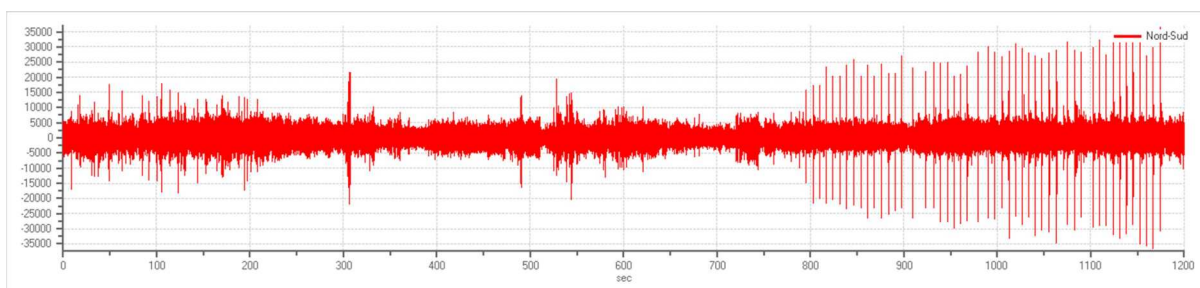


## Tracce in input

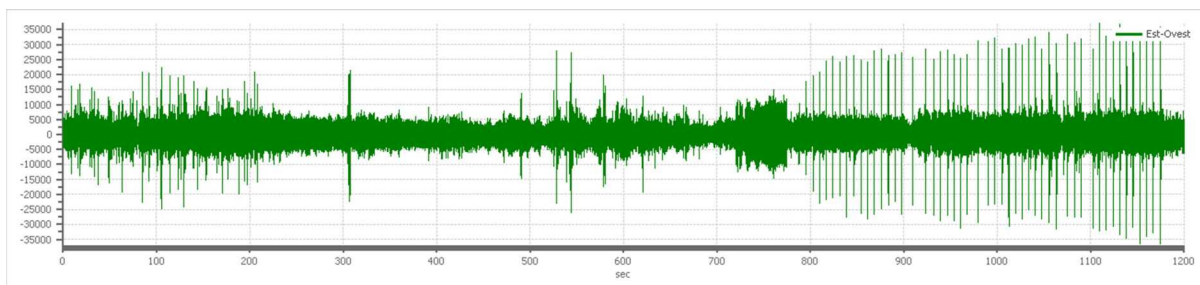
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 300.00 Hz  
 Numero campioni: 360000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

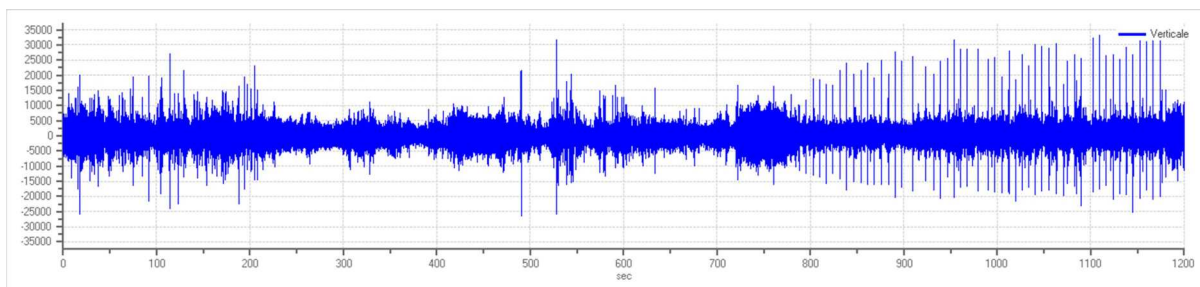
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
 Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

### Tabella finestre:

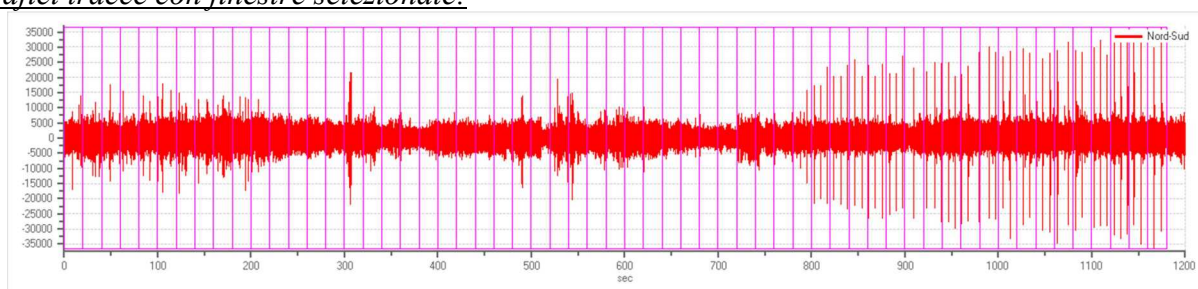
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa



