



PROPONENTE:

HEPV29 S.R.L.
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
hepv29srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

EHM.Solar

EHM.SOLAR S.R.L.
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799
info@ehm.solar
c.fiscale, p.iva e R.I. 0303300021

NOME COMMESSA:

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO
IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA
NOMINALE PARI A 8.120 kW E POTENZA MODULI PARI A
10.150,14 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA
RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR) AL FG.179
PART.N.77-78-79-125-126-127- IMPIANTO 12**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

**PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA
CODICE COMMESSA:
HE.19.0091**

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

Heliopolis

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy
tel. +39 02 37905900
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Matteo Sorrenti

STUDI FAUNISTICI

Dott. Nat. Maria Grazia Fraccalvieri

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO
Via Argiro, 33 Bari
t.f. +39 080 8693336



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

Dott. Ing. Orazio Tricarico
Via della Resistenza, 48/B1 - 70125 Bari (BA)
t. +39 080 3219948
info@atechsr.net www.atechsr.net



STUDI ARCHEOLOGICI

Dott.ssa Adele Barbieri
via Piave, 21- 73059 Ugento (LE)
t. 0833 554843
info@archeostudio.com www.archeostudio.com

STUDI GEOLOGICI

Dott. Geol. Michele Valerio

RILIEVI TOPOGRAFICI

GEOSECURE Geological & Geophysical Services
Via Tuscolana, 1003 - 00174 Roma (RM) SEDE LEGALE
Via Barcellona, 18 - 86021 Bojano (CB) SEDE OPERATIVA
t. +39 0874783120 info@geosecure.it

OGGETTO:

RELAZIONE GEOTECNICA

SCALA:

-

NOME FILE:

NGIC505_RelazioneGeotecnica_01

DATA: GIUGNO 2021

TAVOLA:

DGG.RE02

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	06.2021	Emissione

ELABORATO

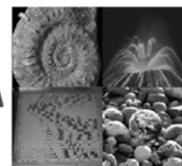
V. Cortese

VERIFICATO

responsabile commessa
A.Albuzzi

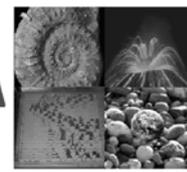
VALIDATO

direttore tecnico
N.Zuech



S O M M A R I O

<u>1. PREMESSA</u>	Pag. 02
<u>2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO E DELLA ZONA INTERESSATA DALL'INTERVENTO</u>	Pag. 07
<u>3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO</u>	Pag. 11
<u>4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME</u>	Pag. 15
<u>5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA</u>	Pag. 21
<u>5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE</u>	Pag. 23
<u>5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO</u>	Pag. 27
<u>6. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO</u>	Pag.28
<u>7. MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO</u>	Pag. 31
<u>8. CONCLUSIONI</u>	Pag. 42



1. PREMESSA

Il sottoscritto:

- Geologo Vincenzo CORTESE, nato a Mugnano di Napoli (NA) il 28/12/1983 (C.F. **CRTVCN83T28F799C**) e residente in Bojano (CB) alla Via Gino di Biase n° 32, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Molise* al n° **155** - sez. A "Geologi Specialisti",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BOJANO (CB) alla Via Barcellona n° 20, è stato incaricato da HEPV29 s.r.l di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di BRINDISI (BR) a corredo del PROGETTO denominato "REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR)-IMPIANTO 12".

E' stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

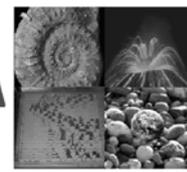
Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*
- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.*

PAGINA 2 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

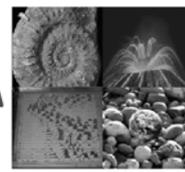
- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in situ.

Tutti i risultati desunti dalle indagini effettuate e le relative elaborazioni grafiche, si riportano nel presente fascicolo.

Di seguito si espongono le risultanze di cui trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.



Fig. 1: Immagine aerea dell'area allo studio.



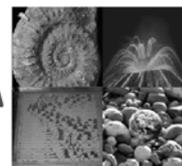
PAGINA 4 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA



	PERIMETRAZIONE IMPIANTO
CTR_495072_pol	
	area arborato
	area Frutteti
	area incolto
	area Orto-Vivaio
	area Seminativi
	area Uliveti
	area Vigneti
	baracca
	cabina elettrica di trasformazione
	chiesa
	edificio civile
	edificio diroccato
	pozzo rappresentabile
	sylos
	tettoia
	vasca rappresentabile
CTR_495072_lin	
	acquedotto interrato
	alberi in filari
	Bordo di Campestre
	bordo strada pertinenziale
	bordo strada pertinenziale non asf.
	campitura (diagonali) baracca
	campitura (diagonali) sylos
	campitura (diagonali) tettoia
	canale non rappresentabile
	ciglio scarpata naturale
	Cunetta
	curva di livello direttrice certa
	curva di livello ordinaria certa
	filare di frutteto
	filare di uliveto
	fiume non rappresentabile
	limite di coltura
	limite di comune
	muro a secco
	muro in calce
	muro sostegno
	ponte generico
	scolina
	simbolo lineare croce chiesa
	strada asf.
	strada asf. con muro
	strada asf. con muro di sostegno
	strada non asf. non rappres.
	strada non asf. rapp. muro
	strada non asf. rappresentabile

Fig. 2: Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000

PAGINA 5 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it

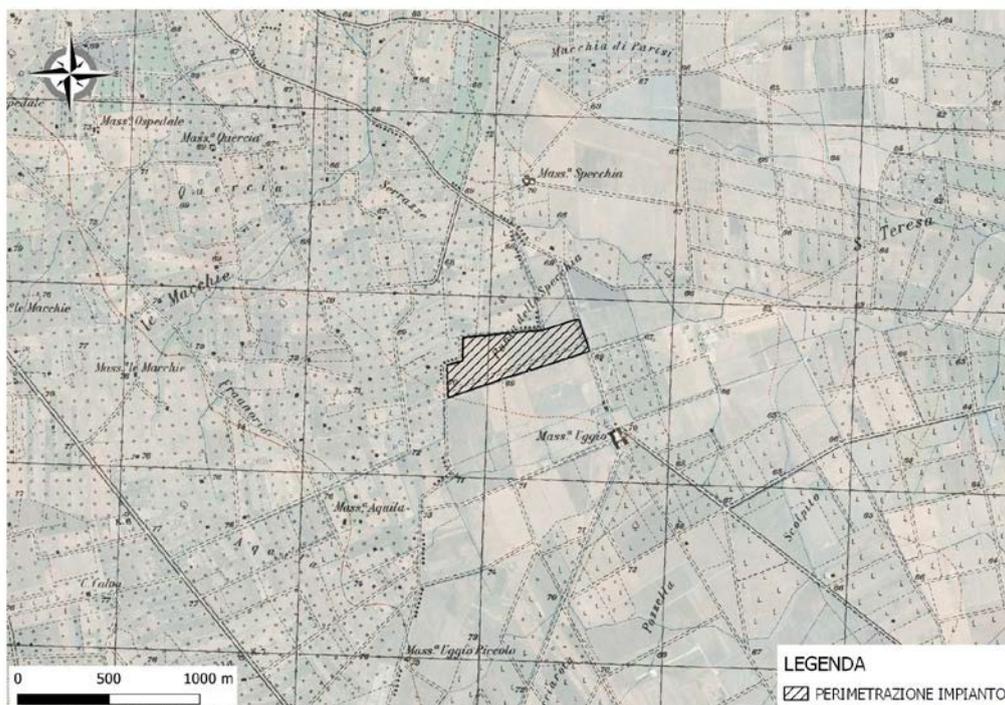
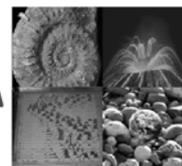
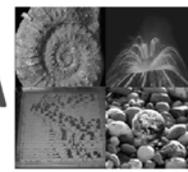


Fig. 3: Stralcio IGM in scala 1:25.000



2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO E DELLA ZONA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

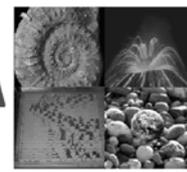
L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di BRINDISI (BR) a quote comprese tra i 67 e 69 m s.m.l, e risulta cartografata nel F.° 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

Lo studio geomorfologico, oltre che all'area direttamente interessata dall'opera in oggetto è stato esteso, in modo particolarmente accurato, ad un'ampia area ritenuta significativa ai fini della valutazione dei caratteri geomorfologici rilevanti per la stabilità dell'area stessa.

A scala regionale l'area, è situata nella Penisola Salentina, costituita principalmente dalla formazione cretacea, riferibile prevalentemente al Turoniano ed al Cenomaniano, con livelli rappresentati litologicamente da calcari più o meno compatti, talora lievemente dolomitici, in strati suborizzontali o inclinati al massimo di 25÷30°, costituenti le cosiddette Serre Salentine e Murge Salentine.

Alla meso-scala, dal punto di vista morfologico la zona ha un profilo sub-pianeggiante con una debole vergenza a est.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area si configura come una piana costiera che digrada dolcemente dall'entroterra in direzione del mare. Infatti, si passa dalle quote altimetriche di circa 45 ÷ 50 metri s.l.m. dell'entroterra di Tuturano ai 10- 15 metri s.l.m. della fascia costiera. Al quadro morfologico generale, fortemente tipizzato dai pregressi effetti di "spianamento" dell'abrasione



marina, si sono sovrapposti i meccanismi morfogenetici di ambiente continentale, che hanno dato origine ad un reticolo idrografico allo stadio giovanile, costituito da canali poco profondi e scarsamente gerarchizzati.

Dal Punto di vista Litologico, si registra la presenza di depositi sabbiosi ascrivibili alla Formazione di Gallipoli.

Per quel che concerne la **caratterizzazione geomorfologica di dettaglio** del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'**assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico**.

Le pendenze molto esigue, unite alla competenza dei litotipi affioranti, conferiscono al territorio in questione un **alto indice di stabilità**, precludendo così ogni possibilità ai terreni di evolvere in forme di dissesto superficiale di tipo gravitativo.

Si riporta in seguito la cartografia:

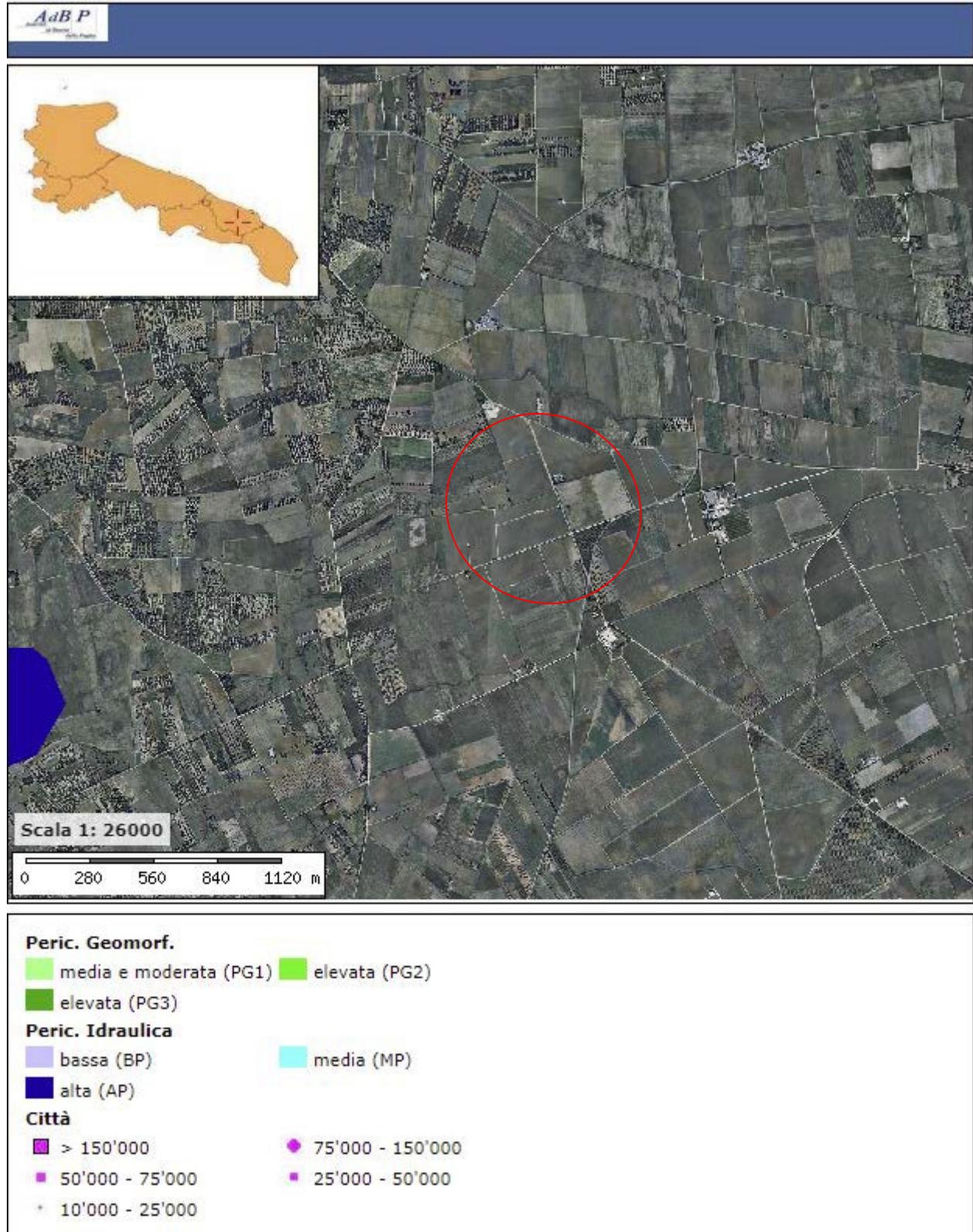
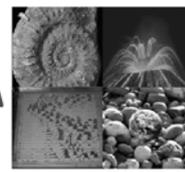
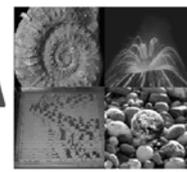


Fig. 4: Stralcio del P.A.I (Piano d'Assetto Geomorfologico)



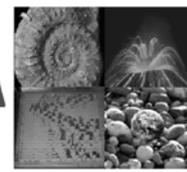
Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da **PERICOLOSITÀ DA FRANA e ALLUVIONE** definita dai Piani di Bacino.

Il terreno interessato dal Progetto di cui in oggetto risulta quindi stabile, essendo privo di qualunque indizio di disequilibrio passato, in atto o potenziale in seno ai terreni oggetto di intervento.

Si riportano nel dettaglio stralci della carta geomorfologica delle aree d'intervento in scala **1:5.000**:



Fig. 5: Stralcio della carta geomorfologica dell'area d'intervento



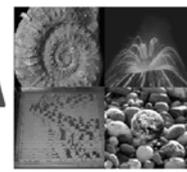
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO

Lo **schema generale** della circolazione idrica sotterranea dell'area di studio risulta strettamente controllato dall'assetto strutturale, ereditato dai complessi eventi tettonici che si sono verificati nel corso di milioni di anni.

Dal punto di vista idrico la blanda morfologia del paesaggio brindisino risulta essere interrotta da incisioni erosive (solchi, lame e canali) che nascono in larga misura nella zona collinare e si sviluppano, assecondando la direzione di maggiore acclività della superficie, in direzione NE-SW perpendicolarmente alla linea di costa. Si tratta di incisioni generalmente modeste e poco gerarchizzate, che formano una rete idrografica scarsamente sviluppata.

Il quadro idrogeologico locale è caratterizzato dalla presenza nel sottosuolo di più corpi acquiferi sovrapposti, separati da orizzonti impermeabili: si tratta di un tipo di situazione tutt'altro che rara nel contesto salentino ove spesso, all'imponente acquifero di base ("falda profonda"), ospitato nelle formazioni calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, si affiancano numerosi acquiferi "superiori", localizzati all'interno dei depositi di età neogenica e quaternaria.

È possibile distinguere alcuni livelli idrici cosiddetti "superiori", contenuti nei depositi della copertura post-cretacea miocenica e plioleistocenica e la falda "profonda" localizzata in corrispondenza della formazione carbonatica del Cretaceo. La prima detta anche falda pensile si instaura nei depositi marini terrazzati ed ha come superficie di fondo le sottostanti argille. È chiaro come la profondità di rinvenimento di tale falda varia a seconda dello spessore dello strato sovrastante le argille e in funzione delle precipitazioni meteoriche responsabili della sua ricarica.



La potenza non è rilevante, quasi sempre inferiore al metro ma sufficiente ad inumidire per capillarità i terreni sovrastanti e per adsorbimento e lentissima permeabilità le argille sottostanti.

La falda superficiale nel territorio in esame la troviamo a una profondità variabile tra i 2 e i 3 m. Il suo deflusso è piuttosto lento con escursione stagionale tra i 1,5 e i 2 m con conseguente ristagno dell'acqua per periodi lunghi.

La seconda falda idrica detta "profonda" ha come sede i calcari cretaceo e come superficie di fondo gli stessi calcari che risultano compatti e poco alterati consentendo all'acqua vadosa di accumularsi.

La profondità di tale falda si aggira intorno ai 50-60m con variazioni di livello stagionale inferiori al metro. La direzione di deflusso risulta essere NE-SO e la velocità di deflusso, risulta essere assai bassa.

