



REGIONE SICILIA



Comune di Assoro
Provincia di Enna



Comune di Raddusa
Provincia di Catania



Comune di Enna

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

in agro dei Comuni di Assoro (EN), Raddusa (CT), Enna

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



CAPOBIANCO s.r.l.

Corso Giacomo Matteotti, 1
20121 Milano
P.IVA e C.F. 12684270965
C.C.I.A. Milano - REA MI-2678645
srl.capobianco@pec.it

PROGETTAZIONE



BIOS IS s.r.l.

Via La Marmora, 51
50121 Firenze
P.IVA e C.F. 06393070484
C.C.I.A. Firenze - REA FI-624950
bios-is@pec.it

DIRETTORE TECNICO
Ing. Giuliano Trentini



TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

NUMERO ELABORATO

03.01.01

FOGLIO

FORMATO

DOCX

SCALA

IL TECNICO CONSULENTE

Dott. Paolo Di Mattia

Viale Borremans n. 49/51
94100 Enna
cod. fisc. DMTPLA75A09C342K - P. IVA 01028000865
PEC paolo.dimattia@epapa.sicurezzaipoastale.it

0	08-11-2023	Emesso per progettazione definitiva	DIMATTIA	TRENTINI	TRENTINI
Revisione	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato

**COMUNE DI
Raddusa - Assoro**

**PROVINCIA
Enna**

OGGETTO: Studio geologico tecnico preliminare relativo al progetto per la realizzazione di un parco agri-fotovoltaico da 250 MWp ubicato all'interno del territorio comunale di Assoro - Raddusa (En)

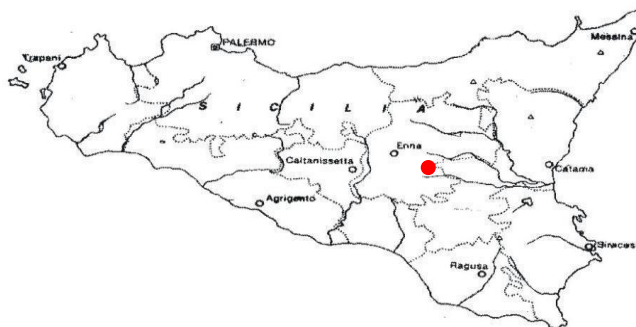
RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

**STUDIO
GEOLOGICO**

Viale
Borremans n° 49/51
94100 Enna

☎ 0935 531649

☎ 347 9109297



IL GEOLOGO

(Signature of Dott. Di Mattia Paolo)

Dott. Di Mattia Paolo
O.R.G. n° 2143

● **Localizzazione Geografica**

COMMITTENTE

BIOS IS srl

VISTI:

RELAZIONE TECNICA

PREMESSA

Oggetto del presente studio è la individuazione della situazione geologica, idrogeologica e morfologica dell'area interessata dal progetto preliminare per la realizzazione di un parco agri-fotovoltaico da 250 MWp ubicato all'interno del territorio comunale di Assoro-Raddusa (En).

Su incarico conferitomi dal legale rappresentante dalla Società BIOS IS srl con sede a Firenze in Via la Mormora n 51, Dott. Agronomo Giordano Fossi, è stata redatta la presente relazione geologico – tecnica preliminare che illustra le risultanze emerse dai rilievi e studi eseguiti secondo quanto disposto dal D.M. del Ministero delle Infrastrutture 17.01.2018 in aggiornamento alle NTC 2008 del 14.01.2008 n° 248, contenente le nuove norme tecniche sulle costruzioni, al fine di definire le principali caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e tettoniche che condizionano la propagazione delle onde sismiche del sito, per una corretta valutazione della risposta sismica locale (o effetto sito), nonché per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Lo studio ha avuto lo scopo di accertare sull'esame accurato di dati bibliografici esistenti in letteratura, tutti gli elementi di natura geologica, idrogeologica, geomorfologica e sismica dell'area.

Al fine di valutare le caratteristiche di cui sopra, si sono succedute le seguenti fasi di acquisizione/elaborazione dati:

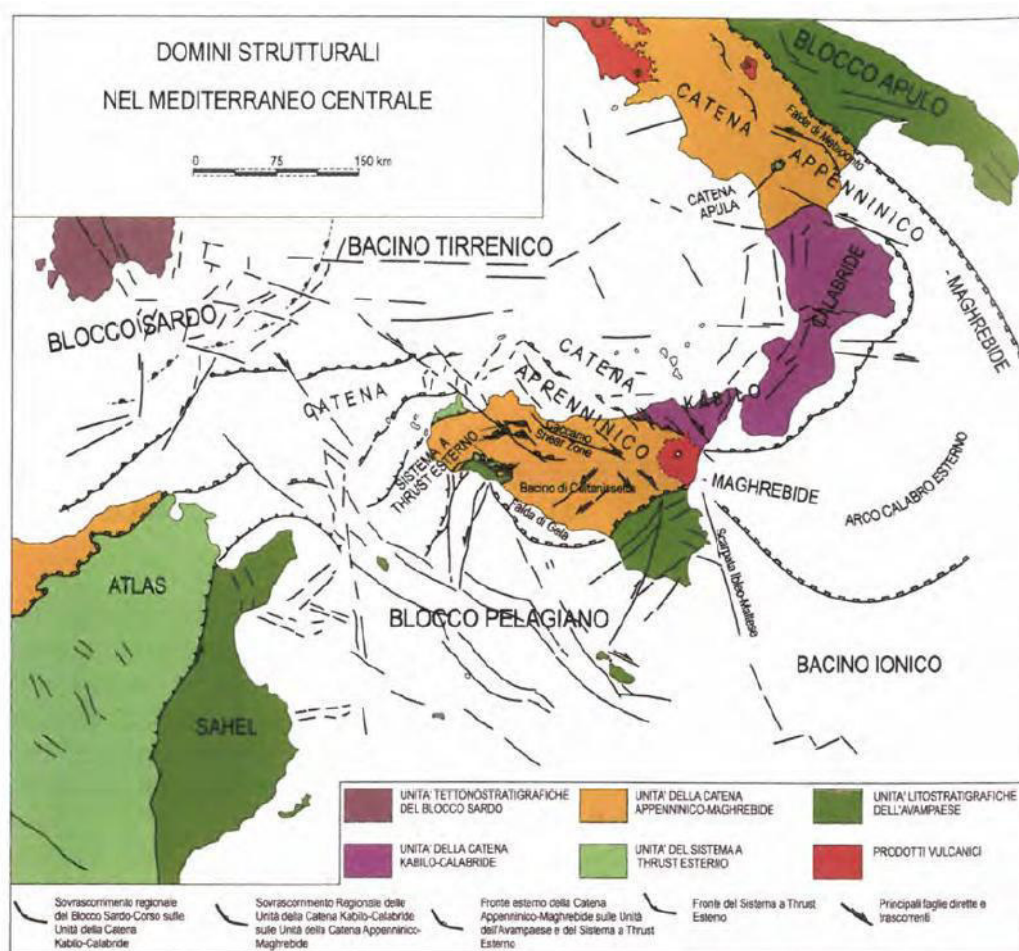
1. ricerca bibliografica e cartografica;
2. rilevamento di superficie geo – morfologico di dettaglio;
3. esecuzione di n° 25 prove penetrometriche dinamiche continue;
4. esecuzione di n° 6 indagini geofisiche tipo MASW;
5. elaborazione finale dei dati;

UBICAZIONE

L'area in esame è ubicata tra i comuni di Assoro e Raddusa in territorio di Dittaino, cartograficamente rientra nelle sezioni in scala 1:10.000 n° 632020 e 632060.

INQUADRAMENTO TETTONICO

Le formazioni geologiche costituenti l'area in esame appartengono all'elemento strutturale denominato "Bacino di Caltanissetta", sono esclusivamente di origine sedimentaria sia marina che continentale, depositatesi in un arco di tempo che va dal Tortoniano all'Olocene.



Domini strutturali nel Mediterraneo Centrale (da Lentini et al. 1994, modificato)

I terreni cronologicamente più antichi dell'area studiata sono le Argille marnoso - sabbiose Tortoniane, note in letteratura anche come "Formazione Terravecchia". In continuità di sedimentazione sulle argille marnoso-

sabbiose del Tortoniano, giace la Serie Gessoso Solfifera costituita essenzialmente da quattro termini: Tripoli, Calcare di base, Gessi e Trubi. Intercalate a questi termini si possono trovare discontinue lenti di Argille Brecciate (AB III) di spessore variabile.