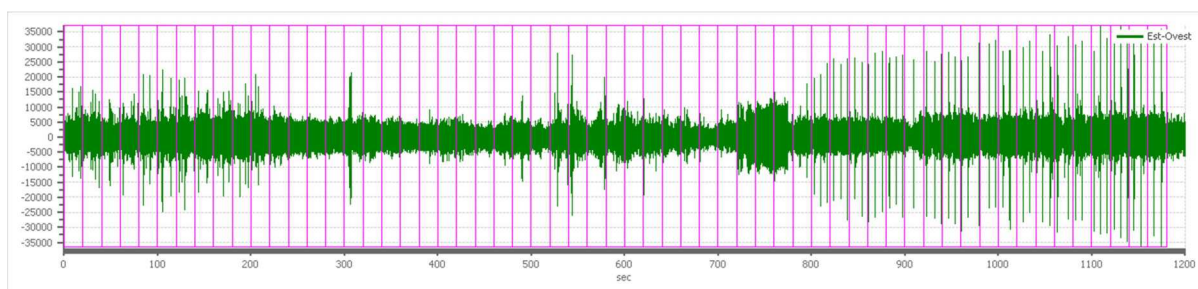
	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

*Grafici tracce con finestre selezionate:*

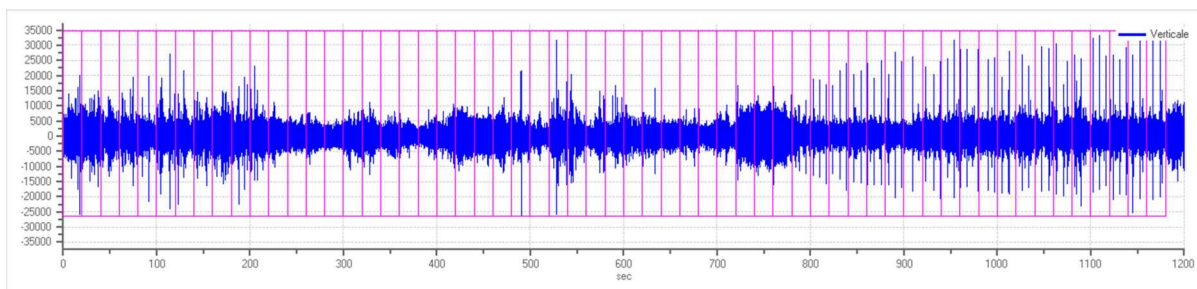


Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



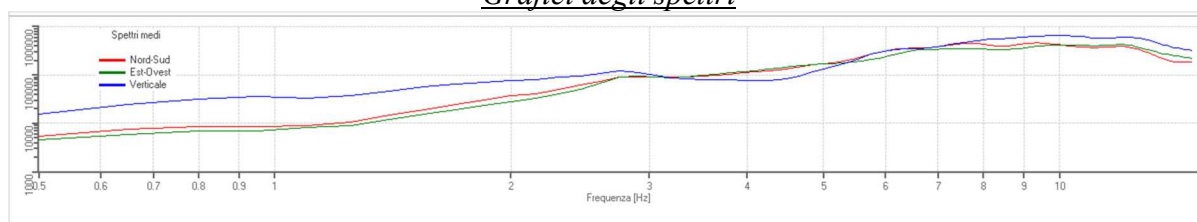
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