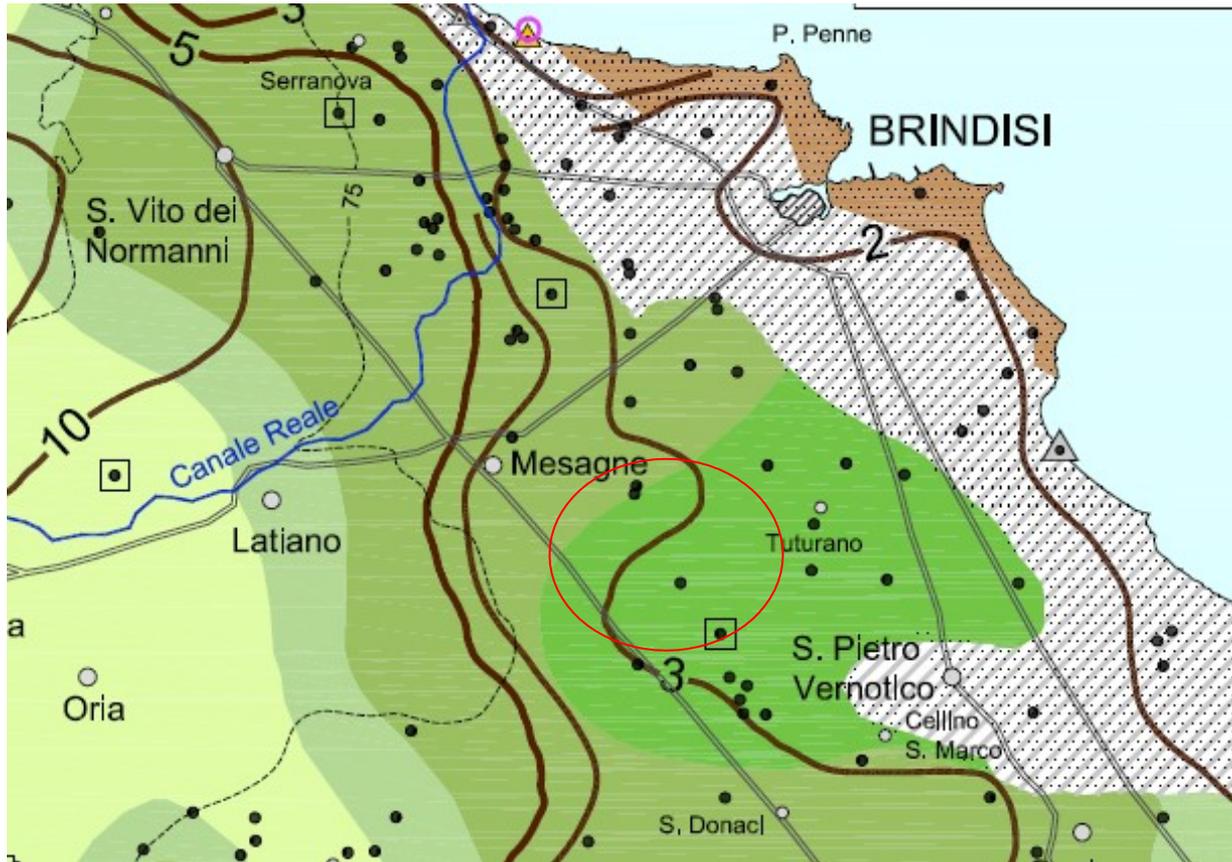
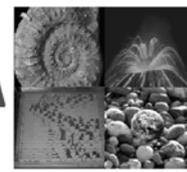
Dalle prove penetrometriche eseguite in sito non è stata rilevata la presenza di una falda superficiale.

Si riporta di seguito stralcio della carta idrogeologica dell'area di studio:

PAGINA 12 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

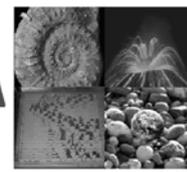
Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



PAGINA 13 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it

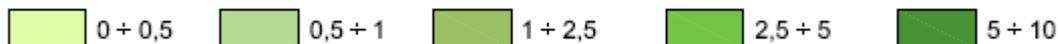


PIEZOMETRIE

- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda profonda pugliese
 - Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (2007+2010)
 - Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (anni '50)
- Isoplezica media (m s.l.m.) della falda profonda pugliese (presunta se tratteggiata)
- Isoplezica media riferita al periodo 2007+2010 della falda superficiale del Tavoliere
- Isoplezica media (m s.l.m.) risalente agli anni '50 della falda superficiale del Tavoliere

DALLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA PARI A 10 VOLTE IL CARICO PIEZOMETRICO PROFONDA COMPRESO TRA IL TETTO DELL'ACQUIFERO ED UNA PROFONDITÀ DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE SALINA MEDIA DEL TRATTO DI FALDA

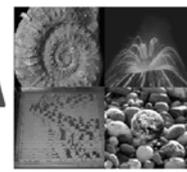
SALINITÀ (g/l)



- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della distribuzione della concentrazione salina
- ▨ Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui il tetto della formazione carbonatica cretacea trovasi sotto il livello mare
- Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui l'acquifero profondo carbonatico cretaceo è totalmente permeato da acqua di mare o comunque da acque fortemente salmastre
- ▨ Zone con assenza di dati di concentrazione salina

- Centro abitato
- — — Confine di regione
- — — Isoipsa
- — — Strada principale
- — — Traccia di sezione idrogeologica

Fig. 6: Carta idrogeologica dell'area di studio



4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME

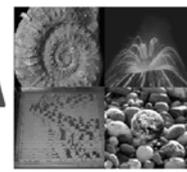
La Puglia si presenta costituita da rocce sedimentarie di età mesozoica e cenozoica. La base della successione stratigrafica che caratterizza questa regione, infatti, è costituita da rocce appartenenti al Mesozoico, periodo durante il quale il mare ricopriva l'intera area dell'Italia meridionale.

La geografia dell'epoca vedeva la presenza di un vasto bacino soggetto ad un abbassamento lento del fondo che si estendeva dalla Puglia fino all'Appennino Settentrionale con condizioni di forte evaporazione delle acque. Ciò provocava una sedimentazione di origine chimica, detta appunto "evaporitica", con formazione di dolomie e di gessi, di cui si conosce in affioramento solo il piccolo lembo diapirico della Punta delle Pietre Nere (Gargano), appartenenti al Trias Superiore. Lateralmente a questo bacino evaporitico si avevano, nella vicina area appenninica meridionale, condizioni di mare aperto con deposizioni di calcari ricchi di noduli di selce, che si ritrovano oggi in affioramento in Lucania e Calabria. Nel Giurassico, tutta la parte centro occidentale del Gargano era occupata da un grandioso complesso di scogliere. Oltre il bordo della barriera corallina, nel resto della Puglia, si sviluppava un mare poco profondo, che si estendeva fino al Salento, con sedimentazione di calcari e dolomie.

Le prime emersioni, di piccole aree, si hanno nel Cretacico, a chiusura della successione mesozoica alla quale è ascrivibile la maggior parte degli affioramenti del Gargano, delle Murge e delle Serre Salentine. Con il Terziario, ha invece inizio l'era delle grandi emersioni.

L'attuale Murgia rimaneva così emersa per tutto il Cenozoico, mentre i blocchi carbonatici degli attuali promontori del Gargano e della Penisola Salentina subivano, in misura differente, ripetute e sempre più vaste subsidenze tettoniche, a luoghi accompagnate da ingressioni marine.

Nel Paleocene-Oligocene si assisteva alla costituzione di una formazione calcarea (detritico organogena) poco estesa che oggi affiora lungo i bordi orientali del Gargano e del Salento. Proprio



nel Salento, in età Miocenica, andarono a depositarsi spessori di arenarie formate da detriti calcarei che provenivano dallo smantellamento dei depositi mesozoici affioranti, costituendo, così, la formazione ben nota nel Salento con la denominazione di "Pietra Leccese".

Nell' "Infrapliocene" si originarono, infine, le condizioni che hanno portato alla più vasta ingressione marina che l'intera Puglia abbia mai subito e che portò alla conseguente acquisizione dell'assetto geografico-strutturale che oggi la contraddistingue. La storia geologica e le vicende tettoniche e paleogeografiche hanno fatto sì che la Puglia si diversificasse nel suo complesso in varie unità con caratteri geologici, morfologico-strutturali, idrografici ed idrogeologici alquanto diversi fra loro, che geograficamente si identificano nelle seguenti zone:

- Promontorio del Gargano;
- Appennino Dauno;
- Tavoliere di Foggia;
- Murge;
- Conca di Taranto;
- Penisola Salentina.

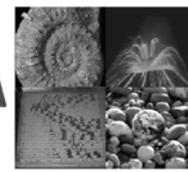
In particolare la Penisola Salentina, interessata dal progetto, è costituita principalmente dalla formazione cretacea, riferibile prevalentemente al Turoniano ed al Cenomaniano, con livelli rappresentati litologicamente da calcari più o meno compatti, talora lievemente dolomitici, in strati suborizzontali o inclinati al massimo di $25\div 30^\circ$, costituenti le cosiddette Serre Salentine e Murge Salentine.

Questa formazione costituisce il basamento nelle aree del leccese e del brindisino e comprende depositi carbonatici di piattaforma, riferibili alle Dolomie di Galatina e ai Calcari di Melissano del Cenomaniano-Senoniano. Sulle formazioni geologiche sopradette si ritrovano in affioramento lembi piuttosto estesi sul versante adriatico, limitatamente alla provincia di Lecce, di calcareniti

PAGINA 16 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it

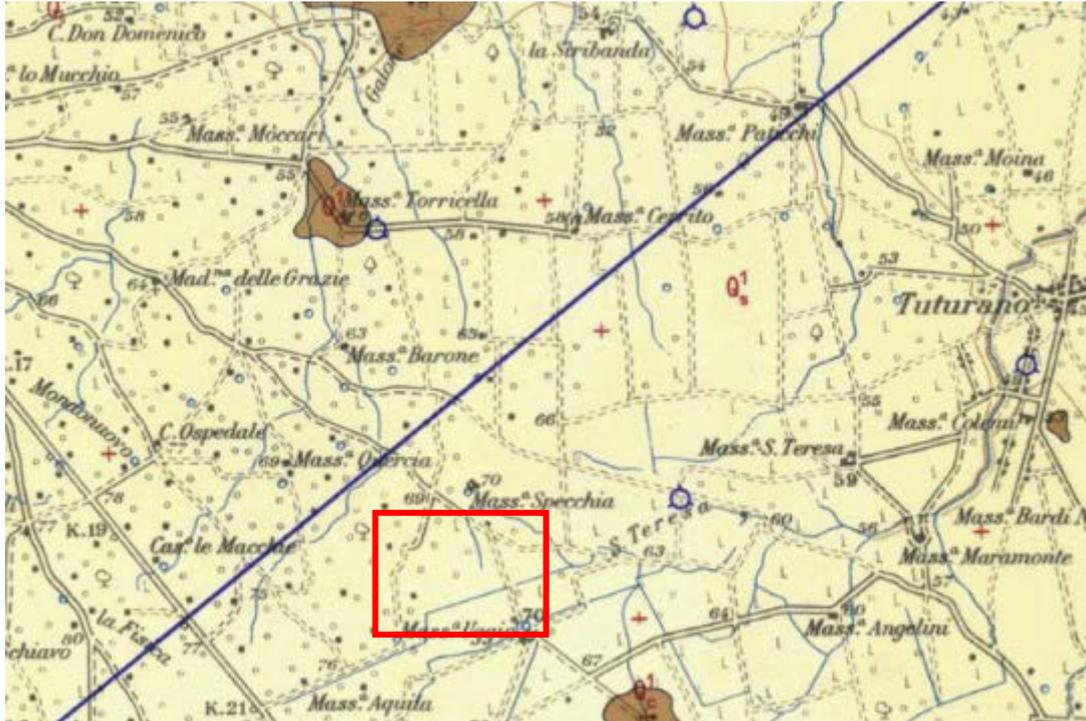
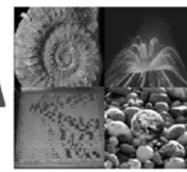


mioceniche trasgressive note con il nome di Pietra Leccese e di Calcareniti di Andrano. Tra le Murge Tarantine e le Serre Salentine, si estendono, infine, numerosi lembi di formazioni plioceniche e più spesso pleistoceniche, che costituiscono il residuo di un esteso mantello smembrato di rocce calcareo-arenacee ed argillo-sabbiose, depositatesi in seguito alla nota trasgressione marina, iniziata in Puglia al principio del Pliocene. Tali formazioni, sono denominate Calcareniti del Salento. Le Calcareniti del Salento passano verso l'alto a marne argillose grigio-azzurre, a marne argilloso-sabbiose, a sabbie più o meno argillose e ad argille di colore giallastro, talora debolmente cementate e spesso intercalate da banchi arenacei e calcarenitici ben cementati. Questi litotipi costituiscono la Formazione di Gallipoli del Calabriano.

In dettaglio si registra la presenza di depositi sabbiosi ascrivibili alla Formazione di Gallipoli.

Si riporta in seguito cartografia.

La situazione geologica descritta è mostrata, di seguito, in **Figura 7**:



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrate (Q_1^1); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q_1^c). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.



Fig. 7: Stralcio del F.° 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

Si riporta di seguito la carta geologica di dettaglio del sito d'interesse in scala 1:5.000:

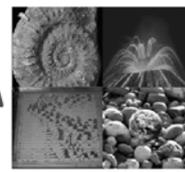


Fig. 8: Carta geologica di dettaglio dell'area d'intervento

Si riportano di seguito le sezioni di dettaglio dell'area in esame:

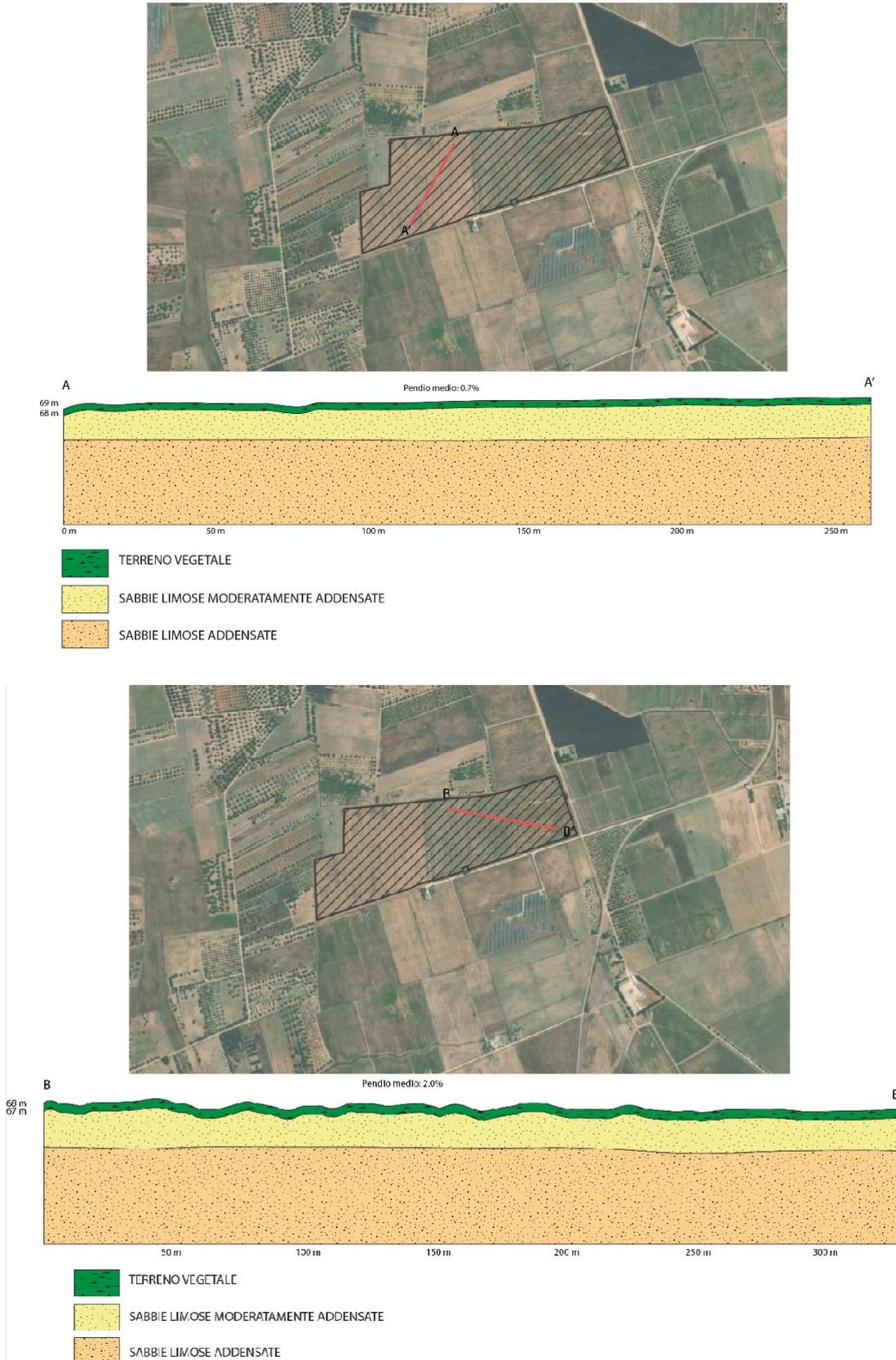
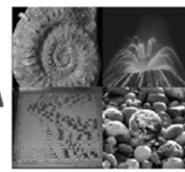
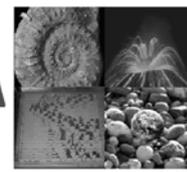


Fig. 9: Sezioni geologiche di dettaglio dell'area in esame



5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA

Per la ricostruzione delle caratteristiche **geologiche, geotecniche e geofisiche** di dettaglio del lotto interessato dal Progetto di cui in oggetto è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito.