Nella parte alta della formazione Terravecchia, e dunque buona parte dell'area ove ricade l'opera da realizzare si intercalano 150-200 mt di argille brecciate (AB II) inglobanti olistoliti eterometrici di quarzareniti numidiche e lembi di argille varicolori quest'ultimo in prossimità della Stazione di Dittaino e di Raddusa – Agira.

Sui Trubi, trasgressivi sulla Serie Gessoso - Solfifera, giacciono le marne argilloso - sabbiose di colore grigio-azzurro, note in letteratura col termine "Marne di Enna", alle quali in continuità di sedimentazione, seguono diversi banconi calcarenitici intercalati a sabbie marnose, indicate in letteratura "Calcareniti di Capodarso", che costituiscono l'evento regressivo del ciclo pliocenico.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La geologia locale è stata ricostruita sia attraverso un rilevamento geolito - litologico dei terreni affioranti nell'area in oggetto e nei suoi dintorni, dall'analisi degli affioramenti osservabili lungo le scarpate naturali e/o artificiali, nonché facendo riferimento alla carta geologica 1:50.000 dell'ISPRA progetto CARG.

Le formazioni geologiche costituenti l'area in esame appartengono all'elemento strutturale denominato "Bacino di Caltanissetta", sono esclusivamente di origine sedimentaria sia marina che continentale, depositatesi in un arco di tempo che va dal Tortoniano all'Olocene.

I terreni cronologicamente più antichi dell'area studiata sono le Argille marnoso - sabbiose Tortoniane, note in letteratura anche come "Formazione Terravecchia".

In continuità di sedimentazione sulle argille marnoso-sabbiose del Tortoniano, giace la Serie Gessoso Solfifera costituita essenzialmente da quattro termini: Tripoli, Calcare di base, Gessi e Trubi. Intercalate a questi

termini si possono trovare discontinue lenti di Argille Brecciate (AB III) di spessore variabile.

Sui Trubi, trasgressivi sulla Serie Gessoso - Solfifera, giacciono le marne argilloso - sabbiose di colore grigio-azzurro, note in letteratura col termine "Marne di Enna", alle quali in continuità di sedimentazione, seguono diversi banconi calcarenitici intercalati a sabbie marnose, indicate in letteratura "Calcareniti di Capodarso", che costituiscono l'evento regressivo del ciclo pliocenico.

Tuttavia nell'area oggetto di studio i terreni cronologicamente più antichi sono quelli attribuibili al Flysch Numidico (Oligo-miocene), che come falda di sovrascorrimento risultano seppur più antichi posti alle sommità delle formazioni più recenti, in questo caso risultano per contatto tettonico poste in discordanza sopra le argille tortoniane.

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

L'evoluzione geomorfologica della regione Sicilia è strettamente legata ad un insieme di fattori geologici e geologici - strutturali che hanno contribuito allo sviluppo del paesaggio attuale. La morfologia superficiale del territorio, in particolare, è connessa all'evoluzione geodinamica della Catena Appenninico - Maghrebide e dell'Avanfossa Gela - Catania particolarmente intensa nel Pleistocene medio - superiore e nell'Olocene. A tale attività si aggiungono gli effetti geomorfologici dovuti al deflusso delle acque superficiali e ai fenomeni gravitativi agenti sui rilievi, oltre che locali elementi di genesi antropica connessi alle maggiori opere di comunicazione e ai sistemi di regimazione idraulica dei corsi d'acqua. La storia deformativa dell'area è collegata alla convergenza Africa - Europa risalente al Cretaceo superiore (Lentini et al. 1990). Nella prima fase di chiusura oceanica si è prodotto un cuneo d'accrezione che ha portato alla formazione del sistema a thrust delle unità sicilidi (stadio A). Tali unità, con l'inizio della collisione continentale durante il Miocene inferiore-medio, hanno ricorperto le successioni sedimentarie mesocenozoiche del paleomargine africano. Durante la collisione continente-continente, le unità descritte sono state coinvolte in ulteriori deformazioni successive alle fasi di ricoprimento tettonico (stadio B). Si sono, pertanto,

delineati all'interno dell'orogene, due principali domini, da nord a sud, rappresentati da una zona di culminazione assiale (dorsale Madonie-Nebrodi-Peloritani), un'area intermedia occupata dal bacino satellite di Leonforte-Centuripe ed una vasta area meridionale strutturalmente depressa, il "Bacino di Caltanissetta".

L'evoluzione neotettonica successiva è stata caratterizzata da una generale tendenza al sollevamento, sia dell'area assiale che delle aree antistanti depresse tettonicamente. A questa dinamica recente si deve anche l'attivazione di sistemi di faglie normali che tagliano le pre-esistenti strutture della catena. Nel complesso, la dinamica recente è responsabile di gran parte dell'instabilità dei versanti e dei processi erosivi in atto, i cui effetti sono amplificati sia dai fattori litologici spesso scadenti, per l'elevata deformazione dei terreni, che dall'azione antropica con impatto, spesso negativo sull'ambiente.

Nell'area di stretto interesse in relazione alla diversa resistenza che oppongono i litotipi ai fenomeni erosivi, la zona presenta una morfologia più acclive laddove affiorano i termini della serie gessoso solfifera e una più dolce dove affiorano i termini strettamente argillosi.

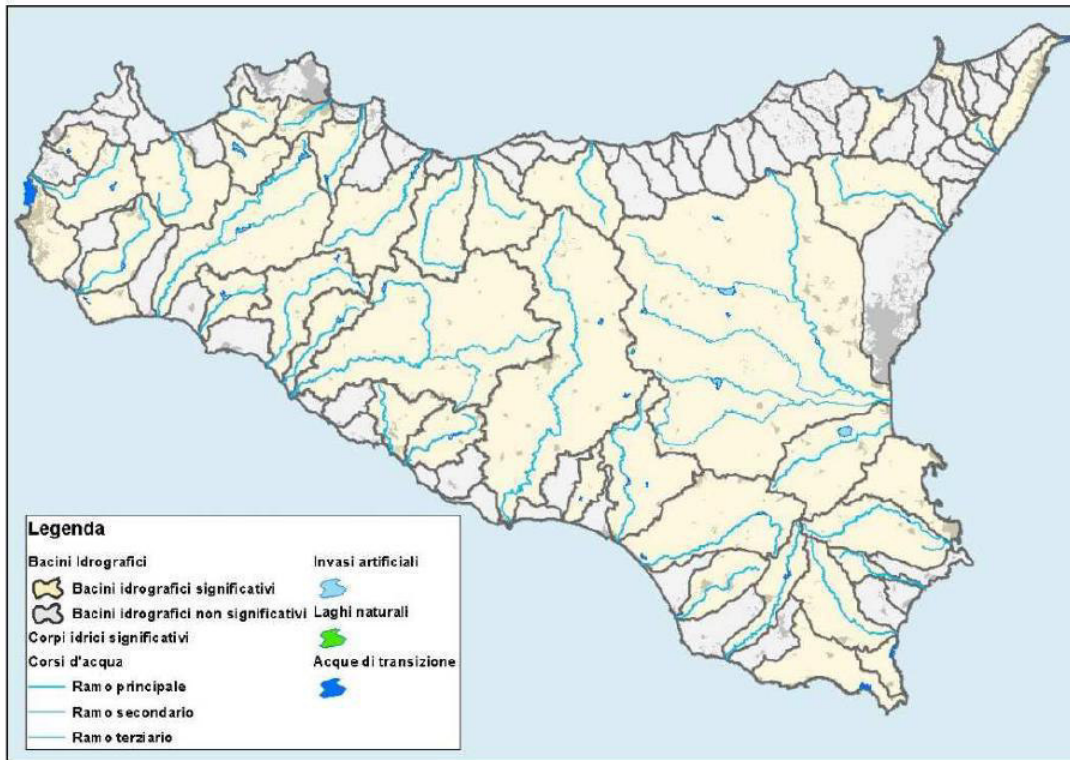
La morfologia generale dell'area dove dovrà sorgere l'impianto fotovoltaico è caratterizzata da una pendenza media complessiva compresa tra i 12° - 26° circa, dunque ricadente in parte nella categoria **T1** (pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$) ed in parte nella categoria **T2** (pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$) in riferimento alle categorie topografiche di cui alla **Tabella 3.2.IV**, D.M. 14.01.2008 n° 248 e succ. mod. ed integrazioni.