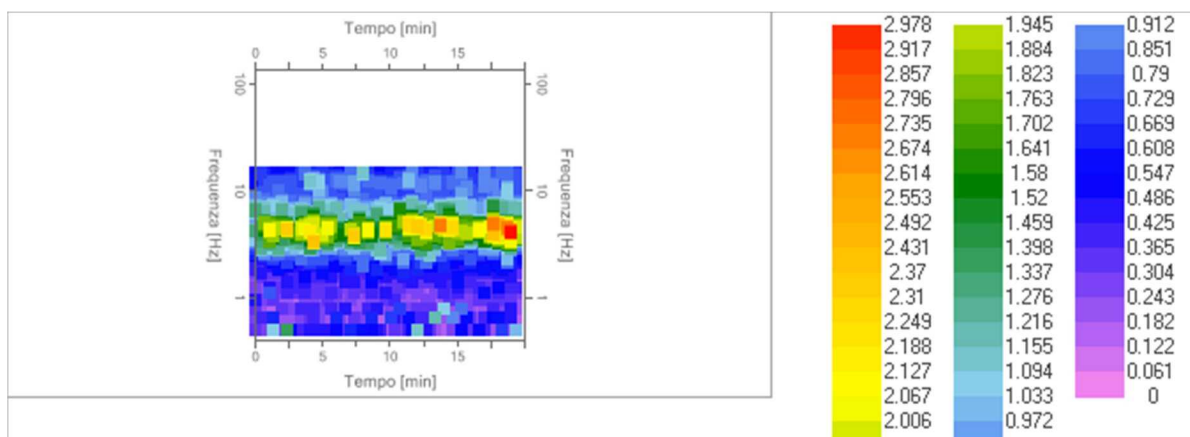


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

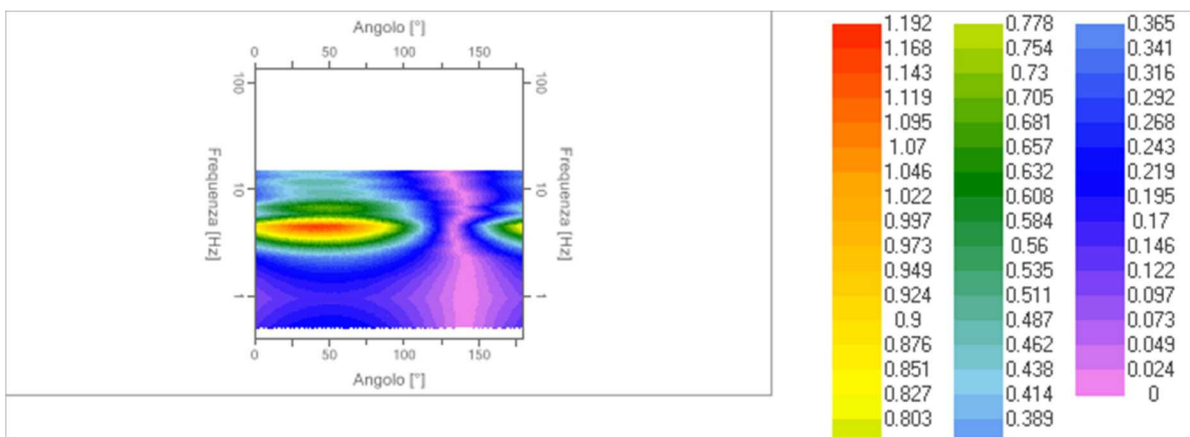
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



	Committente	Oggetto del servizio
	Artelia Italia SpA	Relazione tecnica indagini sismiche

## Rapporto spettrale H/V

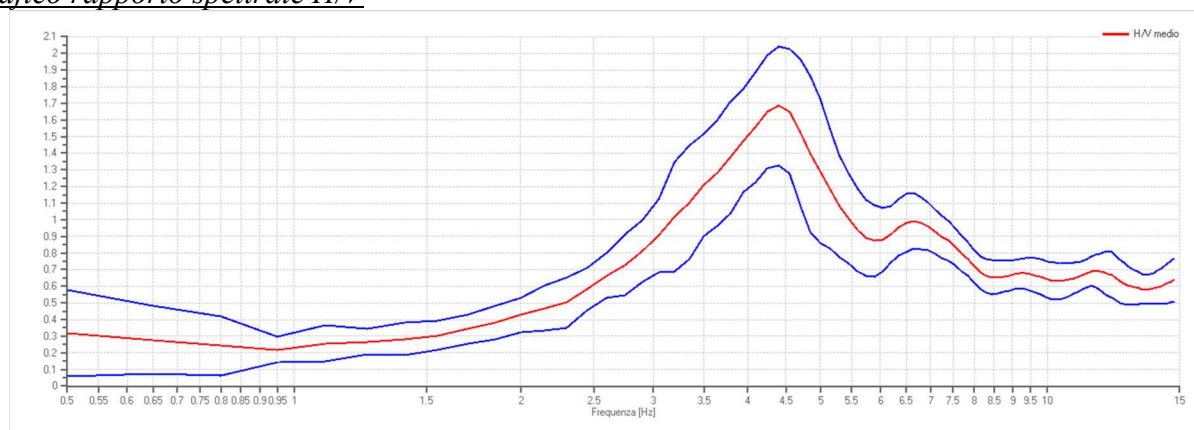
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.40 Hz  $\pm 0.21$  Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