Le indagini geotecniche in sito sono consistite in:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH).

Le indagini geofisiche in sito sono infine consistite in:

- n° 2 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 2 stendimenti sismici;**
- n° 2 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw”.**

La corretta ubicazione delle indagini è riportata in **Figura 10**.

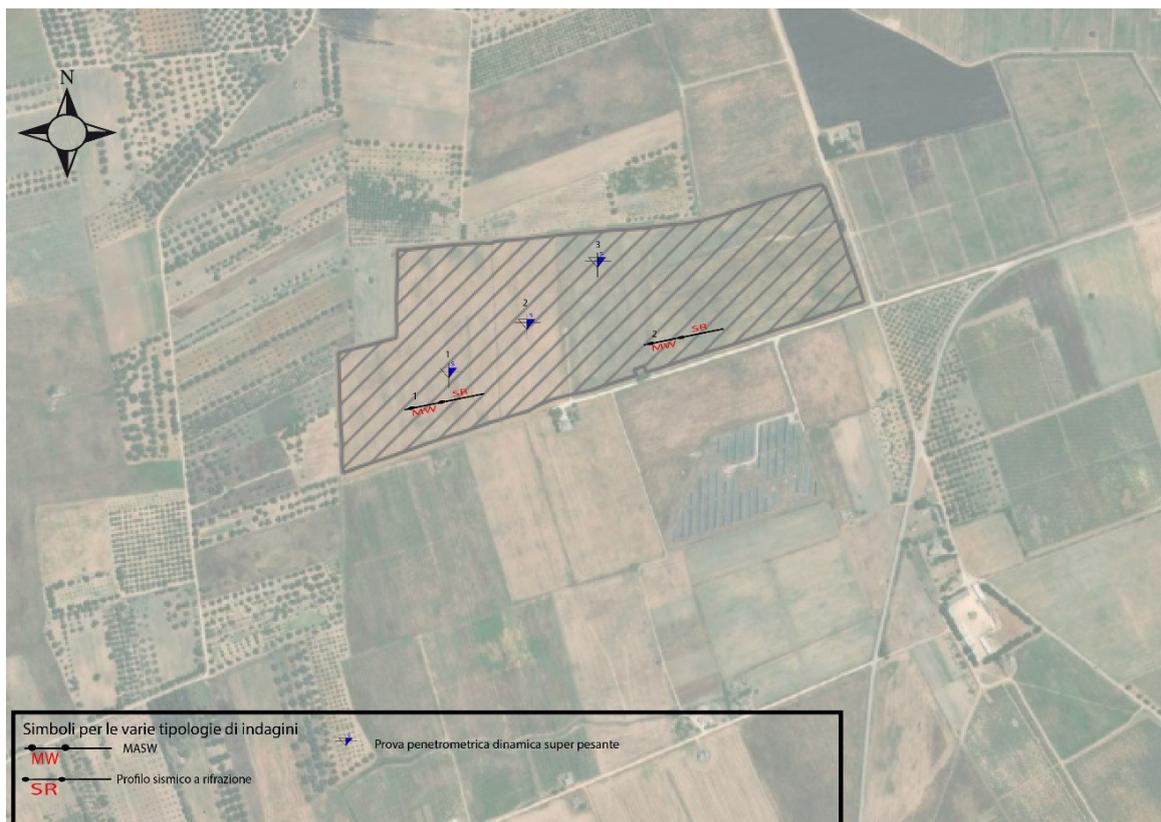
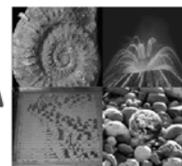
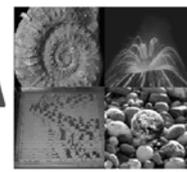


Fig. 10: Ubicazione delle indagini effettuate nell'area di studio



5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE

Prova Penetrometrica Dinamica DPSH

In questo paragrafo sono descritte le **indagini geotecniche in situ** effettuate nell'area di studio, consistite precisamente in:

- *N° 3 Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH*, spinte tutte fino ad una profondità pari a 6,00 metri dal p.c.

Tale campagna di **indagini geotecniche in situ** è stata eseguita, nel mese di GIUGNO 2021, da **Impresa Geosecure SRL** con sede in Roma (RM).

La **prova penetrometrica dinamica DPSH** (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

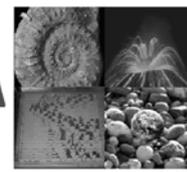
Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20 cm di affondamento.

L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può essere anche condotta come proseguimento di una prova statica interrotta a causa di un livello ad elevata resistenza.

Le informazioni fornite dalle prove penetrometriche dinamiche sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Il campo di utilizzazione è molto vasto, potendo essere eseguita praticamente in tutti i tipi di terreno, anche se viene tendenzialmente effettuata su terreni a granulometria grossolana.



METODOLOGIA

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

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

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

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

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

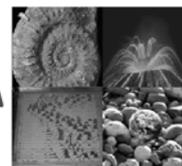
Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

PAGINA 24 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

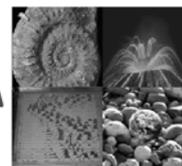
Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25 m
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25 m

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

- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.
- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

PAGINA 25 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)**
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni.
- **DINAMICO SUPERPESANTE DPSH (Tipo EMILIA)**
massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 20-30$ cm, punta conica ($\alpha = 90^\circ$) diametro $D = 50.5 - 51,0$ mm, area base cono $A = 20,0 - 20,43$ cm², rivestimento/fango bentonitico : talora previsto

PENETROMETRO DINAMICO IN USO PER LA SEGUENTE INDAGINE

TG 63-200 EML .C Pagani

CARATTERISTICHE TECNICHE

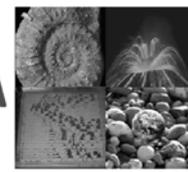
Rif. Norme	DIN 4094
PESO MASSA BATTENTE : M	63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA : H	0,75m
PESO SISTEMA BATTUTA : Ms	0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA: D	51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA : A	20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA: α	90°
LUNGHEZZA DELLE ASTE: La	1,00m
PESO ASTE PER METRO: Ma	6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA: P1	0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA : δ	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA: N= N(20)	Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO $Q = (MH) / (A \delta) = 11,65565$ kg/cm ² (prova SPT: Qspt = 7.83 kg/cm ²)	
COEFF.TEORICO DI ENERGIA $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente: N _{spt} = β t N)	

In ALLEGATO N. 1 sono riportati i certificati relativi alle prove eseguite.

PAGINA 26 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



5.2

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

E' stata eseguita, nell'area allo studio, una campagna di indagini geofisiche in sito risultata costituita, nello specifico, da:

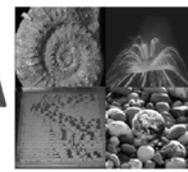
- n° 2 prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 2 stendimenti sismici (di lunghezza pari a 15,00 MT);
- n° 2 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw” (di lunghezza pari a 15,00 MT).

Le **indagini geofisiche** sono state eseguite dalla **Ditta GEOSECURE SRL.**, con sede in Roma (RM), nel mese di GIUGNO 2021.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine “MASW” hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

- Vs Equivalente $M1$ pari a **319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente $M2$ pari a **306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{Seq} valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo **C**: tale sottosuolo è definito come “*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*”, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

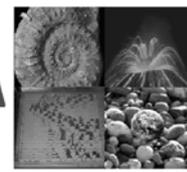


6 MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO

La consultazione dei **dati di Letteratura** disponibili per l'area di studio, la **diretta osservazione di campo** ottenuta durante il **rilevamento geologico di dettaglio** effettuato sia direttamente nell'area di intervento che nelle zone adiacenti (al fine di ampliare la visione dei terreni affioranti e delle strutture geologiche presenti) e le **ricostruzioni lito-stratigrafiche** derivanti dalla consultazione dei sondaggi geognostici esistenti nelle immediate vicinanze del sito di intervento opportunamente verificati mediante le informazioni acquisite dalla lettura dei risultati provenienti dall'esecuzione della **campagna di indagini geofisiche in sito**, hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Per il sito di specifico interesse è pertanto possibile definire il seguente **modello geologico di riferimento basato:**

PROFONDITA'	STRATIGRAFIA
DA 0,00 A 1,20 MT	TERRENO VEGETALE
DA 1,20 A 6,0 MT	SABBIE LIMOSE MODERATAMENTE ADDENSATE
DA 6,00 A 30,00 MT	SABBIE LIMOSE ADDENSATE



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

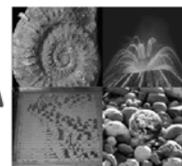
Dall'esecuzione delle prospezioni geotecniche in sito di tipo **DPSH** eseguite nell'area è stato possibile produrre le seguenti tabelle mostranti i parametri geotecnici fondamentali del terreno di fondazione:

PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 0,60	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,61	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,60 A METRI 6,00	10	Incoerente	33,78	1,48	1,92	29,39	0,33	521,55	0,51	84,21	82,88	20,72

PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 0,80	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,63	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,80 A METRI 6,00	10	Incoerente	32,77	1,48	1,92	29,07	0,33	507,27	0,44	82,15	79,20	19,80

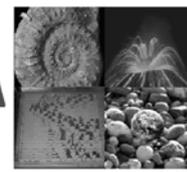


PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 1,20	4	Incoerente	18,17	1,40	1,87	23,97	0,35	292,48	0,59	55,93	32,16	8,04
2	DA METRI 1,20 A METRI 6,00	9	Incoerente	30,65	1,46	1,91	28,39	0,34	477,28	0,52	77,96	71,68	17,92

Dall'esecuzione delle prove penetrometriche e dalla lettura di dati di letteratura, è possibile caratterizzare geotecnicamente il terreno fino a 30 m:

Spessore dello strato (m)	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)
da metri 7,00 a metri 30,00	Incoerente	40	1,6	2,0	32	0,30	600	0,47	93	96



7 MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO

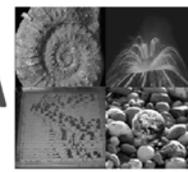
Definire i modelli di comportamento dei materiali superficiali (che possono costituire possibili piani di posa di sistemi fondali), in chiave sismica, significa trattare di una problematica di notevole interesse nell'ambito di ricerche di carattere geologico-tecnico e geofisico applicate all'Ingegneria.

Determinare il comportamento di un litotipo, vale a dire la risposta a sollecitazioni costanti o variabili nel tempo, significa definire la o le relazioni sforzo-deformazioni sue caratteristiche, tramite i Moduli Elastici.

In particolare, in un contesto di **prevenzione da rischio sismico**, di notevole importanza è la valutazione della “**Risposta sismica locale**”, che consiste nel definire come i terreni più superficiali d'interesse ingegneristico, rispondono alle sollecitazioni prodotte da un evento sismico, modificandone le caratteristiche spettrali, nel senso di amplificazioni e/o attenuazioni in termini di ampiezze delle onde.

Da tali modifiche, è noto, dipendono i maggiori danni alle strutture durante una scossa di terremoto, poiché la vulnerabilità di un edificio è funzione oltre che della durata e dell'intensità della sollecitazione, principalmente dall'ampiezza delle onde di Taglio.

L'assetto litostratigrafico locale del sito investigato, e comunque di gran parte dell'intero territorio comunale, rappresenta, da questo punto di vista, una tipica “situazione geologica a Rischio”, per la notevole possibilità che si verifichino fenomeni di amplificazioni o risonanze dei sistemi terreno-strutture.



RIFERIMENTI VALIDI PER L'AREA ALLO STUDIO

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**, è compreso in **ZONA SISMICA 2**.

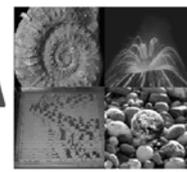
E' quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

I dati di letteratura mostrano, inoltre, che la zona di studio ed è situata in un'area caratterizzata da spessori della coltre di copertura inferiori a 30,00 metri e quindi potrebbe essere interessata da **possibili fenomeni di amplificazione di sito per frequenze inferiori ad 1 Hz**.

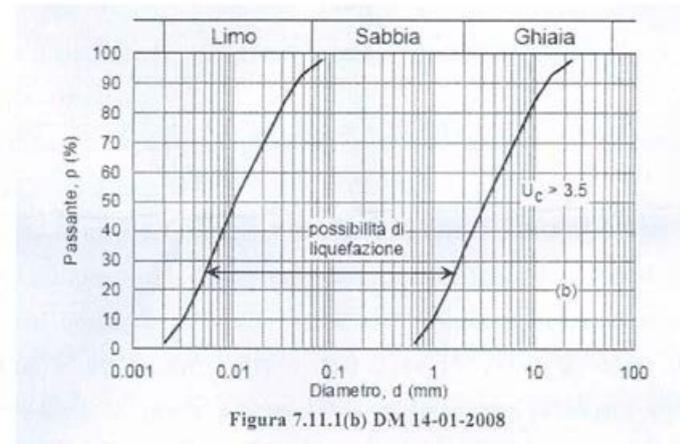
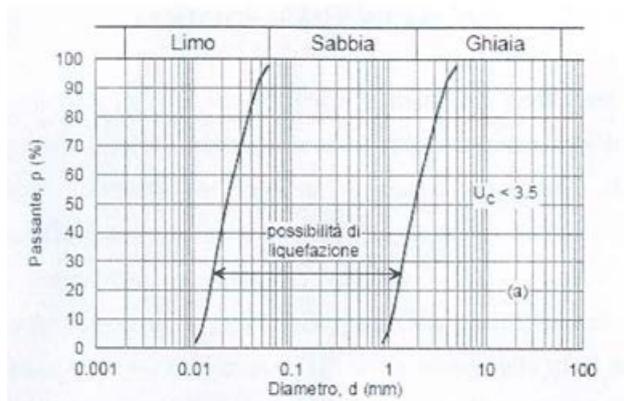
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.). La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un “potenziale di liquefazione” del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici. Come riportato nel par.7.11.3.4.2 del DM 14-01-2008 e modificata nelle N.T.C. 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

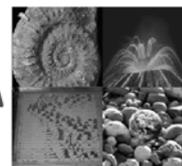
- 1) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;



- 2) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{clN} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e q_{clN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Nel caso specifico, dato l'assortimento granulometrico del terreno, lo stesso non è liquefacibile.

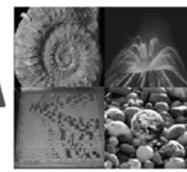


CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Riguardo alla classificazione sismica dei suoli di fondazione *in situ* prevista dalla Normativa in vigore (D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), vengono identificate n° 5 classi (denominate rispettivamente A, B, C, D e E) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

CAT.	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valore 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
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
C	<u>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</u>
D	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 m/s e 180 m/s
E	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

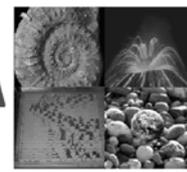


Per V_{seq} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine "MASW" hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

- V_s Equivalente $M1$ pari a **319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente $M2$ pari a **306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo C: tale sottosuolo è definito come "*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*", secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il **D.M. 17 gennaio 2018** (*Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche*) decreta che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La **pericolosità sismica** è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, nel periodo di riferimento **VR**.

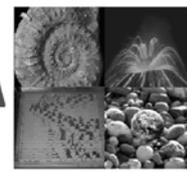
In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag** = accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **Tc*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

PAGINA 36 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



Nella presente relazione, per il sito considerato, sono forniti valori di **ag**, **Fo** e **Tc*** necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

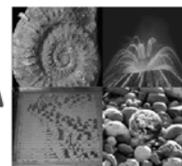
Il "**range**" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto, risulta caratterizzato da valori della **V_{seq}** riconducibili alla Categoria di **Suolo di tipo C**. Come anzi detto, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso lo spettro di risposta elastico.

Una volta individuate le coordinate del sito in oggetto sono state inserite nel programma che, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo, ha ricavato i valori di **Ag**, **Fo** e **Tc*** riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), ossia in assenza di effetti locali.

Questi parametri degli spettri di risposta come detto in precedenza sono relativi ad un sito privo di effetti al suolo, ossia senza effetti locali stratigrafici e topografici.

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento **Ss** e **Cc** in funzione della **categoria di sottosuolo** di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico **Ts**.

Nelle **tabelle** successive vengono riportati i **range di variabilità** dei **coefficienti di amplificazione**:



Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
→ T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 1: Valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T per le diverse categorie topografiche.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
→ C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Tabella 2: Espressioni di calcolo dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica S_s e C_c per le diverse categorie di suolo.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
→ T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
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 $\geq 30^\circ$

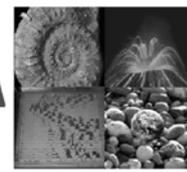
Tabella 3: Categorie di amplificazione topografica.

Dalle analisi geologiche, geomorfologiche, geognostiche e geotecniche effettuate, si evince che, per il sito in oggetto, può essere ragionevolmente assegnata una categoria di

PAGINA 38 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
 P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
 Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
 e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



amplificazione topografica di **tipo T1** ossia assimilabile a *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* .

Il passo successivo consiste nella valutazione dell'**accelerazione massima attesa al sito (amax)**, che viene riportata di seguito nella seguente espressione:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

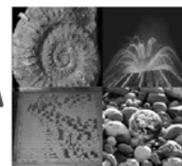
L'accelerazione massima attesa **amax** è fornita in m/s^2 (dal valore nominale di **ag(g)**), accelerazione massima attesa al sito, si passa ad **ag** (m/s^2) moltiplicando per 9.81.