Durante il rilievo geo - morfologico, sono stati osservati alcuni dissesti, così come si evince dalle allegate cartografie, carta geologica, carta dei dissesti, carta della pericolosità e del rischio e come sintetizzato nel capitolo *Considerazioni sul piano assetto idrogeologico PAI*.

Pertanto sarà opportuno mettere in atto idonee opere di mitigazione a salvaguardia dell'impianto da realizzare, escludendo dal progetto le aree già in dissesto o prevedendo opere idonee al consolidamento delle stesse.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE

L'idrografia superficiale della Sicilia include diversi bacini idrografici, riportati nella "Carta dei bacini idrografici e dei corpi idrici significativi superficiali" del Piano di Tutela delle acque della Sicilia



Carta dei bacini idrografici e dei corpi idrici significativi superficiali (fonte: ARRA Sicilia, Piano di Tutela delle acque della Sicilia – Relazione generale)

L'area di interesse ricade all'interno del sistema idrografico del Fiume Simeto, che nasce dai monti Nebrodi ed ha recapito nel Mar Ionio. Al suo interno è possibile individuare tre principali sottobacini, quello del Salso, del Dittaino e del Gornalunga. Il bacino del Simeto si estende complessivamente su una superficie di 4030 km² nel territorio delle province di Catania ed Enna e in misura inferiore nella provincia di Messina. È delimitato ad Ovest dal bacino del Fiume Imera Meridionale, a Sud e Sud-Est dai monti che costituiscono lo spartiacque tra i bacini dei fiumi Gela, Acate e S. Leonardo, ad Est dai terreni vulcanici dell'Etna e a Nord con i monti Nebrodi.

L'altitudine del bacino varia da un minimo di 0 m s.l.m. ad un massimo di 3.274 m s.l.m.

Il reticolo idrografico è composto da grandi ramificazioni che confluiscono nell'asta principale solo molto a valle, in prossimità della foce, ed è caratterizzato da corsi d'acqua che scorrono per la maggior parte sulla destra idrografica del F. Simeto con un andamento da Ovest verso Est.

L'area in esame ricade nel bacino idrografico del Fiume Dittaino, sottobacino del Fiume Simeto, in un'area prevalentemente collinare solcata da un reticolo idrografico tendenzialmente giovane. Le informazioni e i dati utilizzati per l'inquadramento idrologico generale dell'area sono state ricavate dal documento tecnico sul bacino del fiume Dittaino. Il bacino del Fiume Dittaino è costituito prevalentemente da terreni impermeabili o che presentano un grado di permeabilità molto basso. La maggior parte del territorio ricadente in questo sottobacino è infatti costituito da argille e marne risalenti al Miocene medio-inferiore. Sono inoltre presenti nella parte occidentale del bacino arenarie e conglomerati, talora torbiditici mentre nella parte sud-orientale si riscontra la presenza di unità torbiditiche: arenacee e marnoso-arenacee. Infine a causa della presenza in larga parte del territorio di affioramenti della serie gessoso-solfifera la salinità delle acque del fiume e dei suoi affluenti risulta alquanto elevata. Dal punto di vista geografico, questo bacino ricade nel versante orientale della Sicilia e si estende per circa 981 Km², interessando il territorio delle province di Catania e di Enna. Presenta una rete idrografica ramificata nella parte montana e con andamento a meandri nella parte centrale e valliva.

Il Fiume Dittaino trae origini, sotto il nome di torrente Bozzetta, a quota 925 m.s.l.m. dalle pendici orientali dei monti Erei nella zona centrale della Sicilia.

L'asta principale del corso d'acqua si sviluppa per circa 110 Km, in un'area prevalentemente collinare o pianeggiante. Le aree attraversate dal Fiume Dittaino sono tutte interessate da coltivazioni, con prevalenza delle destinazioni cerealicole e agrumi. Sui versanti sono presenti rivoli scavati dalle acque superficiali e, in corrispondenza degli impluvi sono presenti anche tratti interessati da erosione concentrata con associati fenomeni di arretramento spondale.

Relativamente alle caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche dell'area, si può affermare che non si hanno acquiferi profondi sfruttabili, essendo in presenza di successioni a scarsa permeabilità o addirittura del tutto impermeabili. Infatti piccole manifestazioni idriche sono possibili solo negli strati allentati/alterati delle formazioni argillose presenti e solo a carattere stagionale. Il tutto da verificare a seguito di opportuna indagine geognostica da realizzare. Inoltre, poiché nell'area oggetto di studio risulta sviluppato un discreto reticolo idrografico, seppur a carattere stagionale, le opere in questione spesso insistono su alcune linee di impluvio.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO **PROGRAMMA INDAGINE GEOGNOSTICA**

Ai fini della caratterizzazione e modellazione geologica preliminare del sito in questione, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018, per una corretta valutazione di massima della quota del piano di posa delle fondazioni e per determinare le caratteristiche di consistenza ed i parametri geotecnici del volume significativo del terreno di sedime, sono stati eseguiti 25 sondaggi penetrometrici dinamici con penetrometro DL 030 e n° 6 indagini sismiche tipo masw. Tuttavia si ritiene opportuno effettuare una dettagliata indagine geognostica attraverso sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio, nel successivo successivo livello di progettazione definitiva – esecutiva.

Dall'indagine di cui sopra il sito in esame è caratterizzato dalla seguente successione litografica dall'alto verso il basso: uno strato superficiale da terreno vegetale argilloso limoso colore bruno con spessore variabile da 0,60 a 1,00 mt., uno strato costituito da argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetrici a decimetrici con una colorazione bruno tabacco con a tratti bande d'alterazione dal marroncino al nero (Flysch numidico) con spessore variabile tra i 7,00 ed i 10,00 mt, poggiante su argille grigie a buona consistenza.

Prova Penetrometrica P1

[m]

0.00 ÷ 0.60 Terreno vegetale

0.60 ÷ 10.00 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

10.00 ÷ 12.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P2

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 9.10 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

9.10 ÷ 11.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P3

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 9.40 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

9.40 ÷ 11.50 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P4

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 8.70 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

8.70 ÷ 10.50 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P5

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 8.90 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

8.90 ÷ 11.50 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P6

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 9.60 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

9.60 ÷ 12.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P7

[m]

0.00 ÷ 0.90 Terreno vegetale

0.90 ÷ 6.20 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P8

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 6.60 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

6.60 ÷ 9.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P9

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 3.80 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P10

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 2.30 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P11

[m]

0.00 ÷ 0.90 Terreno vegetale

0.90 ÷ 6.80 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

6.80 ÷ 8.50 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P12

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 4.70 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P13

[m]

- 0.00 ÷ 1.00** Terreno vegetale
- 1.00 ÷ 6.90** Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco
- 6.90 ÷ 9.00** Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P14

[m]

- 0.00 ÷ 0.70** Terreno vegetale
- 0.70 ÷ 3.40** Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P15

[m]

- 0.00 ÷ 0.80** Terreno vegetale
- 0.80 ÷ 4.20** Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P16

[m]

- 0.00 ÷ 0.70** Terreno vegetale
- 0.70 ÷ 7.70** Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco
- 7.70 ÷ 9.00** Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P17

[m]

0.00 ÷ 0.90 Terreno vegetale

0.90 ÷ 9.80 Argille limose con sabbie colore bruno giallastro

9.80 ÷ 12.00 Argille colore grigio

Prova Penetrometrica P18

[m]

0.00 ÷ 1.00 Terreno vegetale

1.00 ÷ 10.20 Argille limose con sabbie colore bruno giallastro

10.20 ÷ 12.00 Argille colore grigio

Prova Penetrometrica P19

[m]

0.00 ÷ 0.60 Terreno vegetale

0.60 ÷ 2.90 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P20

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 8.60 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

8.60 ÷ 9.50 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P21

[m]

0.00 ÷ 0.80 Terreno vegetale

0.80 ÷ 1.60 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P22

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 6.80 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

6.80 ÷ 9.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Prova Penetrometrica P23

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 2.10 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P24

[m]

0.00 ÷ 0.70 Terreno vegetale

0.70 ÷ 1.50 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

Test sospeso per rifiuto strumentale

Prova Penetrometrica P25

[m]

0.00 ÷ 0.90 Terreno vegetale

0.90 ÷ 9.00 Argille limose con sabbie ed inclusi litoidi quarzarenitici sub arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Il tutto presenta una colorazione bruno tabacco