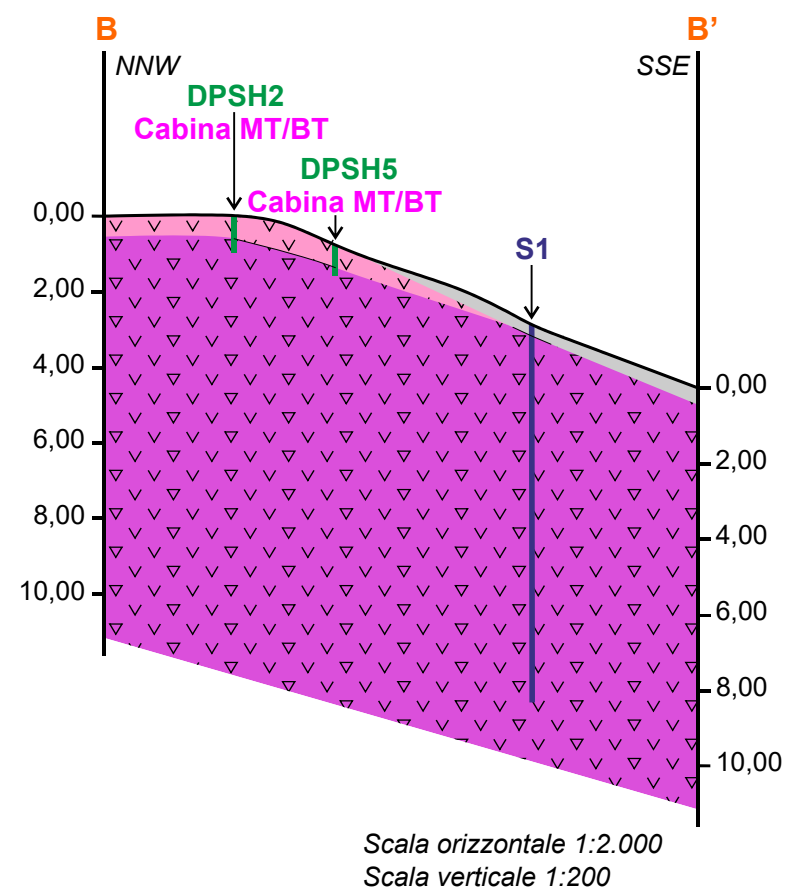
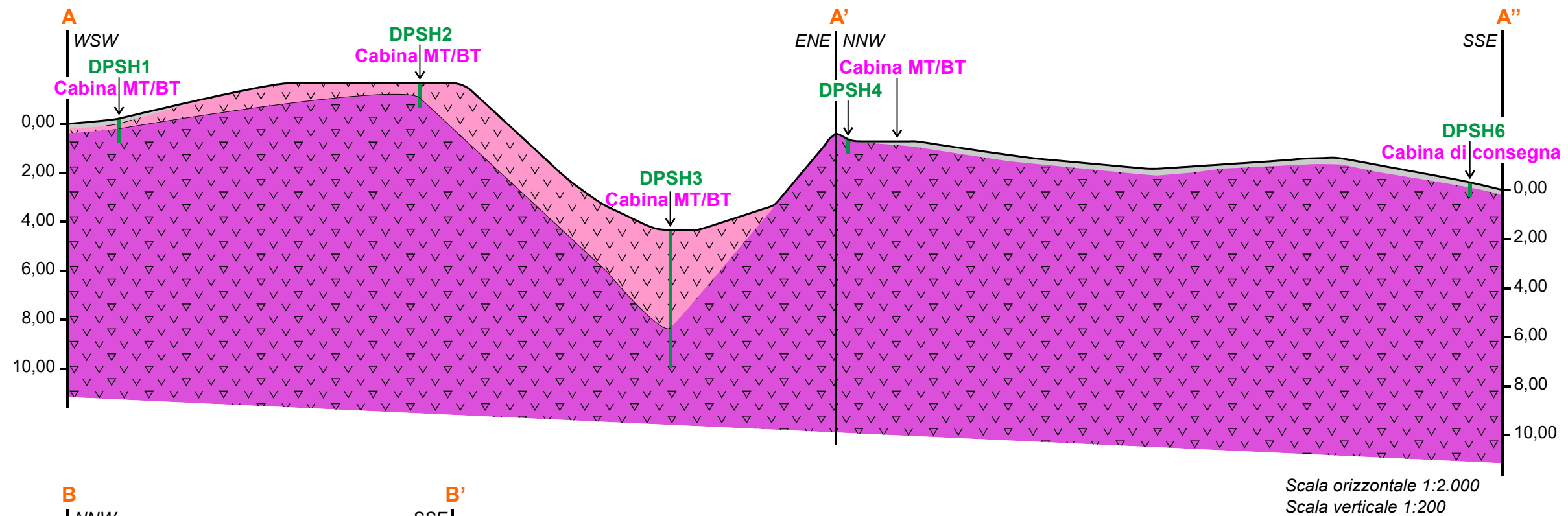
Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



## **ALLEGATO 3**

### **SEZIONI GEOLOGICHE**

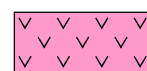




#### LEGENDA:



Unità "A": Terreno vegetale



Unità "B": Piroclastiti moderatamente addensate



Unità "C": Piroclastiti da addensate a molto addensate

**S**

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

**DPSH**

Prova penetrometrica dinamica DPSH