Infine, si passa alla determinazione del **Coefficiente Sismico orizzontale (Kh)** e **Coefficiente Sismico verticale (Kv)**, seguendo le seguenti relazioni:

- **Coefficiente sismico orizzontale $K_h = \beta S * a_{max} / g$** (per fondazioni)
- **Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.5 K_h$** (per fondazioni)

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta è completata in funzione dell'incremento relativo alla **Classe d'uso della struttura in oggetto** e alla **Vita Nominale dell'opera**, ulteriormente incrementata con i **Coefficienti Stratigrafici e Topografici** di cui sopra e verificata agli **Stati Limiti** così come previsto da norma.

Nella **tabella** seguente sono riportati i valori dell'accelerazione del suolo orizzontale di picco a_g espressi in percentuale di g, riferiti ad ogni zona omogenea di riferimento, tali valori sono riferiti alle accelerazioni attese in seguito ad un evento sismico in siti su roccia o suolo molto rigido (*bedrock*) con $V_s > 800$ m/s.

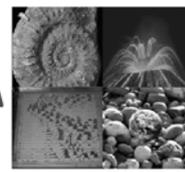


Zona sismica (livello di pericolosità)	Accelerazione orizzontale massima con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1 (alto)	> 0,25
<u>2 (medio)</u>	<u>0,15 – 0,25</u>
3 (basso)	0,05 – 0,15
4 (minimo)	< 0,05

Si riportano di seguito, infine, i **Parametri Sismici fondamentali** validi per il sito in esame



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA



Indirizzo Coordinate Isole

Latitudine: 40.819083°

Longitudine: 17.881077°

Mappe Satellite

Stati limite

Classe Edificio: IV - Funzioni pubbliche e strategiche importanti...

Via Normale: 101

Interpolazione: *

CU = 2

Stato Limite	T _r [anni]	q _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	122	0.030	2.370	0.342
Danno (SLD)	203	0.038	2.449	0.380
Salvaguardia via (SLV)	1917	0.068	2.770	0.534
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.072	2.824	0.540
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	202			

Coefficienti sismici

Tipi: Muri di sostegno NTC 2018

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

H₁ (m): 1

U_s (m): 0.1

Cal. Sismosono: C

Cal. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.50
CC Coeff. funz. categoria	1.50	1.45	1.29	1.29
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Azere massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{ln}	0.045	0.054	0.102	0.108
k _v	0.023	0.027	0.051	0.054
Amplaz. [m/s²]	0.442	0.532	0.997	1.060
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

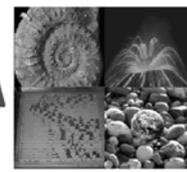
GEOSTRU PS ADVANCED
Pericolosità sismica di base e di sito. Scopri la versione completa.

About Us | Prodotti | Geosapp | Contattaci

PAGINA 41 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
 P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
 Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
 e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



8 CONCLUSIONI

Il sottoscritto:

- Geologo Vincenzo CORTESE, nato a Mugnano di Napoli (NA) il 28/12/1983 (C.F. CRTVCN83T28F799C) e residente in Bojano (CB) alla Via Gino di Biase n° 32, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Molise* al n° 155 - sez. A "Geologi Specialisti",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BOJANO (CB) alla Via Barcellona n° 20, è stato incaricato da HEPV29 s.r.l di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di BRINDISI (BR) a corredo del PROGETTO denominato **“REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR)-IMPIANTO 12”**.

E' stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

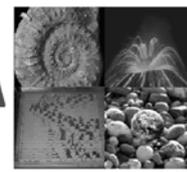
Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*
- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.*

PAGINA 42 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

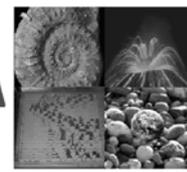
- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geofisiche in situ.

L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di BRINDISI (BR) a quote comprese tra i 67 e 69 m s.m.l, e risulta cartografata nel F.º 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

Lo studio geomorfologico, oltre che all'area direttamente interessata dall'opera in oggetto è stato esteso, in modo particolarmente accurato, ad un'ampia area ritenuta significativa ai fini della valutazione dei caratteri geomorfologici rilevanti per la stabilità dell'area stessa.

Per quel che concerne la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'**assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico**.

Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da **PERICOLOSITA' DA FRANA e ALLUVIONE** definita dai Piani di Bacino.



Per la ricostruzione delle caratteristiche **geologiche, geotecniche e geofisiche** di dettaglio del lotto interessato dal Progetto di cui in oggetto è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito.

Le **indagini geotecniche in sito** sono consistite in:

- n. 3 **prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)**.

Le **indagini geofisiche in sito** sono infine consistite in:

- n° 2 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 2 stendimenti sismici;**
- n° 2 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw”.**

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine “MASW” hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

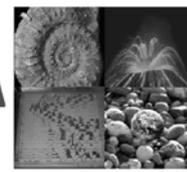
- Vs Equivalente $M1$ pari a **319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente $M2$ pari a **306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo **C**: tale sottosuolo è definito come “*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*”, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

PAGINA 44 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



E' stata effettuata, infine, la **modellazione sismica** dell'area di studio.

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"**, è compreso in **ZONA SISMICA 2**.

E' quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

I dati di letteratura mostrano, inoltre, che la zona di studio ed è situata in un'area caratterizzata da spessori della coltre di copertura inferiori a 30,00 metri e quindi potrebbe essere interessata da **possibili fenomeni di amplificazione di sito per frequenze inferiori ad 1 Hz**.

Pertanto, per il dimensionamento delle opere d'arte previste per gli interventi di natura edile è prevista l'adozione, con le relative prescrizioni, delle norme tecniche emanate con D.M. 17.01.2018 ai sensi delle Leggi 1086 del 1971 e 64 del 1974, poi diventate D.P.R. 380 del 2001.

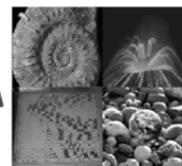
IL GEOLOGO

Dott. Vincenzo CORTESE



PAGINA 45 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



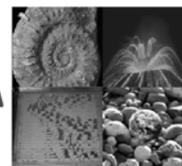
ALLEGATO N. 1

PROVE GEOTECNICHE IN SITU

PAGINA 46 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



ALLEGATO N. 2

PROVE GEOFISICHE IN SITU

PAGINA 47 di 47

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it

CERTIFICATI PROVE IN SITO

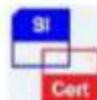


Available versions		
DP Only	CPT Only	DP + CPT
■ DPSH = DPH	■ 200kN	■ DPSH + 200 kN = DPH + 200 kN
= Rotary head		

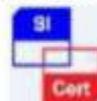
Legend	
■	Standard
=	Optional



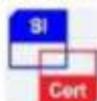
ATT. N. 7918/63/01



NUMERO PC: 0151-GEO-Q



NUMERO PC: 0151-GEO-E



NUMERO PC: 0151-GEO-H



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



SEDE LEGALE: VIA DEI MONTI PARIOLI, 40 - ROMA (RM)

SEDE OPERATIVA: VIA BARCELLONA N.18 – BOJANO

TEL:0874/783120 CELL.3286429991 FAX:0874/773188

MAIL: info@geosecure.it SITO: www.geosecure.it

COMMITTENTE : HEPV 29 s.r.l.

OGGETTO : REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR)- IMPIANTO 12

LOCALITA' : BRINDISI (BR)

CODICE DOCUMENTO : CPS 309/21 DPSH

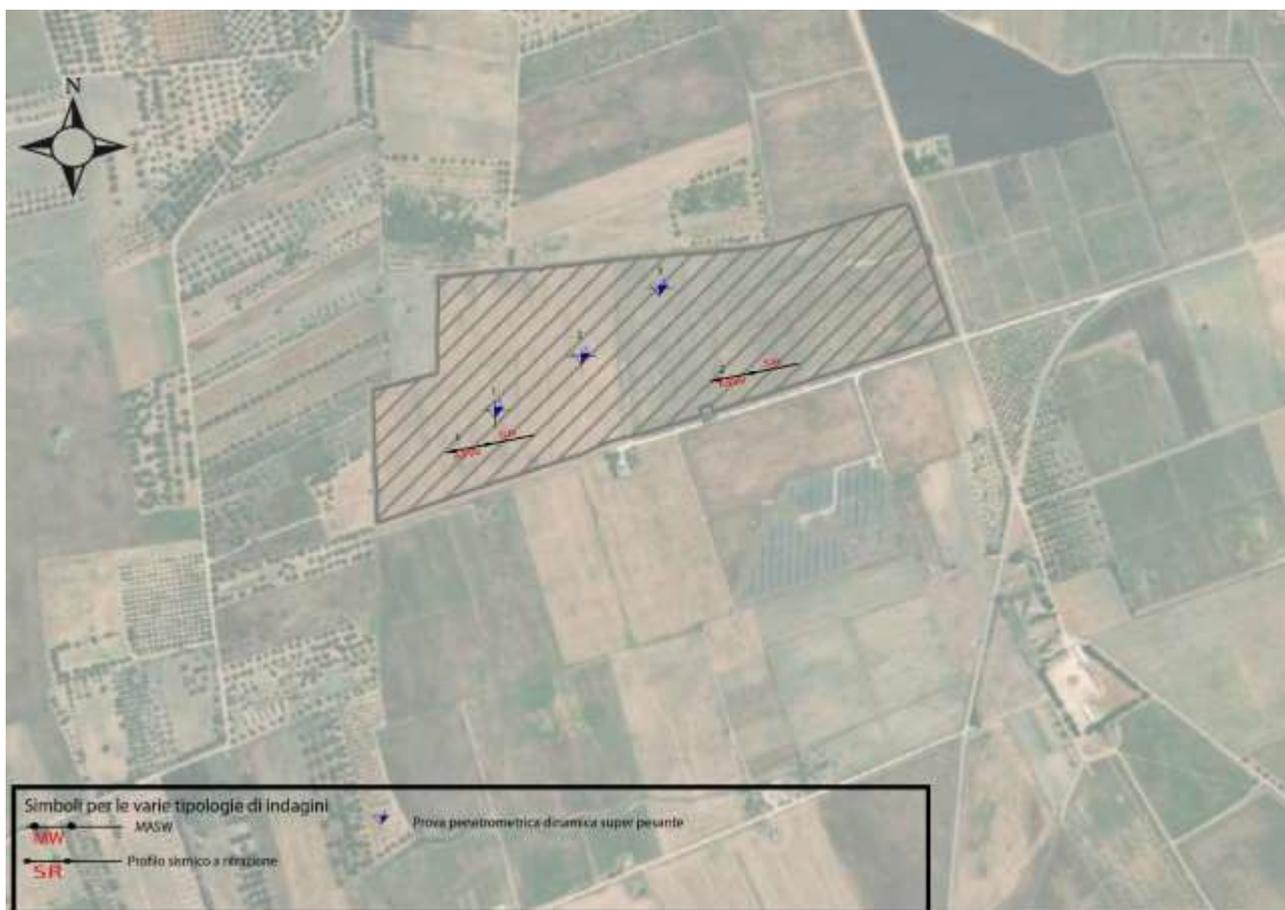
SPERIMENTATORE	DIRETTORE TECNICO	REV. 0
DOTT. ANTONINO CARUSO	DOTT. CARLO CORTESE	DATA GIUGNO 2021

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 3 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **GIUGNO 2021** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **BRINDISI (BR)** TRE PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DI **HEPV 29 s.r.l.**, IN RELAZIONE ALLA PRATICA DENOMINATA “**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR)- IMPIANTO 12**”.

IL FASCICOLO, COSTITUITO DA N. PAG. 10, E' RILASCIATO IN TRIPLICE COPIA IN ORIGINALE.



PROVA N.1

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

Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	8	0,823	55,08	66,91	2,75	3,35
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	6	0,811	40,72	50,18	2,04	2,51
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	9	0,803	56,53	70,37	2,83	3,52
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	5	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	7	0,785	38,01	48,42	1,90	2,42
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	9	0,781	48,62	62,25	2,43	3,11
5,60	8	0,779	43,12	55,34	2,16	2,77
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	7	0,775	35,50	45,78	1,78	2,29

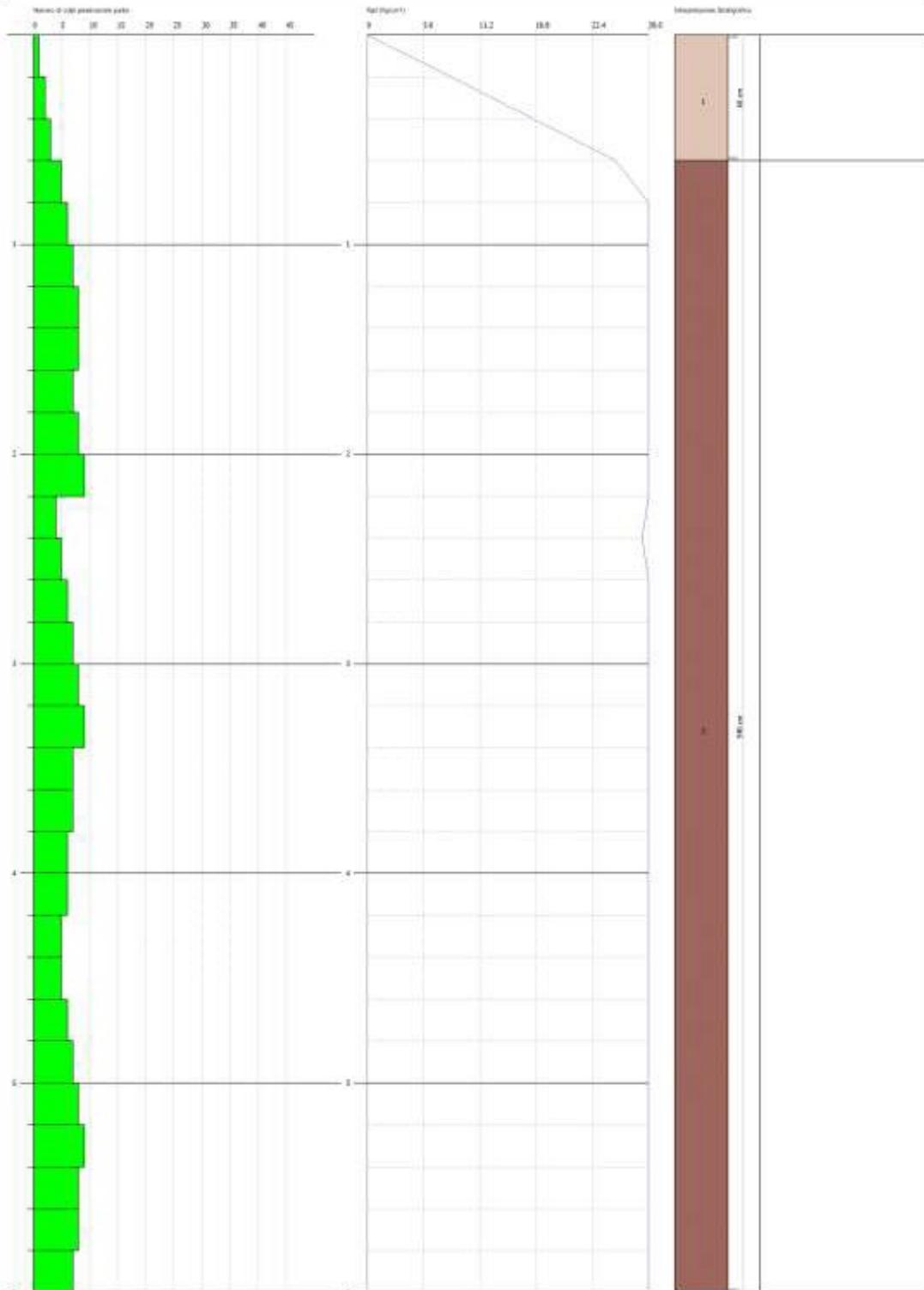
PROVA
CANTILE (SCL) - METEOROLOGICI (SCL) -
(SCL)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Descrizione
Località