9.00 ÷ 10.00 Argille limo sabbiose colore grigio

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti, ci si è basati dunque a dati bibliografici, da letteratura nonché a quelli estrapolati dall'indagine eseguite. I parametri caratteristici degli strati nel sottosuolo di seguito riportati poiché sono stati estrapolati da indagini indirette hanno carattere indicativo e dovranno essere oggetto di revisione a seguito di una opportuna caratterizzazione geotecnica attraverso analisi e prove geotecniche da laboratorio:

		Parametri geotecnici
<i>Argille limose di colore bruno giallastre, alterate, umide e plastiche con inclusi elementi litoidi di dimensioni da millimetrici - centimetrici a decimetrici.</i>	Peso di volume	$\gamma = 1.95 - 2,00 \text{ t/m}^3$
	Coesione non Drenata	$c_u = 60,00 - 80,00 \text{ KN/m}^2$
	Coesione Drenata	$c' = 20,00 - 24,00 \text{ KN/m}^2$
	Angolo D'attrito efficace	$\varphi' = 18,00^\circ - 21.00^\circ$
<i>Argille limose grigio-azzurre, asciutte, integre e consistenti con inclusi elementi litoidi</i>	Peso di volume	$\gamma = 2.00 - 2,08 \text{ t/m}^3$
	Coesione non Drenata	$c_u = 120,00 - 150,00 \text{ KN/m}^2$
	Coesione Drenata	$c' = 20,00 - 34,00 \text{ KN/m}^2$
	Angolo D'attrito efficace	$\varphi' = 19,00^\circ - 22.00^\circ$

Inoltre alla luce degli elementi acquisiti col presente studio, tenuto conto del tipo di opera da realizzare, si ritiene che le strutture di fondazione debbano essere adeguatamente fondate, tramite fondazioni indirette, nelle argille a buona consistenza di colore grigio azzurro sia in presenza dei termini flyscioidi che nei termini pelitici della formazione Terravecchia, evitando le aree in frana o previa stabilizzazione delle stesse.

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La caratterizzazione e modellazione geologica del sito non può prescindere, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018), da una valutazione della pericolosità sismica del territorio, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle cosiddette azioni sismiche. E' noto che la pericolosità sismica di una zona, in

senso lato, è determinata dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che essi raggiungono. In senso probabilistico è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro del suolo (quale ad esempio l'accelerazione massima o il grado d'intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

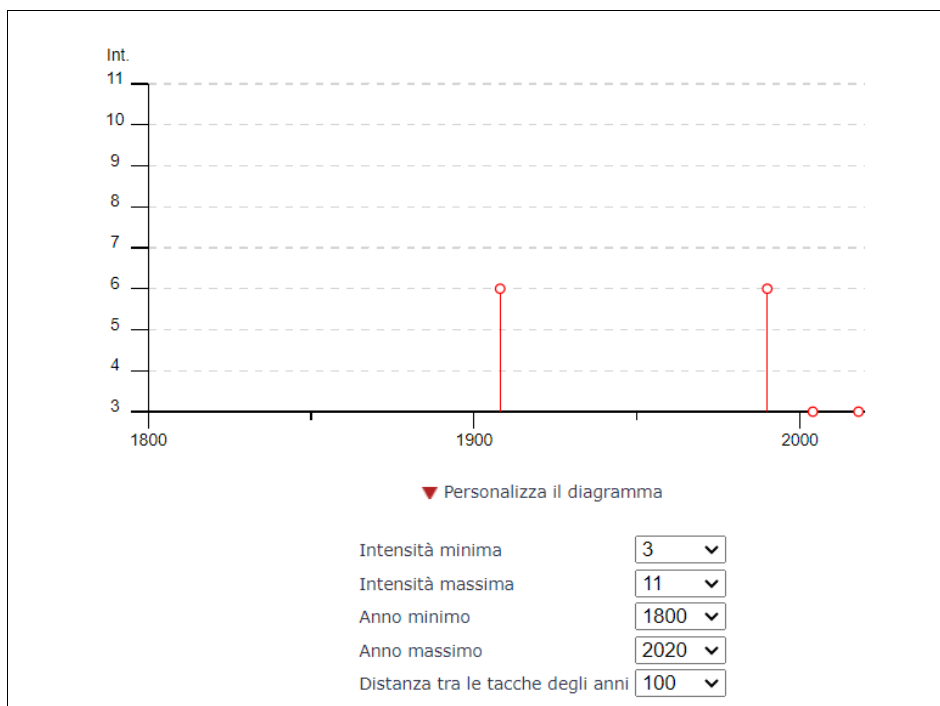
La storia sismica del territorio nel quale ricade il parco fotovoltaico è stata ricostruita sulla base delle osservazioni disponibili in: *DBMI15, versione 4 del Database Macrosismico Italiano (Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2019). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.2>).*

Per il territorio di Raddusa sono disponibili 13 osservazioni (eventi), limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 3.73, mostrate nella seguente tabella e diagramma della storia sismica. Inoltre è riportato il diagramma della storia sismica dell'area disponibile nel sito sopra citato a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia); tra questi eventi, risaltano per intensità macrosismica registrata quello del 1908 Stretto di Messina (Mw=7.1).

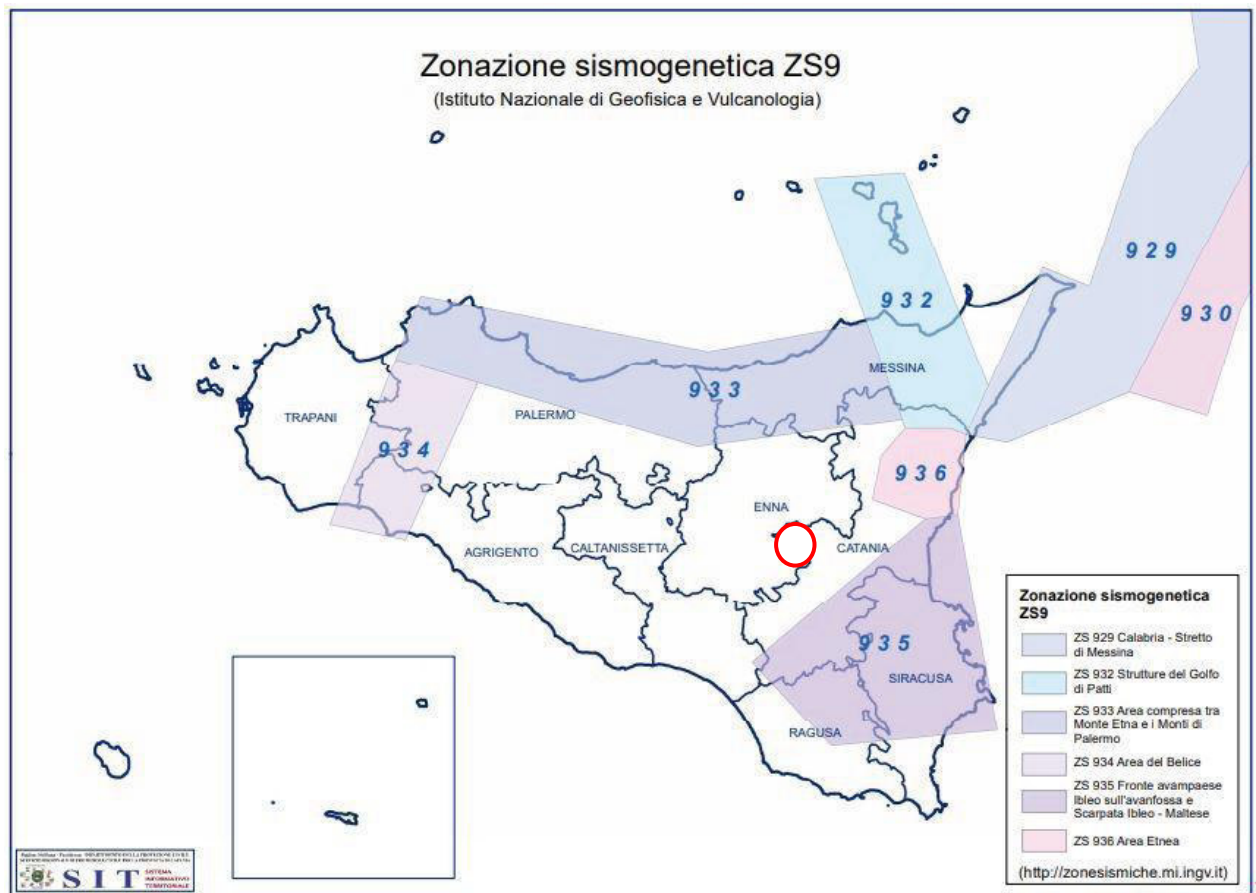
File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0							
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano							
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)							
Seismic history of	Raddusa						
PlaceID	IT_67898						
Coordinates (lat, lon)	37.474, 14.534						
Municipality (ISTAT 2015)	Raddusa						
Province	Catania						
Region	Sicilia						
No. of reported earthquakes	13						
Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se
NF	1831	1903	7	13	8	19	
6	1972	1908	12	28	4	20	27
NF	1987	1909	7	1	6	24	
NF	2622	1947	5	11	6	32	15
6	3642	1990	12	13	0	24	25,68
NF	3729	1994	1	5	13	24	11,37
NF	3739	1994	5	6	19	9	49,28
NF	3842	1997	7	30	16	6	37,4
NF	4060	2001	1	9	2	51	58,31
NF	4234	2004	5	5	13	39	42,93
3	4257	2004	12	30	4	4	50,26
NF	4284	2005	11	21	10	57	40,23
3	4793	2018	10	6	0	34	19