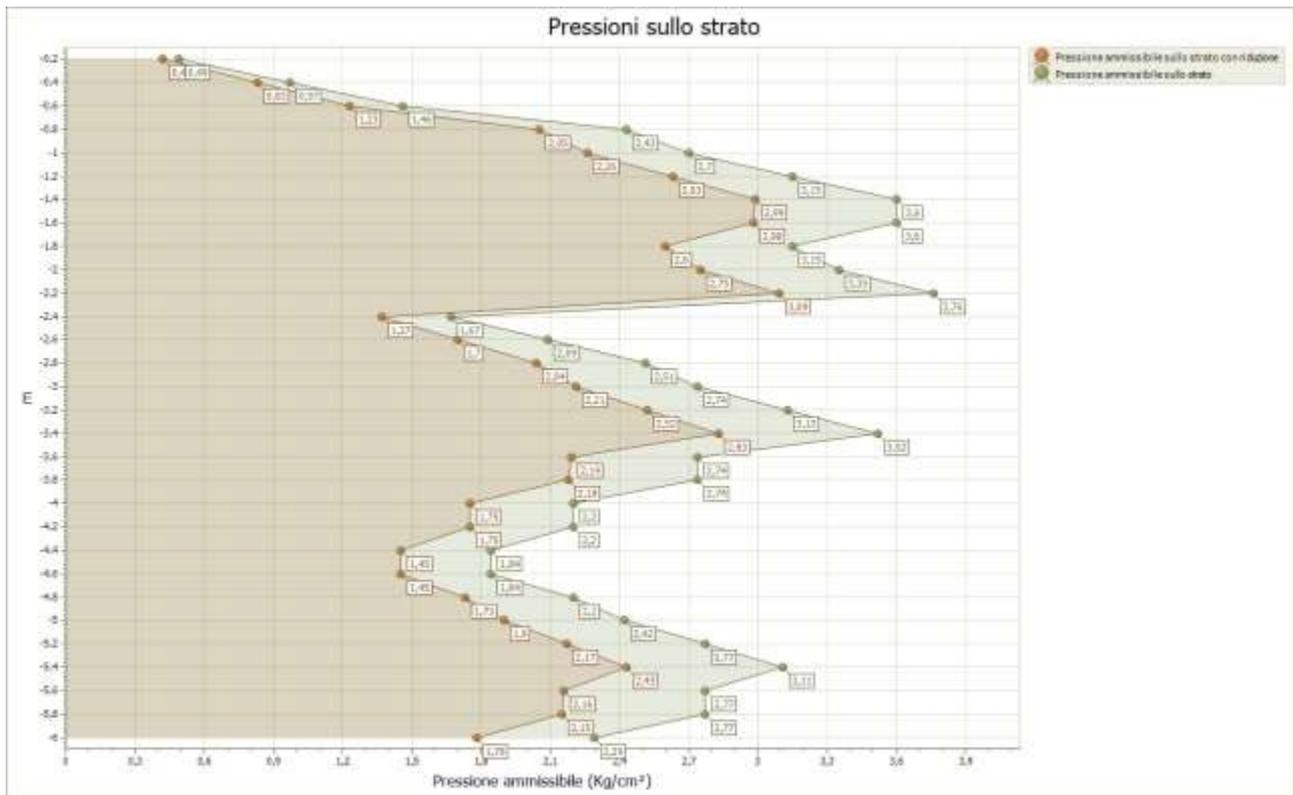
Area

0000128



0000128 (1)

0000128 (1)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.2

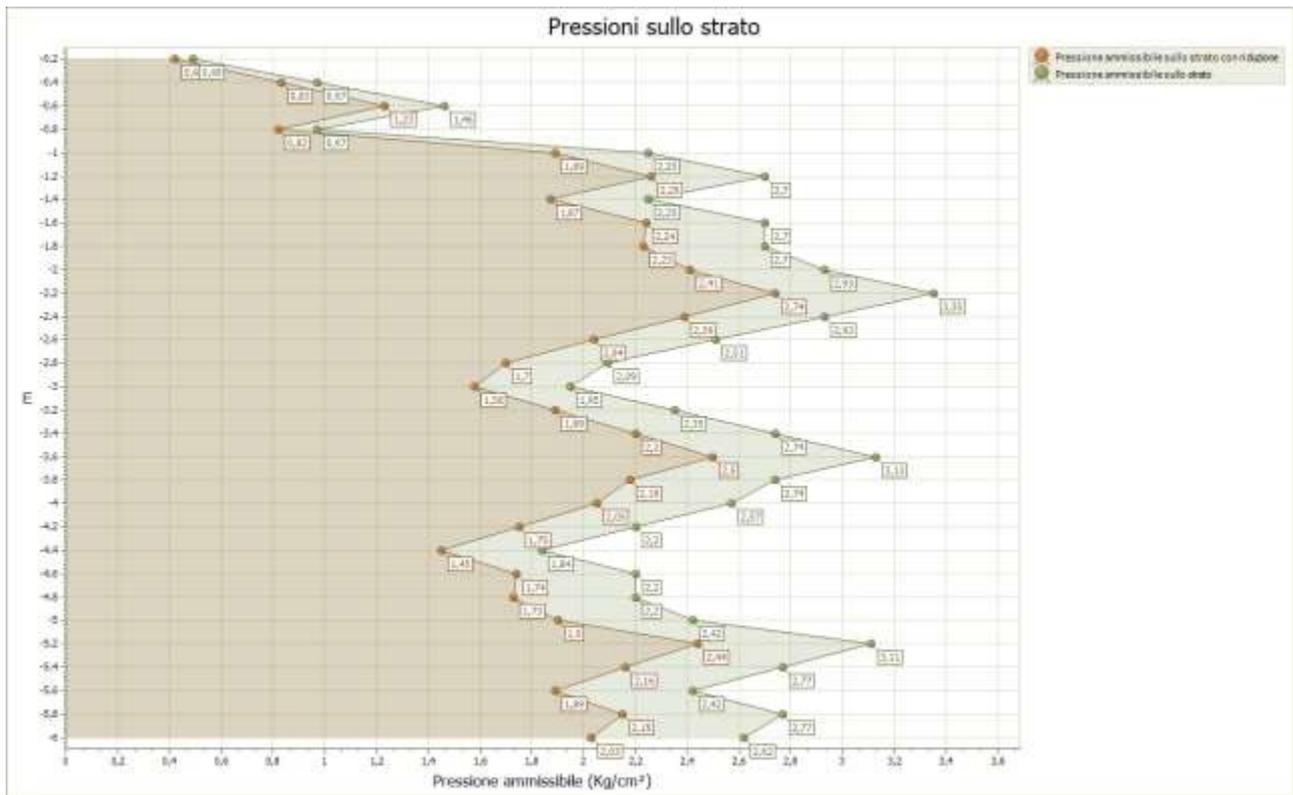
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	6	0,814	40,86	50,18	2,04	2,51
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	8	0,801	50,09	62,55	2,50	3,13
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	7	0,785	38,01	48,42	1,90	2,42
5,20	9	0,783	48,75	62,25	2,44	3,11
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.3

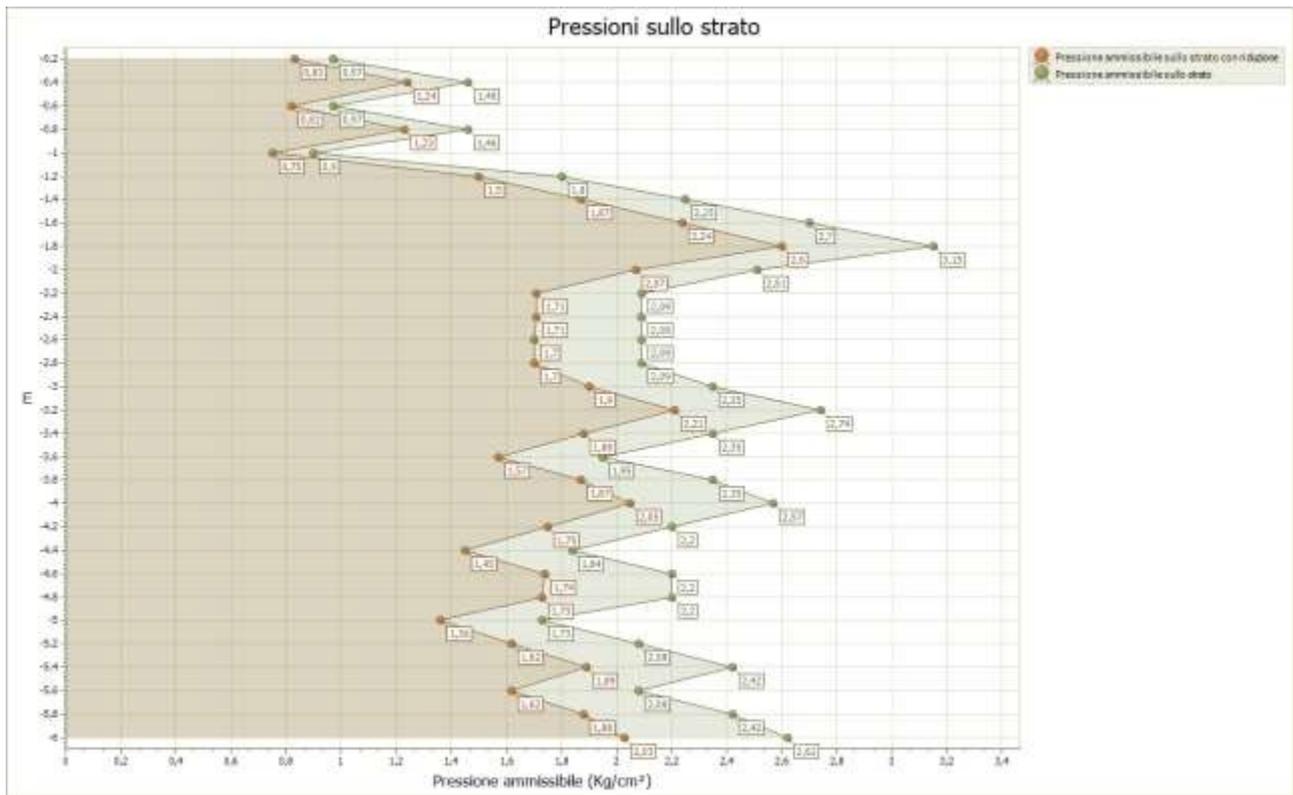
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	2	0,840	15,10	17,98	0,75	0,90
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	5	0,820	34,29	41,82	1,71	2,09
2,40	5	0,817	34,17	41,82	1,71	2,09
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	6	0,798	37,45	46,91	1,87	2,35
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	6	0,783	32,50	41,50	1,62	2,08
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	6	0,779	32,34	41,50	1,62	2,08
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





REGIONE PUGLIA

COMUNE di

BRINDISI

(Provincia di BRINDISI)



**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E
POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON
RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO
IN BRINDISI (BR)- IMPIANTO 12**

Proponente: HEPV29 s.r.l

ALLEGATO SISMICO



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Carlo Cortese

GEOSECURE SRL
Via dei Monti Parioli, 40
00197 ROMA
Part IVA 01650420704

DATA: GIUGNO 2021

Rev. 00

INDICE

1	<u>INTRODUZIONE GENERALE</u>	PAG. 02
2	<u>INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE</u>	PAG. 03
	2.1 <u>TOMOGRAFIA SISMICA</u>	PAG. 03
	2.2 <u>MASW</u>	PAG. 06
3	<u>RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO</u>	PAG. 09
	3.1 <u>TOMOGRAFIA SISMICA SS1-SS2</u>	PAG. 09
	3.2 <u>MASW M1-M2</u>	PAG. 16
4	<u>CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE</u>	PAG. 22

1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel comune di Brindisi (BR) dalla ditta "GEOSECURE s.r.l.", nel mese di 2021, eseguita a servizio della pratica denominata "REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 8.120 KW E POTENZA MODULI PARI A 10.150,14 KWP CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR)- IMPIANTO 12" per conto di HEPV 29 s.r.l.

Nel dettaglio, la **campagna di indagini geofisiche** eseguite nell'area è consistita in:

- N° 02 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE DENOMINATA "SISMICA A RIFRAZIONE" E "TOMOGRAFIA SISMICA" ESEGUITA MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 02 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI SS1 e SS2 (di lunghezza pari a 23,00 MT);
- N° 02 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE "MASW" M1 e M2 (di lunghezza pari a 23,00 MT).

La corretta ubicazione delle indagini eseguite nell'area allo studio è riportata di seguito in **Figura 1**:



Fig. 1: ubicazione delle indagini geofisiche eseguite nel comune di Brindisi (BR).

PAGINA 2 di 23

2. INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE

2.1 TOMOGRAFIA SISMICA

L'obiettivo delle prospezioni geofisiche effettuate con metodologia di indagine TOMOGRAFICA SISMICA è stato quello di investigare attraverso metodologie geofisiche specifiche il sottosuolo allo scopo di creare un profilo sismo-stratigrafico di riferimento per ciascuna prova effettuata.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E FIGURE PROFESSIONALI UTILIZZATE DURANTE LE INDAGINI:

La strumentazione utilizzata nell'area è costituita da un sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S (Figura 2), avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *capacità di campionamento dei segnali tra 0,002 e 0,00005 sec;*
- *sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);*
- *filtri High Pass e Band Reject;*
- *"Automatic Gain Control";*
- *convertitore A/D a 24 bit;*
- *23 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *massa battente pesante di 10 Kg.*



Fig. 2: sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S.

Durante la fase di acquisizione dati la Ditta "GEOSECURE S.r.l." si è avvalsa delle seguenti figure professionali:

- n. 1 geofisico prospettore;
- n. 2 assistenti al geofisico prospettore.

Tutti gli strumenti di misura, impiegati in accordo con il calendario di taratura imposto al sistema di qualità in uso presso la Ditta "GEOSECURE S.r.l." sono tarati presso il laboratorio della "M.A.E. s.r.l." di Frosolone (IS).

PRINCIPI DI BASE:

La metodologia **sismica a rifrazione** utilizza la stima delle **velocità di propagazione** delle onde sismiche nel sottosuolo che sono generate quando il terreno è sottoposto a sollecitazioni artificiali o naturali (sisma).

La determinazione delle velocità viene ricavata misurando i **tempi di primo arrivo** delle onde sismiche generate in diversi punti sulla superficie topografica, considerando i seguenti *principi di base*:

- *le onde sismiche si propagano con velocità diverse in mezzi con caratteristiche meccaniche diverse*
- *quando il raggio sismico attraversa una discontinuità di velocità (passa da un mezzo più lento ad uno più veloce, o viceversa) cambia direzione come descritto dalla **Legge di Snell**.*

I CASI DI APPLICAZIONE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE:

I metodi di interpretazione della **sismica a rifrazione di superficie** si basano sull'analisi delle **onde P** o in alternativa **onde S** e trovano numerosi campi di applicazione:

- **Studi di carattere geotecnico (individuazioni delle proprietà fisiche dei mezzi investigati);**
- **Studi di carattere geologico (successioni stratigrafiche, individuazione di faglie, strutture sepolte, ecc.);**
- **Determinazione della profondità del substrato roccioso;**
- **Studi per la pianificazione del territorio (microzonazione sismica);**
- **Studi in campo ambientale (discariche).**

La tabella di seguito riportata illustra i casi di applicazione per ogni metodologia d'indagine.

<u>Metodi di interpretazione</u>	<u>Caso di applicazione</u>
Delle intercette (o convenzionale)	Strati paralleli e sub-orizzontali
Reciproco generalizzato (GRM)	Morfologie degli strati articolate e con inclinazioni < 20°
Reciproco di Hawkins o Delay time	Morfologie degli strati articolate e con inclinazioni < 20°
Tomografico	Morfologie complesse

Considerate le caratteristiche geologiche dell'area di studio, i metodi d'indagine sismica utilizzati sono stati il **metodo delle intercette** (o metodo convenzionale) ed il **metodo tomografico**.

Operativamente, ciò che è stato eseguito in campagna è una disposizione lungo una retta di **trasduttori velocimetrici (geofoni)** lungo la sezione specifica che si desiderava investigare; quindi, in funzione della risoluzione e delle profondità ricercate, si sono adeguatamente disposti i punti di produzione dell'energia elastica; leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si sono ricostruite le **dromocrone** che permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati.

Secondo i tempi di primo arrivo delle onde longitudinali **P** e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (**interspazio geofonico** e **offset di scoppio**) è stato possibile, inoltre, dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalla radiazione elastica e quindi ottenere una **dettagliata perizia sismica** della porzione di sottosuolo sottoposta ad indagine.

Per ciò che concerne la campagna di indagine del lavoro in oggetto, è stato sviluppato in situ:

- **n° 02 stendimenti sismici - DENOMINATO SS1- SS2**, con l'utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a 1,00 metro (LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO = 23,00 MT);

2.2 MASW

INTRODUZIONE:

Il metodo **MASW** (**Multichannel Analysis or Surface Waves**) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della **misura delle onde superficiali** eseguita in corrispondenza di diversi sensori (**geofoni** nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle **onde di Rayleigh**, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde; in un mezzo stratificato le **onde di Rayleigh** sono dispersive (**fenomeno della dispersione geometrica**), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (**Achenbach, IO., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980**) o detto in maniera equivalente **la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione**.

La **natura dispersiva** delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine **MASW** utilizzato è, inoltre, di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite **energizzazione** con mazza battente parallelamente all'*array*) e misurate da uno stendimento lineare di sensori (*geofoni*).

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel **range di frequenze** compreso tra **5-10Hz** e **70-100Hz**, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30,00-50,00 metri, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

METODOLOGIA UTILIZZATA:

Il metodo prevede lo svolgimento di **n° 4 fasi** successive e propedeutiche:

1) calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio

PAGINA 6 di 23

- spazio-tempo lungo lo stendimento;*
- 2) *calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo **Roma (2001)**;*
 - 3) *calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo **Lai-Rix (1998)**;*
 - 4) *individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_{sv} , modificando opportunamente lo **spessore h** , le **velocità delle onde di taglio V_{sv}** e di **compressione V_p** (o in alternativa il **coefficiente di Poisson ν**), la **densità di massa ρ** degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'**affidabilità del profilo di velocità V_s** trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.*

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E FIGURE PROFESSIONALI UTILIZZATE DURANTE LE INDAGINI:

Durante la fase di acquisizione dati la Ditta “**GEOSECURE S.r.l.**” si è avvalsa delle seguenti figure professionali:

- **n. 1 geofisico prospettore;**
- **n. 2 assistenti al geofisico prospettore.**

Tutti gli strumenti di misura, impiegati in accordo con il calendario di taratura imposto al sistema di qualità in uso presso la Ditta “**GEOSECURE S.r.l.**” sono tarati presso il laboratorio della “**M.A.E. s.r.l.**” di Frosolone (IS).