Raddusa

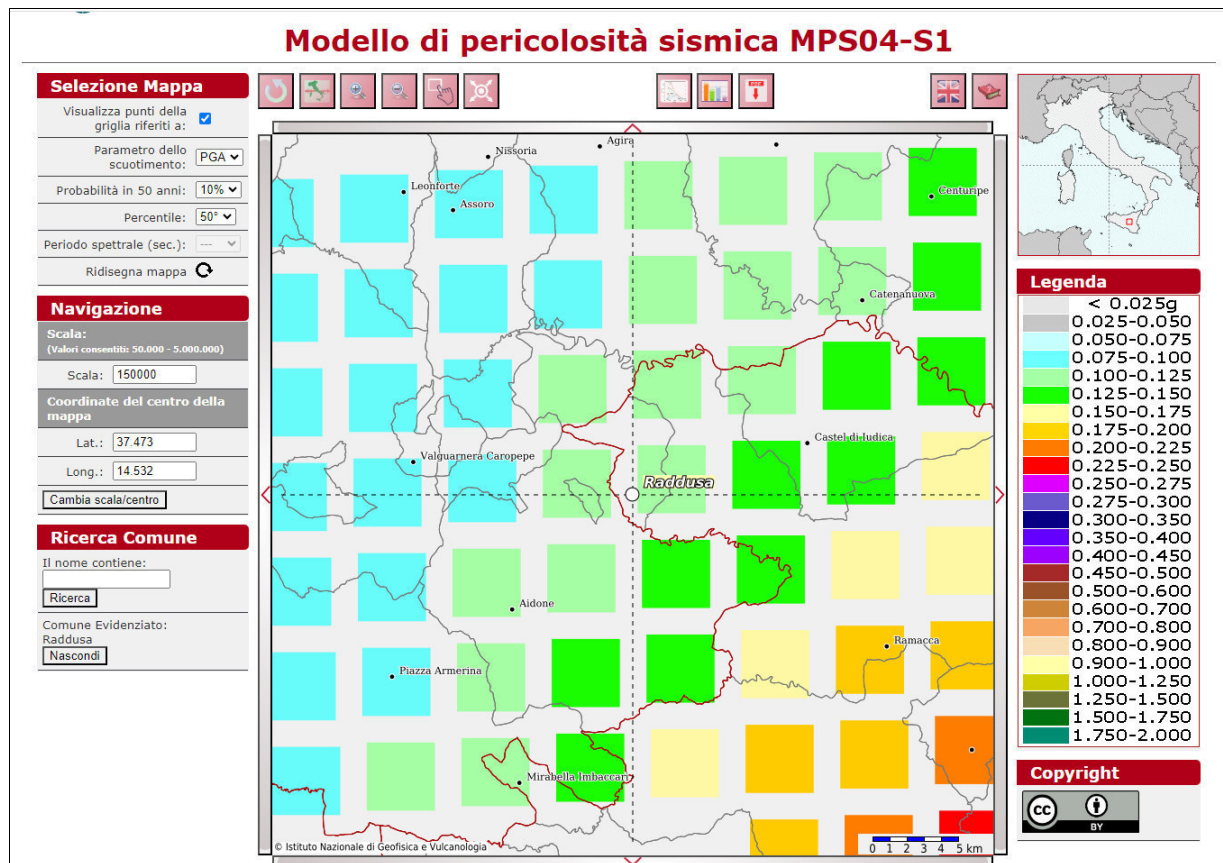
PlaceID IT_67898
Coordinate (lat, lon) 37.474, 14.534
Comune (ISTAT 2015) Raddusa
Provincia Catania
Regione Sicilia
Numero di eventi riportati 13



Per quanto riguarda la classificazione sismica, il territorio di Raddusa (Zonazione sismogenetica) risulta esterna alle zone sismogenetiche pubblicate nel sito della Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile; la perimetrazione riportata, trae origine dalla carta delle zone sismogenetiche ZS9 approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile il 06 aprile 2004, recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 aprile 2006 e divenuta infine la Mappa di riferimento prevista dal D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.



Il modello di pericolosità sismica di seguito riportato proviene dal sito interattivo dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia consultabile in: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>); rappresenta un estratto della mappa della pericolosità sismica del Comune di Raddusa espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05° ; la mappa riporta il parametro dello scuotimento: PGA (Peak Ground Acceleration, picco di accelerazione orizzontale del suolo, definita anche come $a(g)$ dall'OPCM 3519/2006), l'unità di misura è g, l'accelerazione di gravità, corrispondente a $9,8 \text{ m/sec}^2$. I valori di accelerazione massima del suolo (ag) espressa in termini di probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi, per l'area in esame risultano compresi tra 0.100 e 0.150 g.



Inoltre per integrare le rilevazioni geologiche di superficie, caratterizzare gli strati individuati dal punto di vista sismico, ma soprattutto al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base delle misure delle onde superficiali eseguita in corrispondenza dei diversi sensori (geofoni) 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, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase. 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.

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 gennaio 2018 e successive modifiche ed i integrazioni.

In riferimento al su menzionato decreto è stata effettuata la classificazione dei terreni sulla base del valore della V_{seq} definita dalla seguente relazione:

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

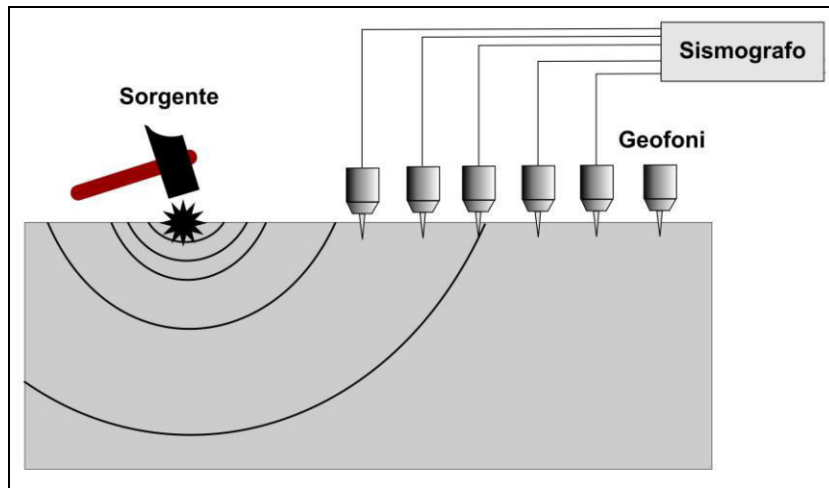
in cui V_{si} = la velocità delle onde di taglio

H = profondità del substrato

h = spessore h(strato)

N= è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo

Le prospezioni condotte sono state ubicate strategicamente lungo traverse pressoché “in quota” (VEDI PLANIMETRIE), l’acquisizione è avvenuta tramite sismografo multicanale (mod. PASI 16S12) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 1.5m, 1s di acquisizione, offset minimo di 1,5m).