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata nella zona di indagine è stata costituita da:

- *un sistema di energizzazione: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;*
- *un sistema di ricezione costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la*

velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente;

- *un sistema di acquisizione dati con memoria dinamica a 24 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, cavo sismico telemetrico di 130 m, MOM power con interfaccia USB 1.1 24 V, notebook PC Windows XP con software Pane I Acquisition a 24 canali; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione; la conversione A/D avviene già dal primo metro di cavo: il sistema permette pertanto di eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo sismico ed è inoltre dotato di un sistema di filtraggio in tempo reale, da un hardware complesso, che comporta un anello di regolazione con diversi passaggi di digital signal processing;*
- *un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.*

Nello specifico, la **strumentazione utilizzata nell'area** è costituita da un sismografo multicanale **M.A.E. modello A 6000 S (Figura 3)**, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *capacità di campionamento dei segnali tra 0,002 e 0,00005 sec;*
- *sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (**time break**);*
- *filtri High Pass e Band Reject;*
- *"Automatic Gain Control";*
- *convertitore A/D a 24 bit;*
- *24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *massa battente pesante di 10 Kg.*



Fig. 3: sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S.

3. RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO SS1

3.1 TOMOGRAFIA SISMICA

LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 23,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt

Il profilo sismico in oggetto è stato ubicato come mostrato, di seguito, in **Figura 4**:



Fig. 4: ubicazione dei profili sismici.

Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza **battente di massa pari a 10.00 kg** effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

- *due scoppi simmetrici (**off-shots**) esterni allo stendimento ad una distanza di 2,00 metri dal geofono più vicino;*
- *uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.*
- *due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 6° e il 7° geofono e il secondo tra il 18° e 19° geofono.*

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 15.000 campioni al secondo per un totale di 0.13 secondi di acquisizione.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "Rayfract 3.36" della Intelligent Resources (Copyright 1996-2019), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.

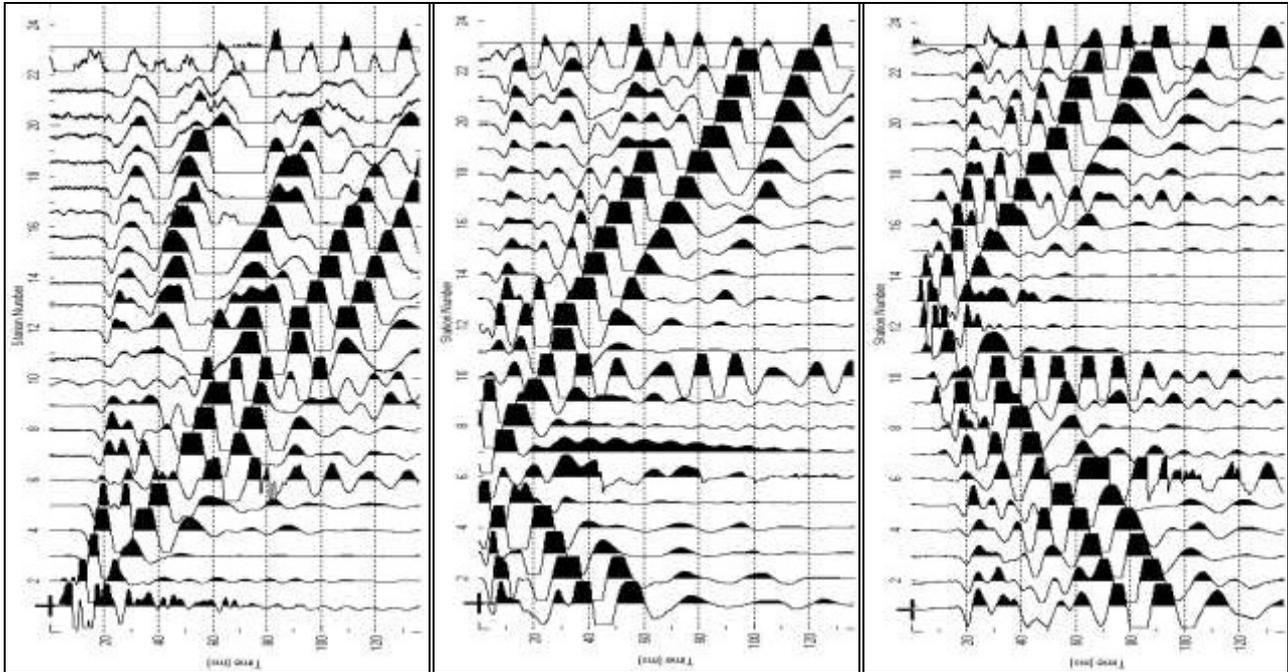


Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS1

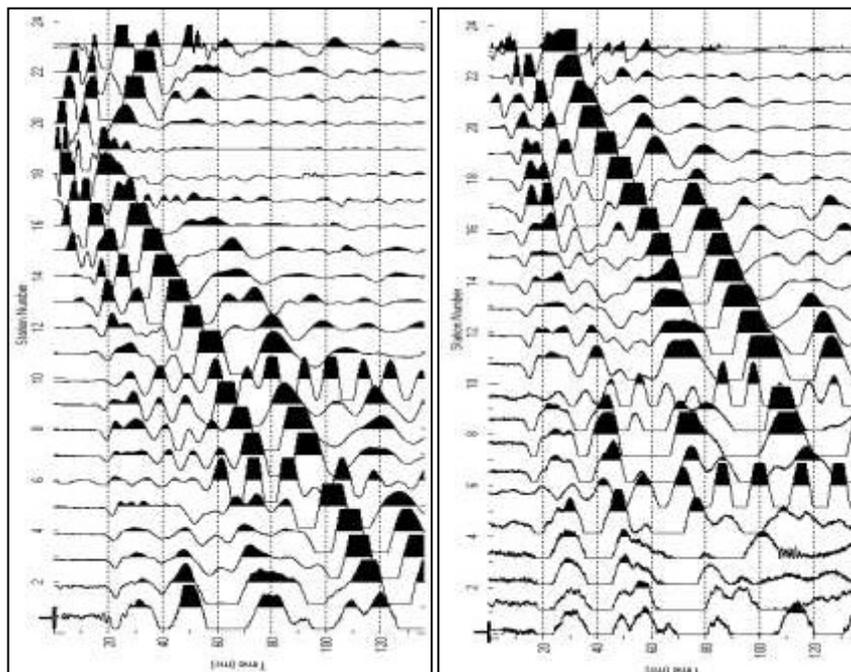


Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5. – SS1

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.533	9.467	13.533	15.467	19.267
2.00	4.333	7.8	12.733	14.867	18.6
3.00	4.867	5.733	11.933	14.067	17.333
4.00	5.667	4.6	10.867	13.533	16.8
5.00	6.8	2.067	9.467	13	16.133
6.00	7.6	2.533	8.4	11.933	15.867
7.00	8.133	3.333	7.333	11.4	15.233
8.00	8.667	4.567	5.933	10.867	14.867
9.00	9.733	5.533	4.867	10	14.133
10.00	10.267	6.6	4.333	9.2	13.456
11.00	11.133	7.4	3.333	8.133	12.4
12.00	11.4	8.267	2.467	7.333	11.267
13.00	12.467	9.133	2.467	6.533	10.342
14.00	13.533	9.833	2.933	4.867	9.8
15.00	14.067	10.733	4.067	4	9.067
16.00	14.733	11.533	4.867	2.6	8.6
17.00	15.467	12.467	5.667	1.267	7.8
18.00	15.967	13.167	7.067	0.8	6.2
19.00	16.533	13.833	8.133	0.333	5.667
20.00	17.067	14.067	9.733	0.867	4.6
21.00	17.67	14.6	11.4	3.133	4.067
22.00	18.13	15.733	12.467	4.733	3.533
23.00	18.933	16	13.533	6.4	3.267
24.00	20.067	16.533	13.533	7.867	2.533

Fig. 7: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 8** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.

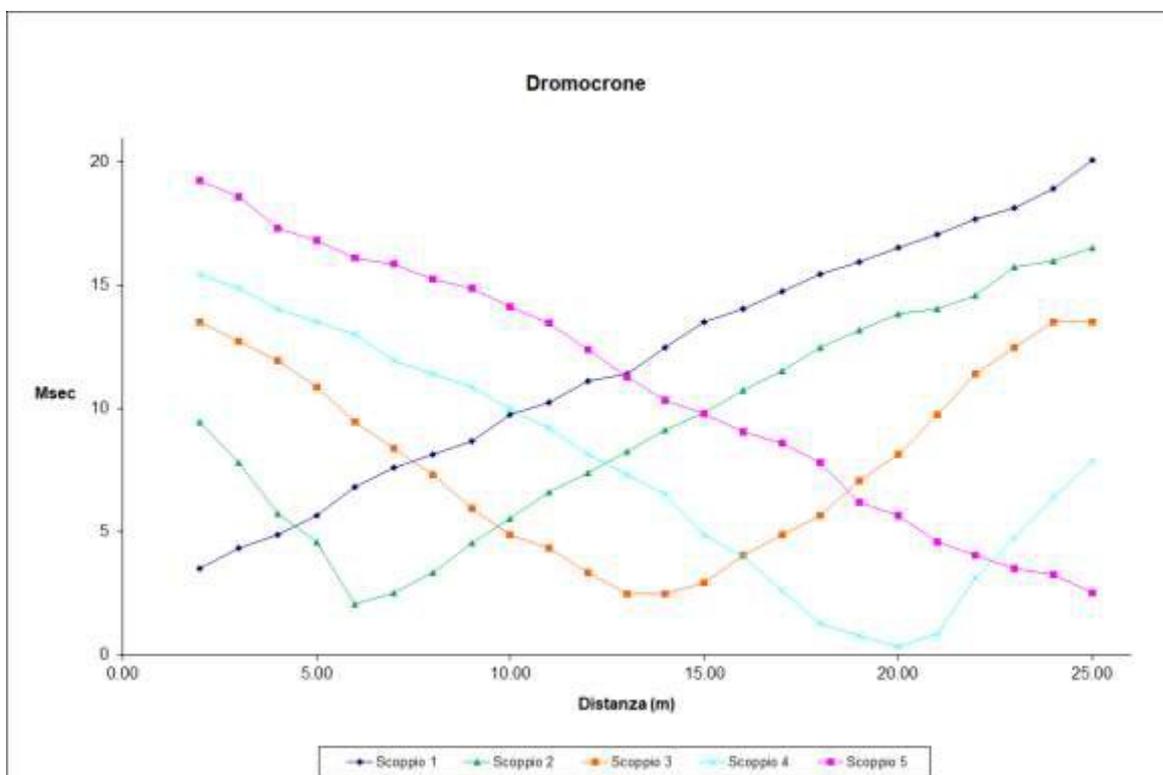


Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi.

Nella figura seguente viene riportata la tomografia sismica relativa al sito di indagine, calcolata tramite software **Rayfract 3.36** con restituzione grafica ottenuta tramite software **Surfer 9.0**.

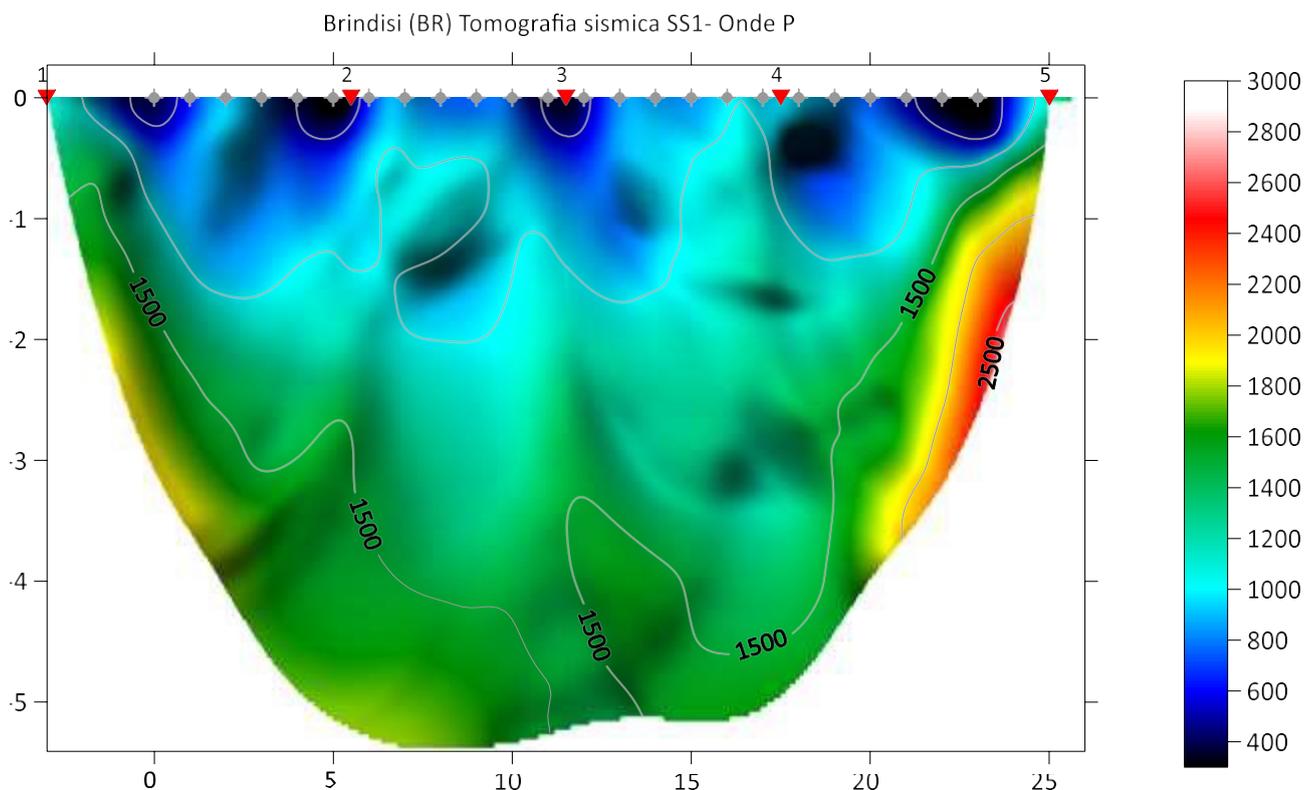


Fig. 9: tomografia sismica. SS1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 1: postazione di energizzazione SS1

STENDIMENTO SISMICO SS2

LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 23,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt

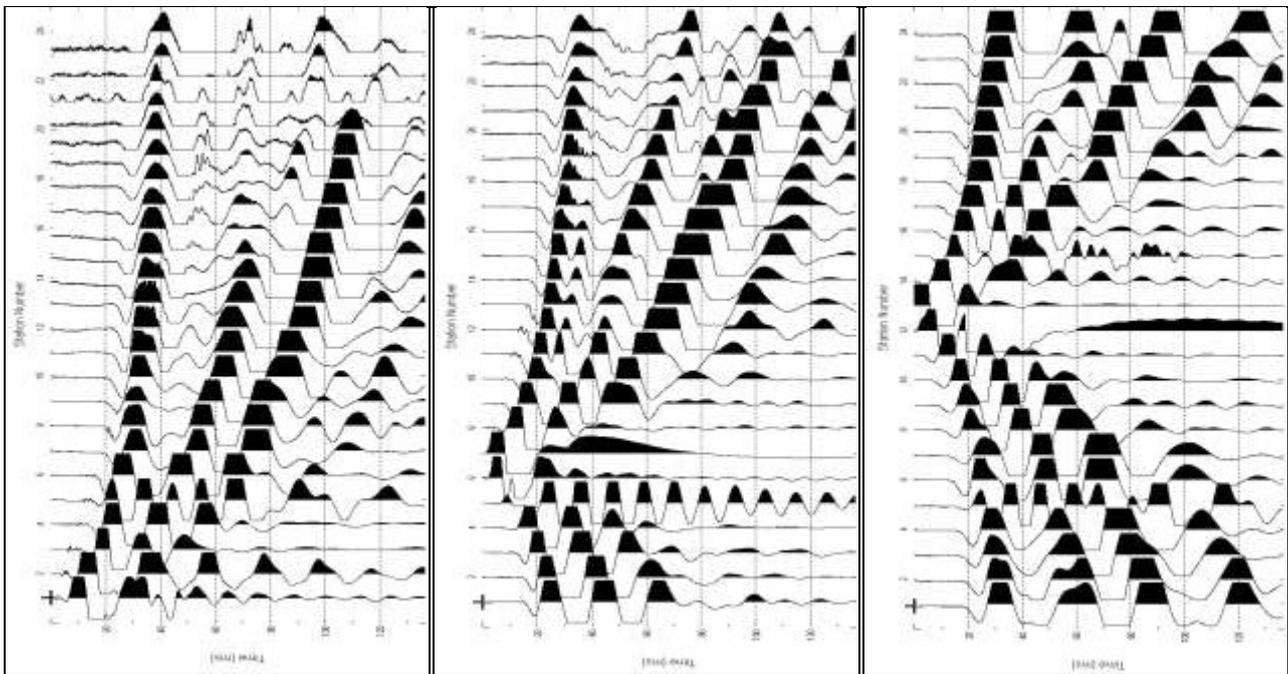


Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS2

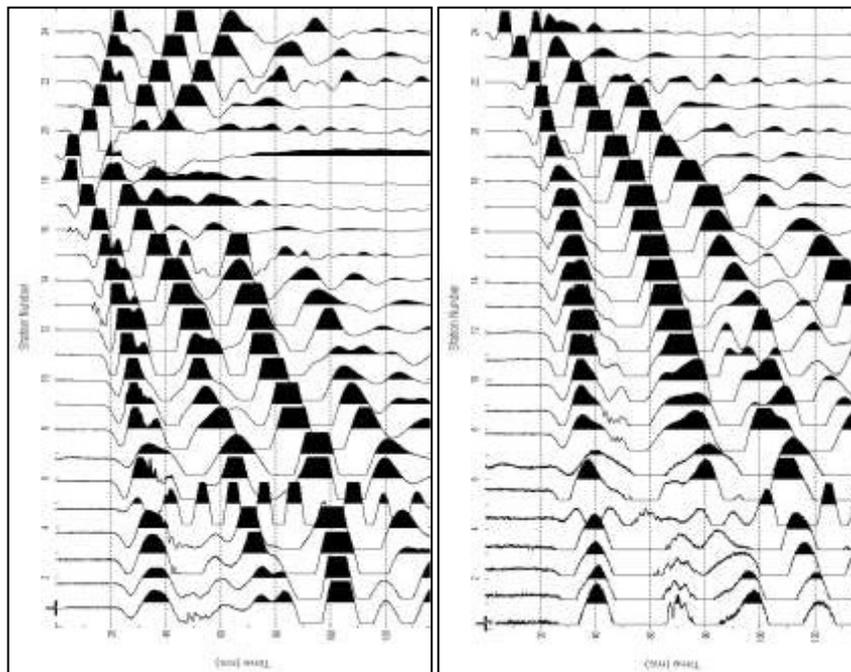


Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	1.533	8.133	11.333	13.8	17.8
2.00	2.333	6.8	10.34	13	16.72
3.00	3.867	5.133	9.456	12.467	15.6
4.00	4.667	4.6	8.667	11.4	14.533
5.00	5.8	4.067	7.867	10.533	13.767
6.00	6.23	3.533	7.333	9.733	13.24
7.00	6.9	1.333	6.2	9.2	12.833
8.00	7.34	1.867	5.933	8.933	12.133
9.00	7.933	3.533	4.5667	8.933	11.833
10.00	9.133	4.6	3.133	7.867	10.767
11.00	10.657	5.4	2.333	7.333	9.833
12.00	11.2	5.667	1.2367	6.8	8.767
13.00	11.867	6.8	2.467	5.4	8.213
14.00	12.267	7.867	3.833	4.867	7.8789
15.00	12.867	8.4	4.067	4	7.267
16.00	13.133	8.133	4.867	2.6	6.87
17.00	14.186	9.2	5.667	1.267	6.21
18.00	14.867	10	7.067	0.8	5.895
19.00	15.367	11.133	8.133	0.333	5.267
20.00	15.733	11.4	8.667	0.867	4.6
21.00	16.165	12.2	9.733	3.133	4.067
22.00	16.867	13	10.533	4.733	3.533
23.00	17.133	13.8	11.133	6.4	2.767
24.00	17.867	14.333	11.933	7.6	1.333

Fig. 12: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 13** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.

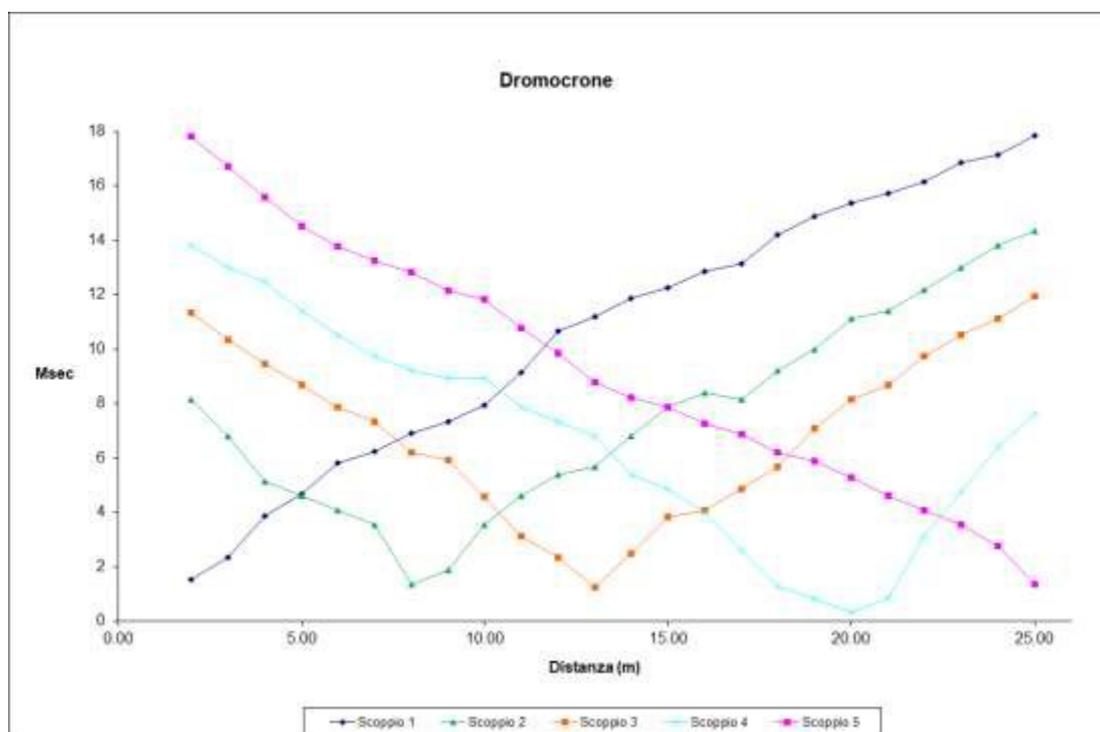


Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi.

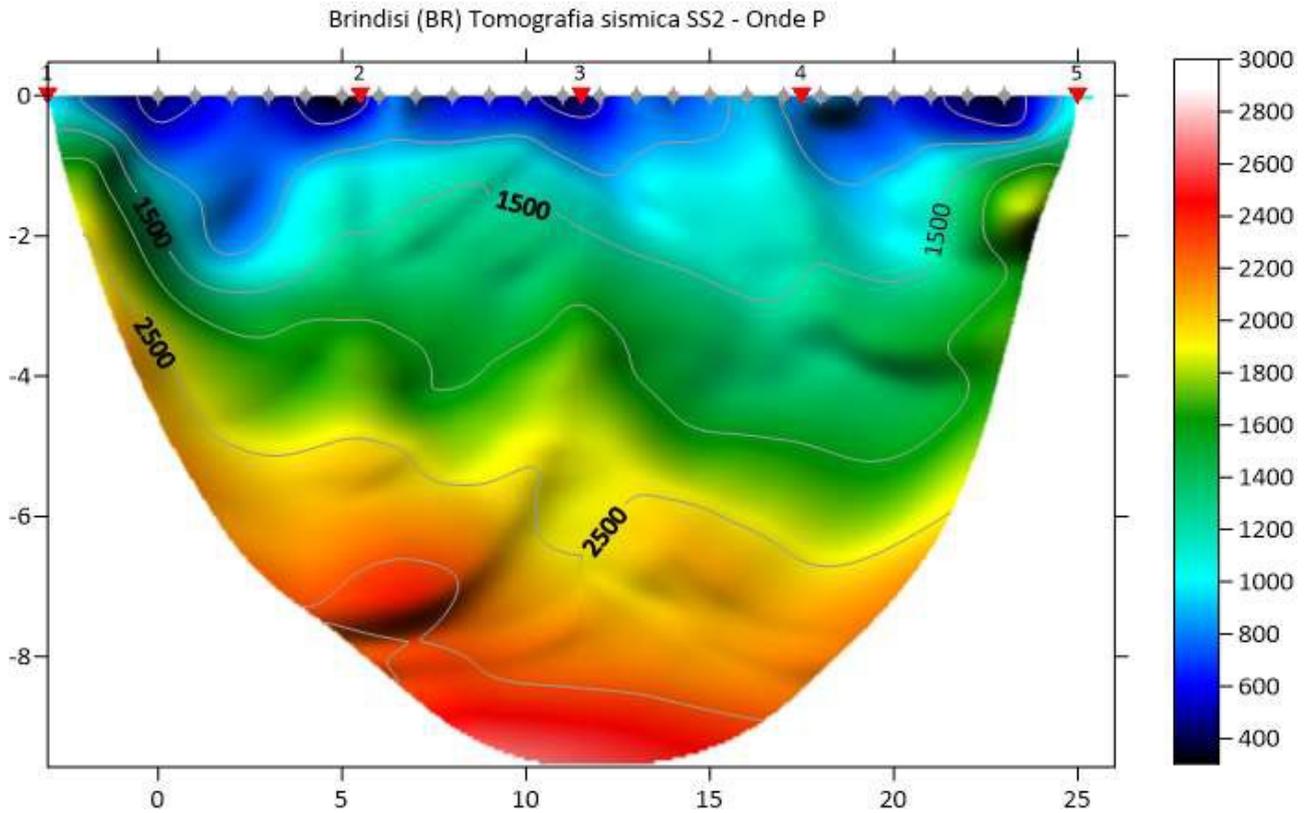


Fig. 14: tomografia sismica. SS2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 2: postazione di energizzazione SS2

3.2 MASW

ELABORAZIONE DEI DATI M1:

Per ciò che riguarda l'**elaborazione dei dati** è stato utilizzato il software **EasyMasw** per ottenere il **grafico di dispersione** e per l'**elaborazione del profilo di Vs**.

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 1.000 campioni al secondo per un totale di 2 secondi di acquisizione.

La **distanza intergeofonica** è stata stabilita in 1,00 metro, mentre lo **scoppio di energizzazione** è stato effettuato a 2,00 metri dal primo geofono,

Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stessa eseguita:

In **Fig. 15** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 16** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 17** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 18** è riportato l'andamento di Vs con la profondità;

In **Fig. 19** è riportato il Calcolo di V_{seq} M1;

In **Fig. 20** è riportata la tabella per il calcolo di V_{seq} M1.