L'interpretazione dei dati acquisiti è avvenuta attraverso il software WinMASW Ver. 4.3, prodotto dalla eliosoft, i dati acquisiti sono stati elaborati per fasi:

1. determinazione spettro di velocità;
2. identificazione curve di dispersione;
3. inversione/modellazione di queste ultime:

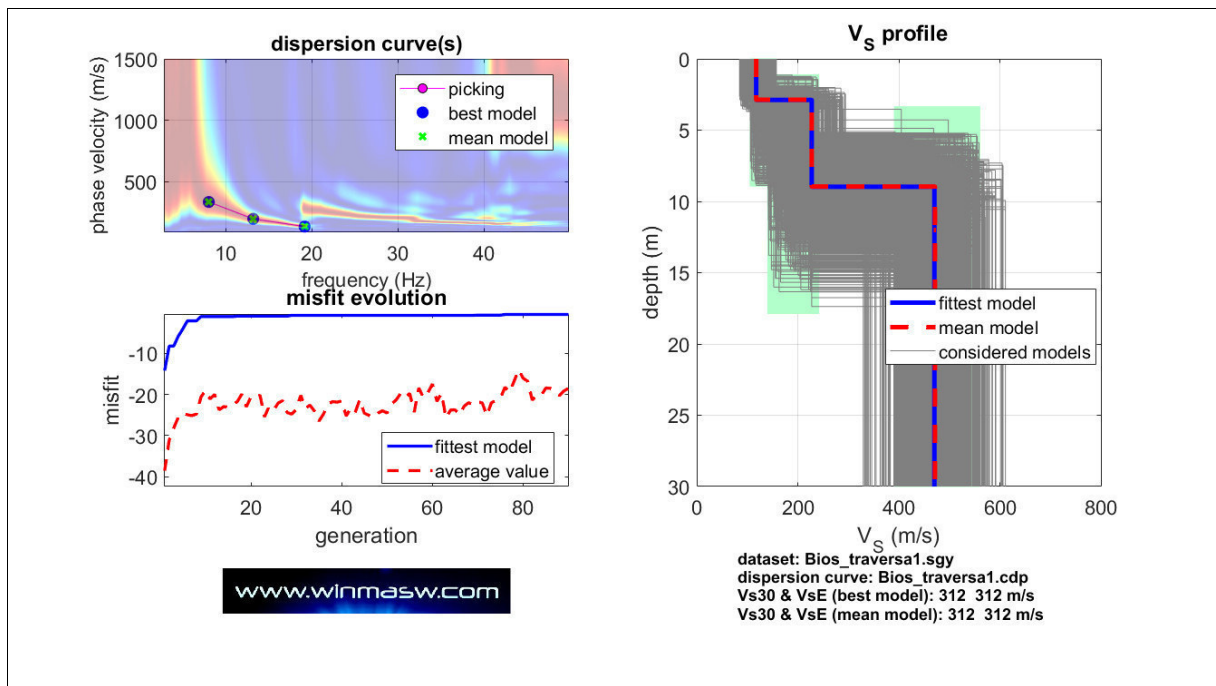
il tutto per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

Di seguito si riportano in tabella i valori numerici scaturiti dalle interpretazione dei dati attraverso le diverse fasi di cui sopra:

MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità Vs (m/s) e deviazioni standard	Valore Vs ₃₀ /Vs _{equiv} (m/s) Valore medio individ.
1	2.9 ± 0 6.1 ± 0	117 ± 0 227 ± 0 471 ± 2	312/312

Grafico Masw 1

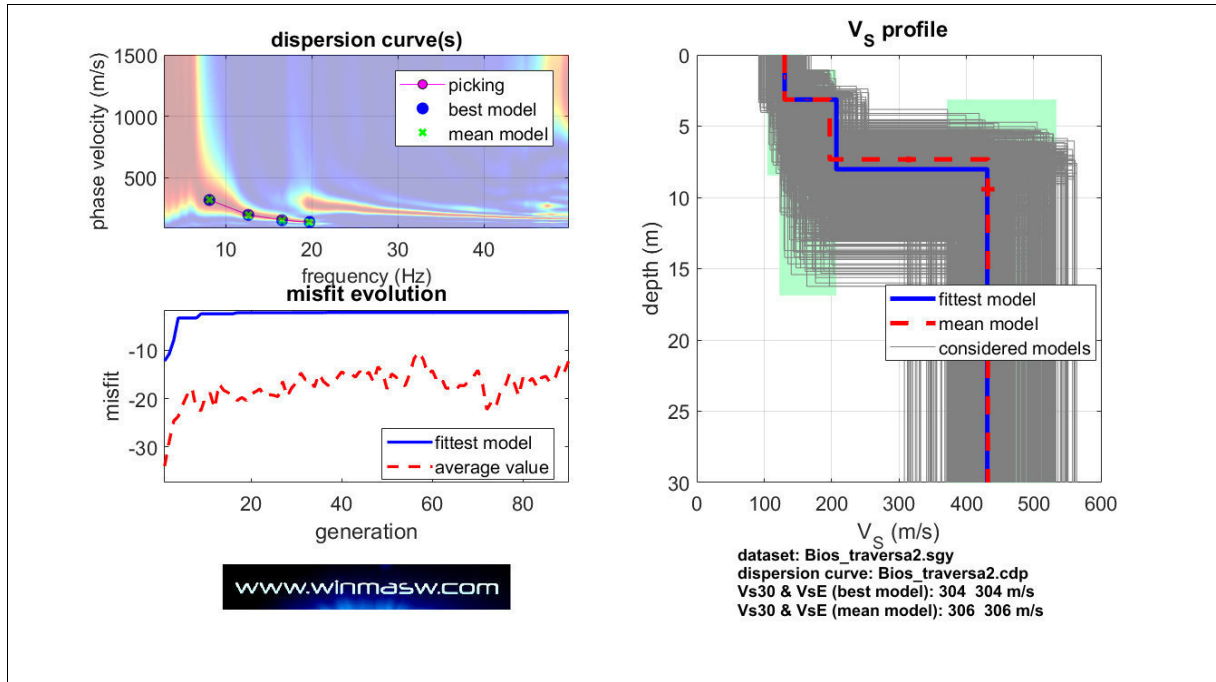
(ELABORATO GRAFICO)



MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità V_s (m/s) e deviazioni standard	Valore $V_{S30}/V_{S_{equiv}}$ (m/s) Valore medio individ.
2	3.1 ± 0 4.1 ± 0.2	130 ± 1 197 ± 3 432 ± 10	306/306

Grafico Masw 2

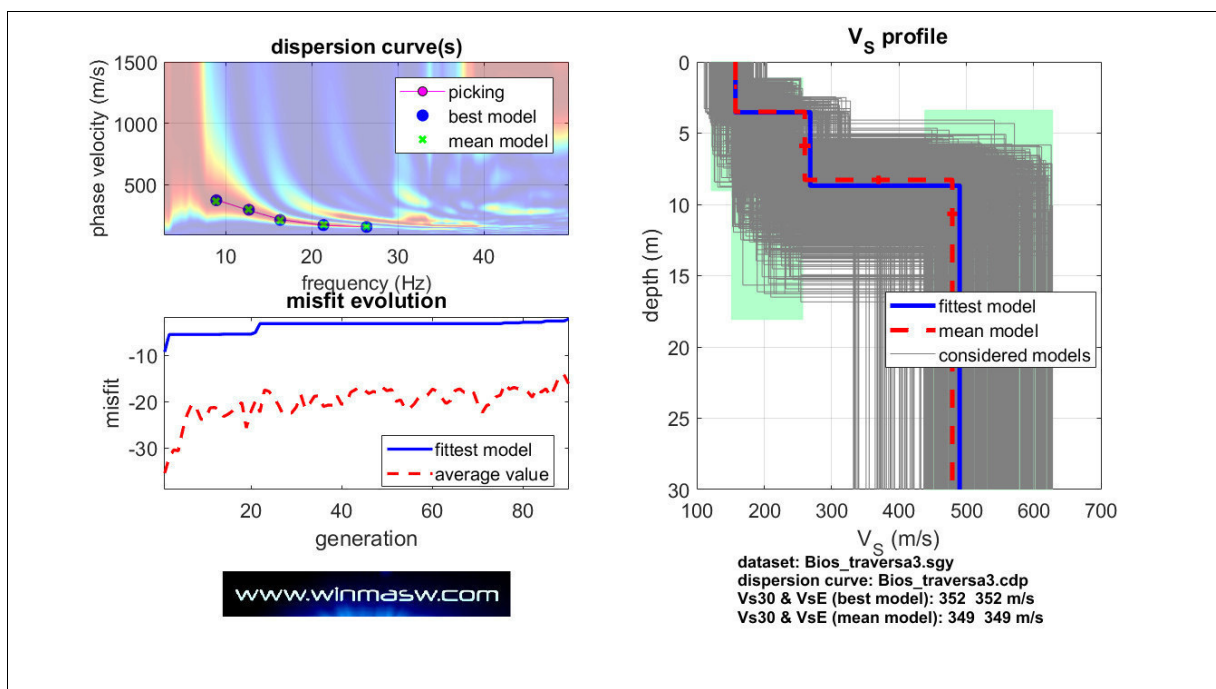
(ELABORATO GRAFICO)



MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità Vs (m/s) e deviazioni standard	Valore Vs ₃₀ /Vs _{equiv.} (m/s) Valore medio individ.
3	3.0 ± 0.2	149 ± 4	355/355
	5.2 ± 0.1	236 ± 8	
		505 ± 9	

Grafico Masw 3

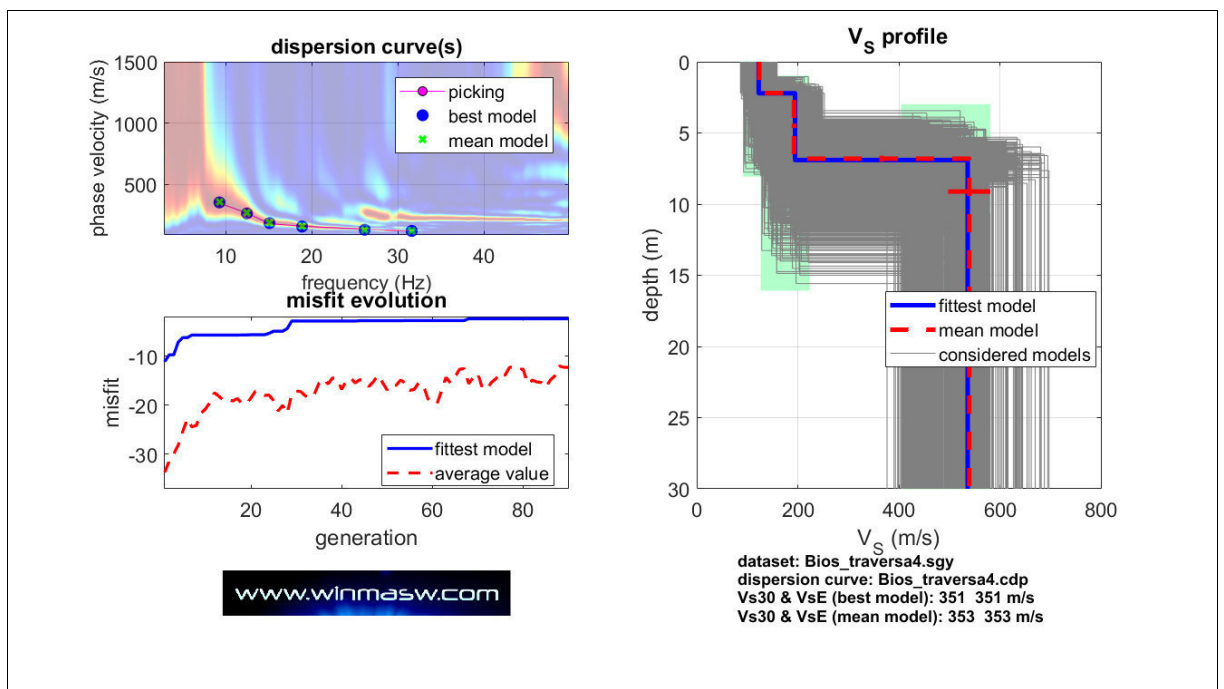
(ELABORATO GRAFICO)



MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità Vs (m/s) e deviazioni standard	Valore Vs ₃₀ /Vs _{equiv.} (m/s) Valore medio individ.
4	2.2 ± 0.1	123 ± 3	353/353
	4.6 ± 0.2	192 ± 5	
		539 ± 42	

Grafico Masw 4

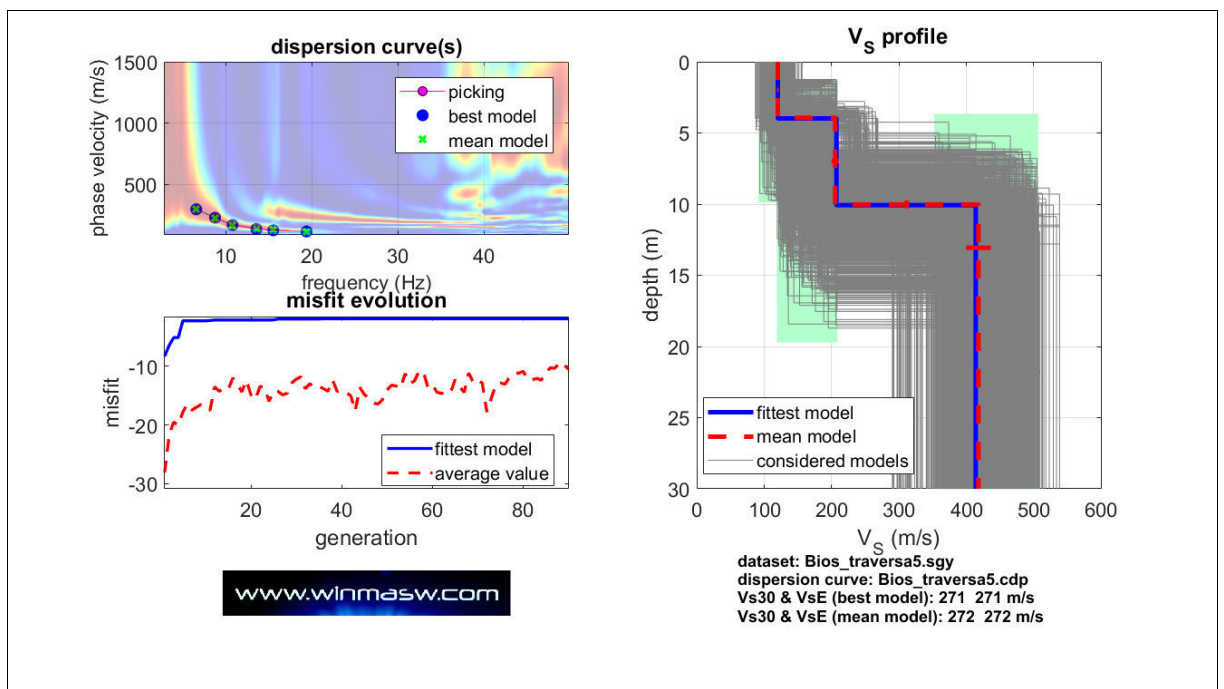
(ELABORATO GRAFICO)



MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità Vs (m/s) e deviazioni standard	Valore Vs ₃₀ /Vs _{equiv.} (m/s) Valore medio individ.
5	3.9 ± 0.2	120 ± 1	272/272
	6.1 ± 0.3	205 ± 5	
		418 ± 18	

Grafico Masw 5

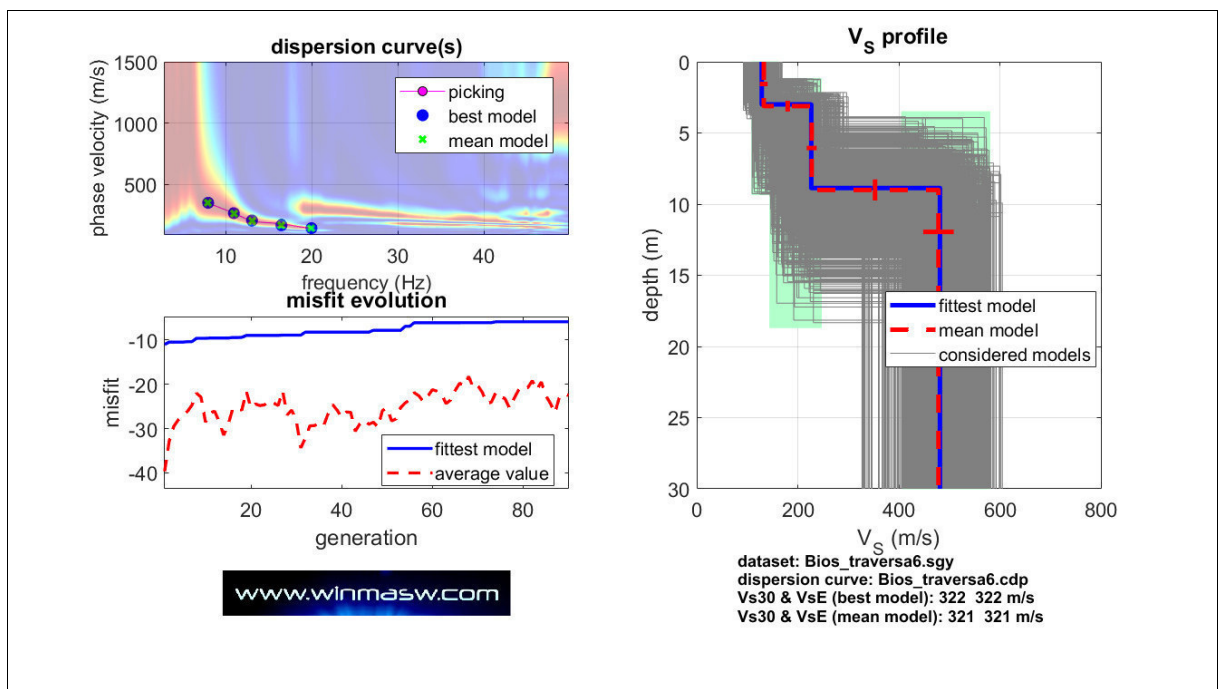
(ELABORATO GRAFICO)