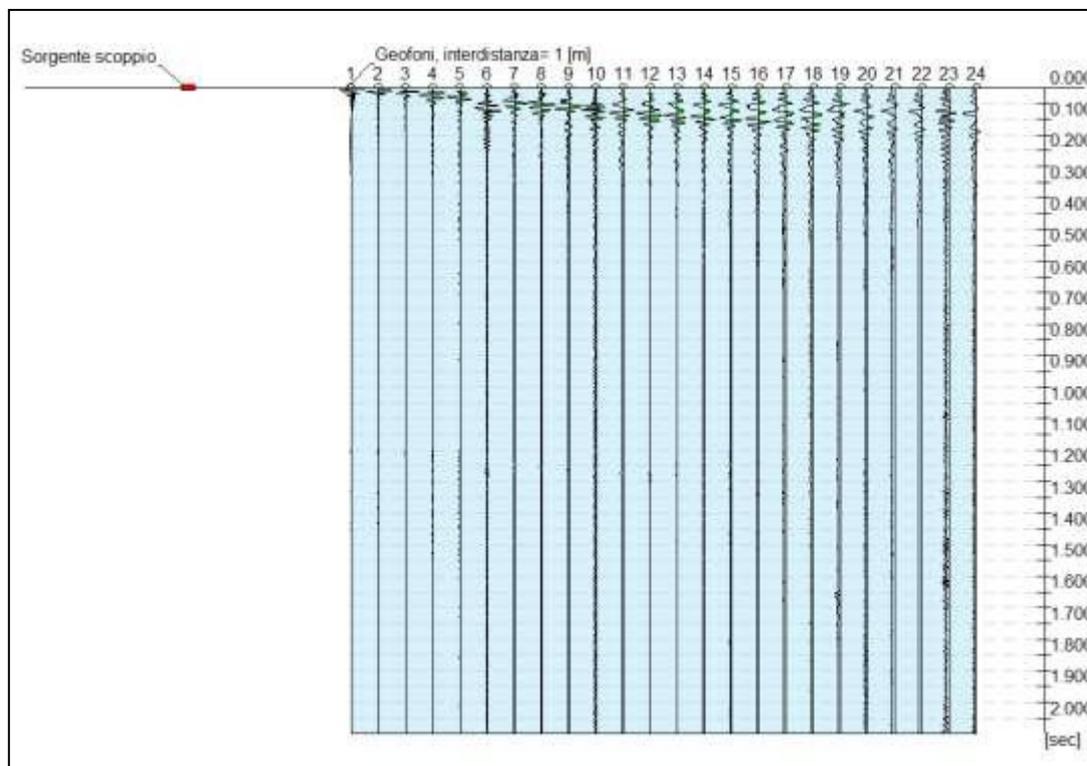


Fig. 15: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1

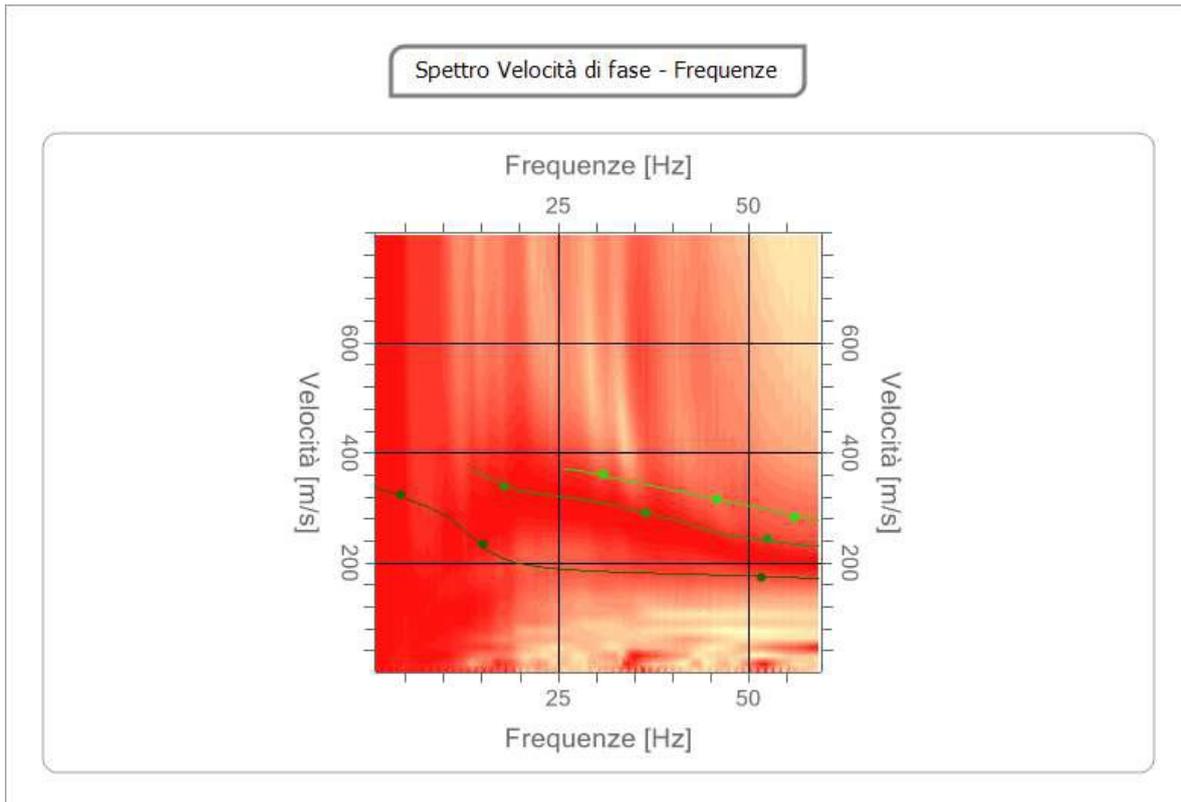


Fig. 16: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M1

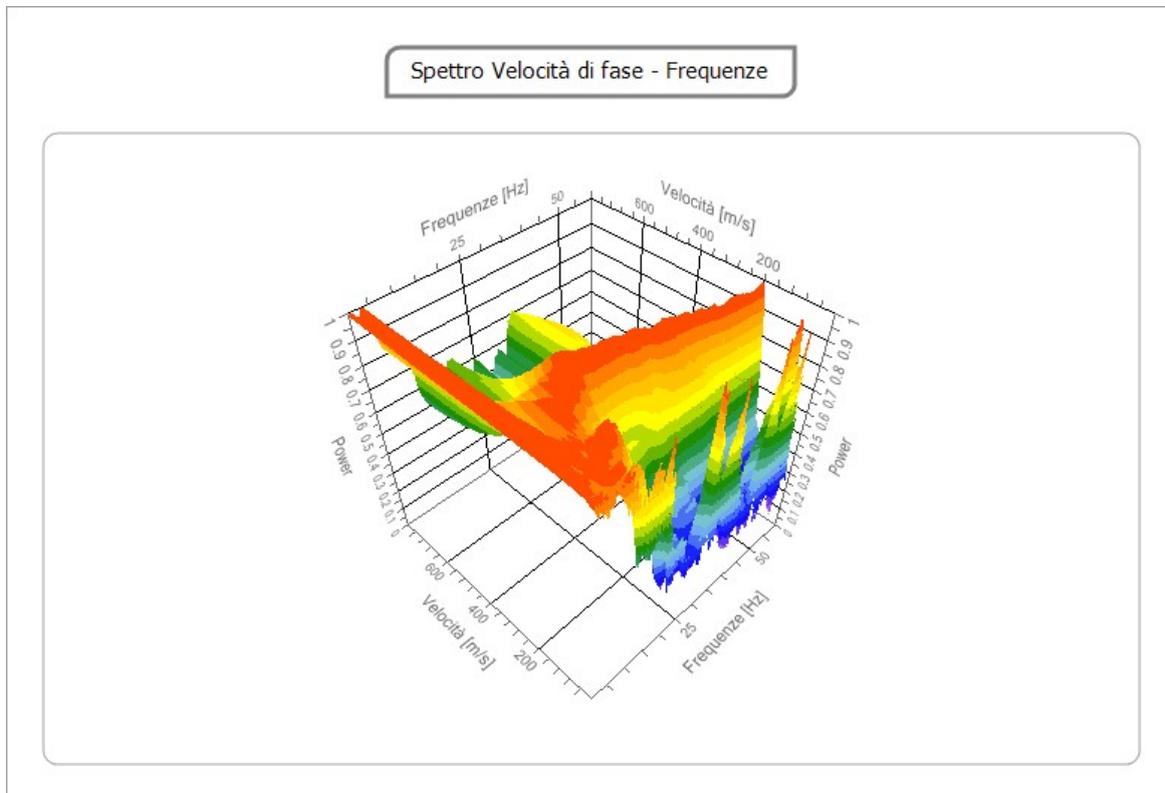


Fig. 17: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M1

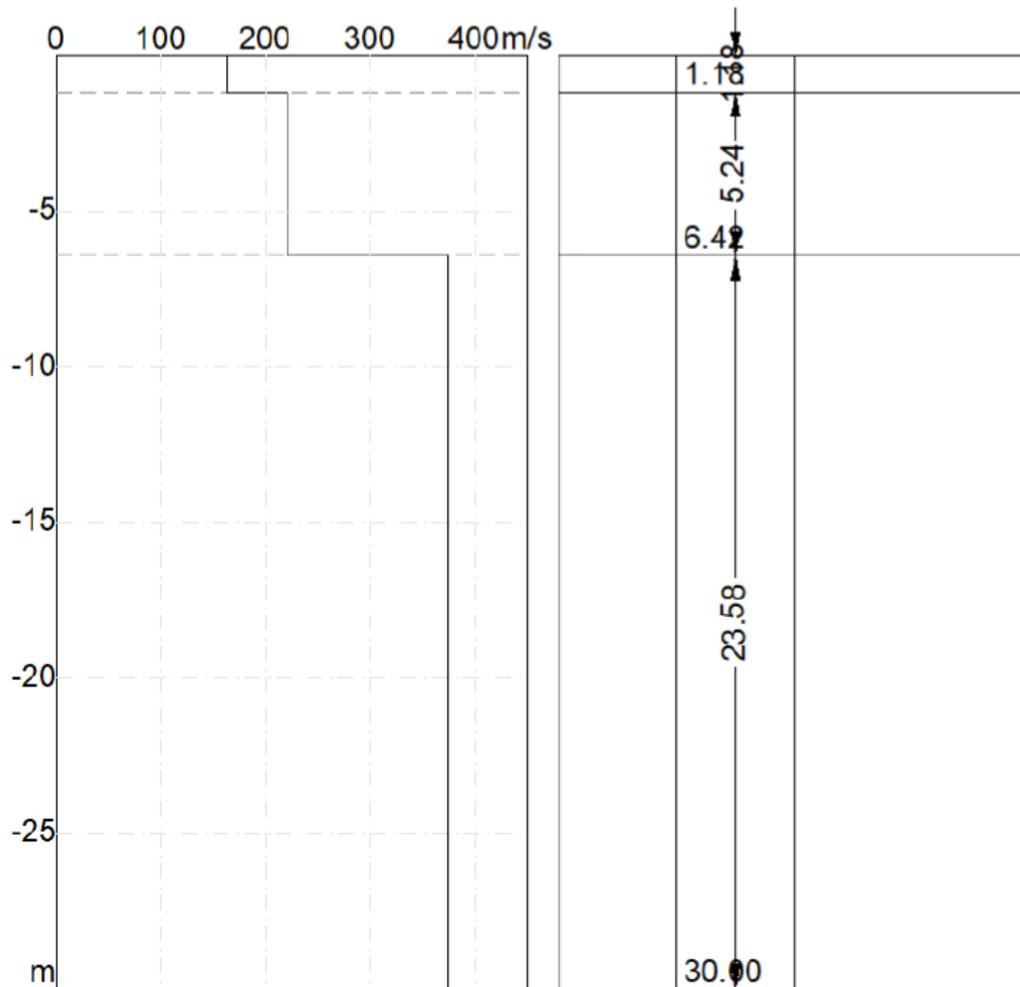


Fig. 18: andamento di Vs con la profondità - M1

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	319.13
Categoria del suolo	C

Fig. 19: Calcolo di Vs_{eq}. M1

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.18	1.18	163.0
2	6.42	5.24	220.5
3	30.00	23.58	374.2

Fig. 20: tabella per il calcolo di Vs_{eq}. M1

ELABORAZIONE DEI DATI M2:

Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stessa eseguita:

In **Fig. 21** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 22** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 23** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 24** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 25** è riportato il Calcolo di V_{seq} . M2;

In **Fig. 26** è riportata la tabella per il calcolo di V_{seq} . M2.

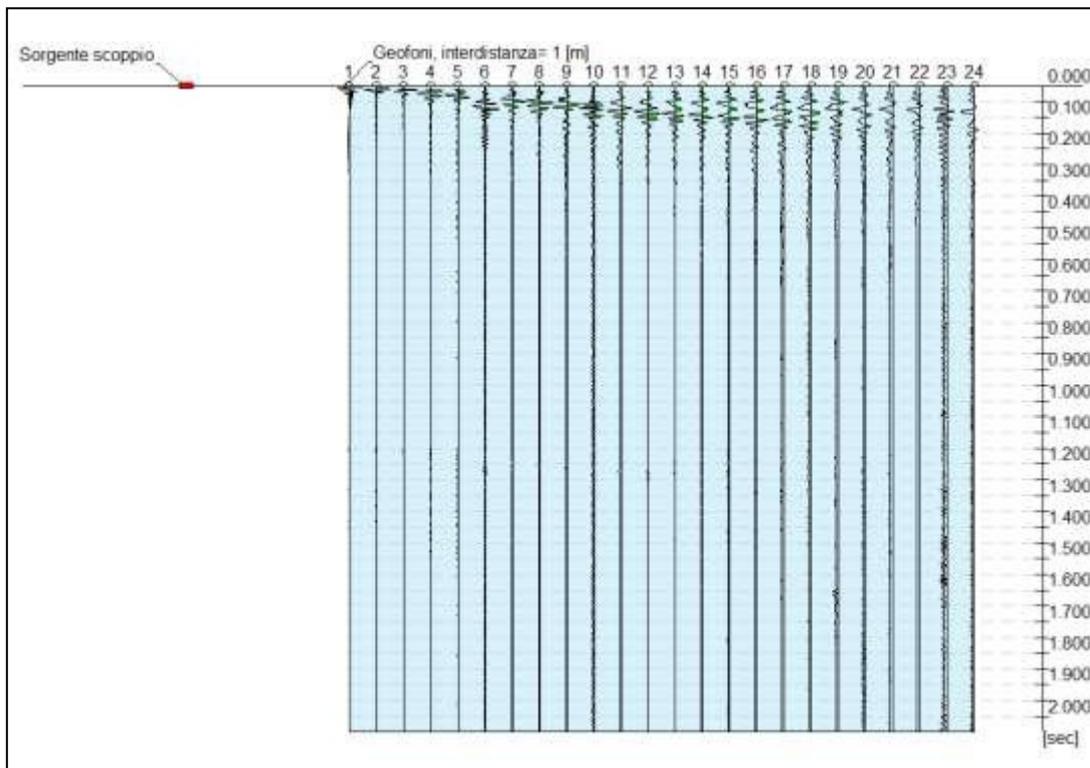


Fig.21: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M2

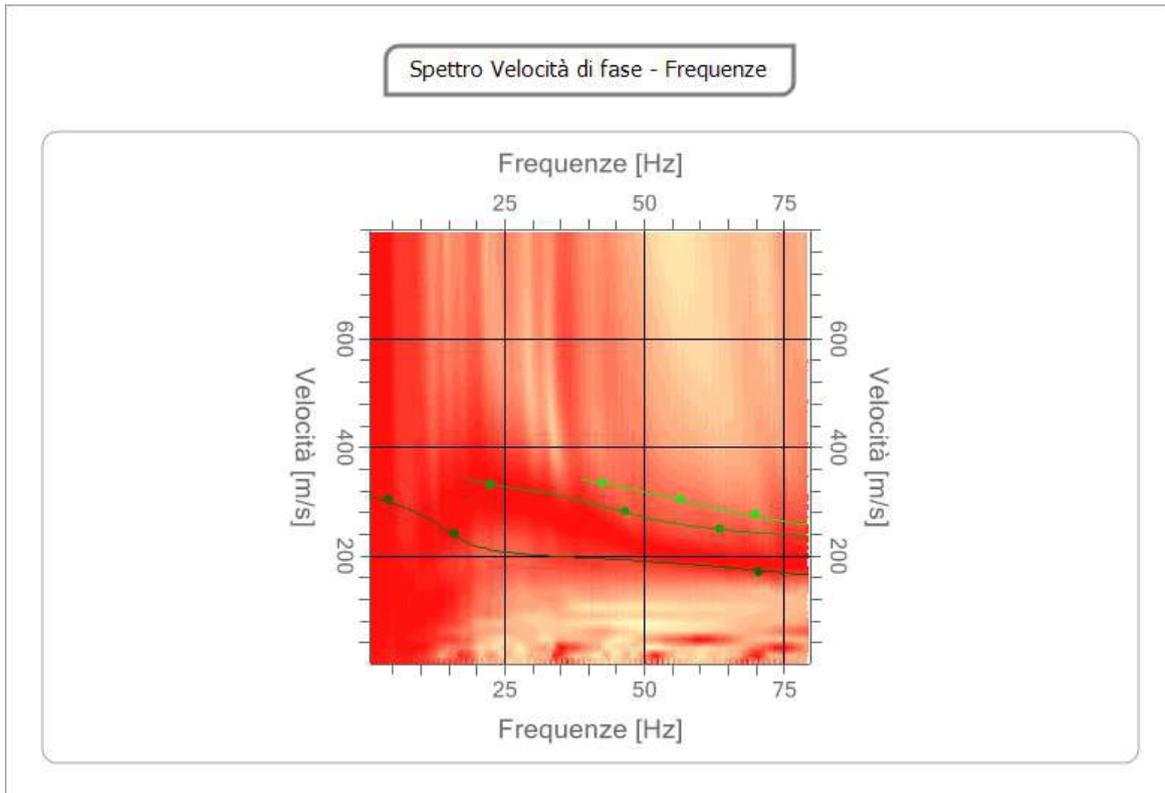


Fig. 22: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M2

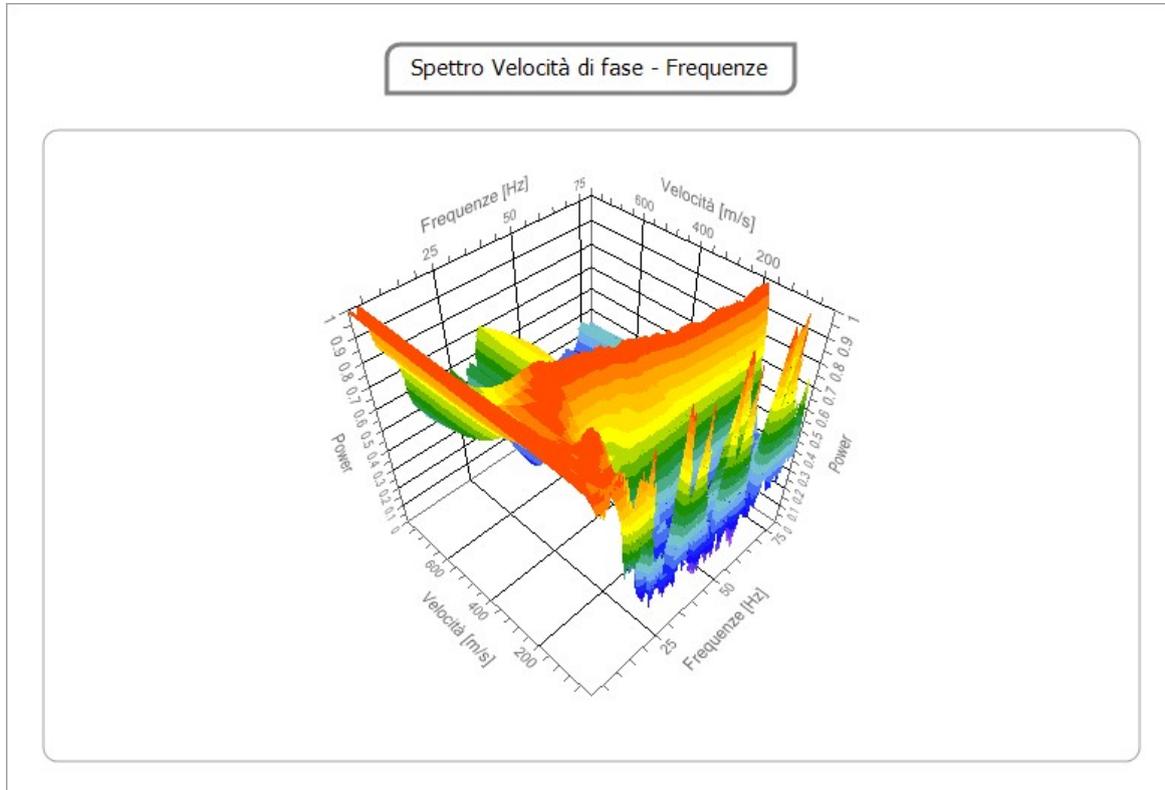


Fig.23: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M2

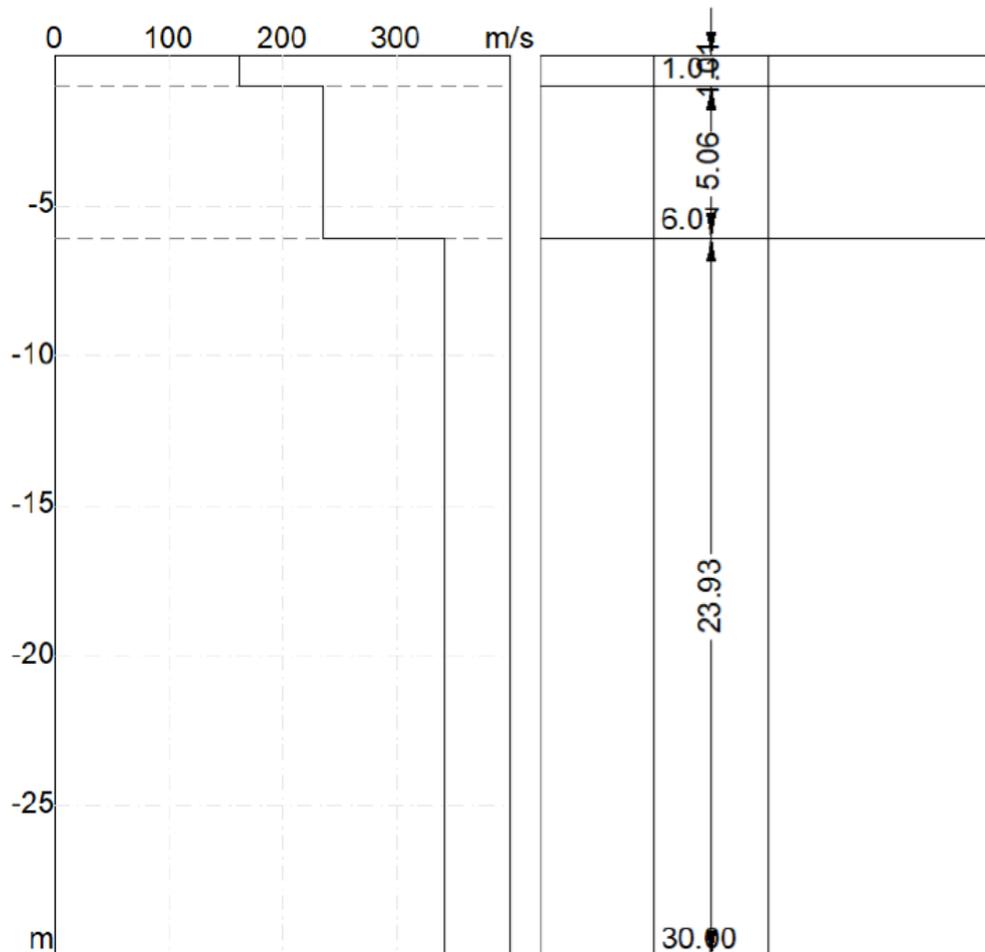


Fig. 24: andamento di Vs con la profondità – M2

Profondità piano di 0.00
posa [m]
Vs,eq [m/sec] 306.69
(H=30.00 m)
Categoria del suolo C

Fig. 25: Calcolo di Vs_{eq} M2

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.01	1.01	162.5
2	6.07	5.06	235.2
3	30.00	23.93	341.5

Fig. 26: tabella per il calcolo di Vs_{eq} M2

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE

Riguardo alla **classificazione sismica dei suoli di fondazione** *in situ* prevista dalla Normativa in vigore (**D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni**), vengono identificate n° **5 classi** (denominate rispettivamente **A, B, C, D** e **E**) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori 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.
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 fra 360 m/s e 800 m/s.
C	<u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.</u>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per **V_s equivalente** s'intende la media pesata delle velocità delle onde **S** negli strati fino alla profondità alla quale si incontra il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

Per il suolo di fondazione della zona di studio il parametro **V_s** equivalente è caratterizzato dalle seguenti velocità rilevate:

- V_s Equivalente *M1* pari a **319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente *M2* pari a **306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di **$V_{s_{eq}}$** valido è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**: tale sottosuolo è definito come "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s."

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Carlo Cortese

GEOSECURE SRL
Via dei Monti Parioli, 40
00197 ROMA
Part IVA 01650420704
Carlo Cortese