MASW (sigla)	Spessori sismostrati (m)	Velocità V_s (m/s) e deviazioni standard	Valore $V_{S30}/V_{S_{equiv}}$ (m/s) Valore medio individ.
6	3.1 ± 0.4	132 ± 8	321/321
	5.9 ± 0.7	227 ± 10	
		478 ± 30	

Grafico Masw 6

(ELABORATO GRAFICO)



Dall'indagine eseguita si evince che il sito ricade in categoria **C** in quanto presenta un **V_{Sequiv} compreso tra 272 e 355 m/s.**

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

CONSIDERAZIONI SUL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Relativamente al PAI, in ossequio alla circolare 16 luglio 2007 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana n° 46 del 28.09.2007, si fa presente che porzioni delle aree oggetto di studio ricadono in aree soggette a rischio interessate da diversi dissesti.

Per maggiore chiarezza si rimanda alle tavole allegate in scala 1:10.000 nello specifico la carta dei dissesti, quella della pericolosità e rischio dove vengono sovrapposte le aree oggetto di progettazione. Inoltre anche la carta geologica riporta la sovrapposizione delle aree in progetto ed i dissesti più significativi cartografati. Inoltre fanno parte integrante della presente relazione la carta della pericolosità idraulica, la carta del rischio idraulico e quella del rischio collasso diga.

CONCLUSIONI

Le osservazioni geologiche descritte nei paragrafi precedenti risultano propedeutici alla realizzazione di indagini geognostiche programmate per la progettazione esecutiva sulla base delle esigenze emerse.

Da tali valutazioni si possono avanzare le seguenti considerazioni:

1. L'assetto geologico del sito di progetto ad eccezione di alcune aree interessate da dissesti riportati nell'allegata cartografia PAI è favorevole, considerate le litologie di sedime seppur sarà necessario realizzare delle fondazione indirette necessarie per superare la parte alterata dei tessuti argillosi presenti nella quasi totalità dell'area oggetto di studio;
2. la morfologia generale dell'area in cui si inserisce l'opera è caratterizzata da una pendenza compresa tra i 12° - 26° circa, dunque ricadente in parte nella categoria **T1** (pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$) ed in parte nella categoria **T2** (pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$) in riferimento alle categorie topografiche di cui alla **Tabella 3.2.IV**, D.M. 14.01.2008 n° 248 e succ. mod. ed integrazioni
3. relativamente alla categoria di suolo, geologicamente l'area è caratterizzata prevalentemente da suoli attribuibile alla categoria di sottosuolo "**C**" di cui alla **tabella 3.2.II**,
4. I modesti lavori di scavo previsti non andranno a modificare le condizioni di deflusso superficiale delle acque meteoriche né a creare turbativa all'assetto idrogeologico dei terreni profondi;

In conclusione l'area di progetto si trova in condizioni morfologiche, idrogeologiche e geologiche abbastanza favorevoli ma tutte le considerazioni litologiche, stratigrafiche e geotecniche preliminari, riportate nel presente studio, dovranno essere comunque affinate, in fasi progettuali successive, attraverso una mirata campagna di indagini geognostiche in situ attraverso l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni da sottoporre ad opportune indagini geotecniche di laboratorio.

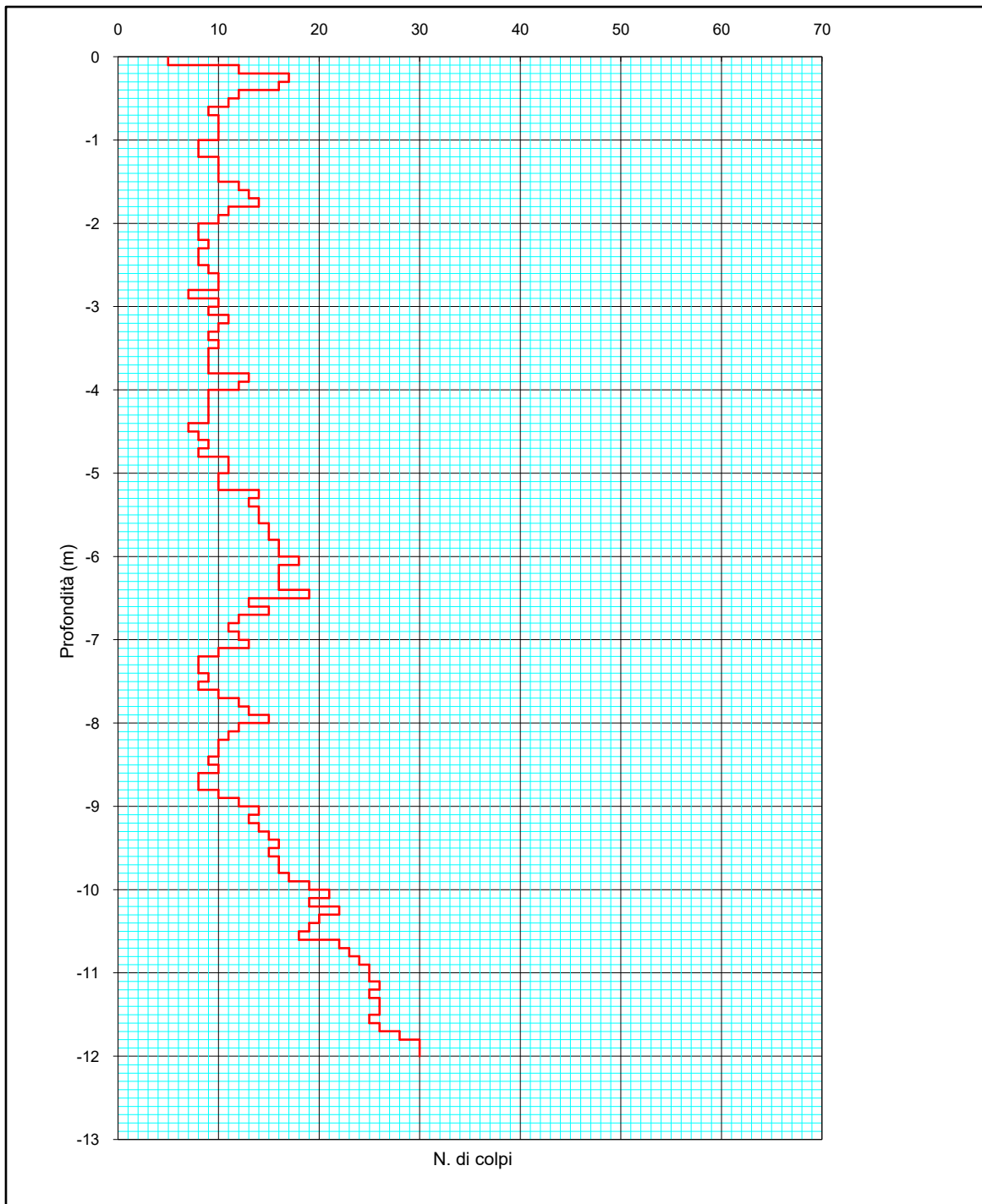
ENNA 30/10/2023

IL GEOLOGO
Dott. Geol.
Di Mattia Paolo
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI SICILIA

ALLEGATI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023



INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 0,60	Terreno vegetale
da m.0,60 a m. 10,00	Argille limose con sabbie e inclusi litoidi
da m.10,00 a m. 12,00	Argille grigie semisolide



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

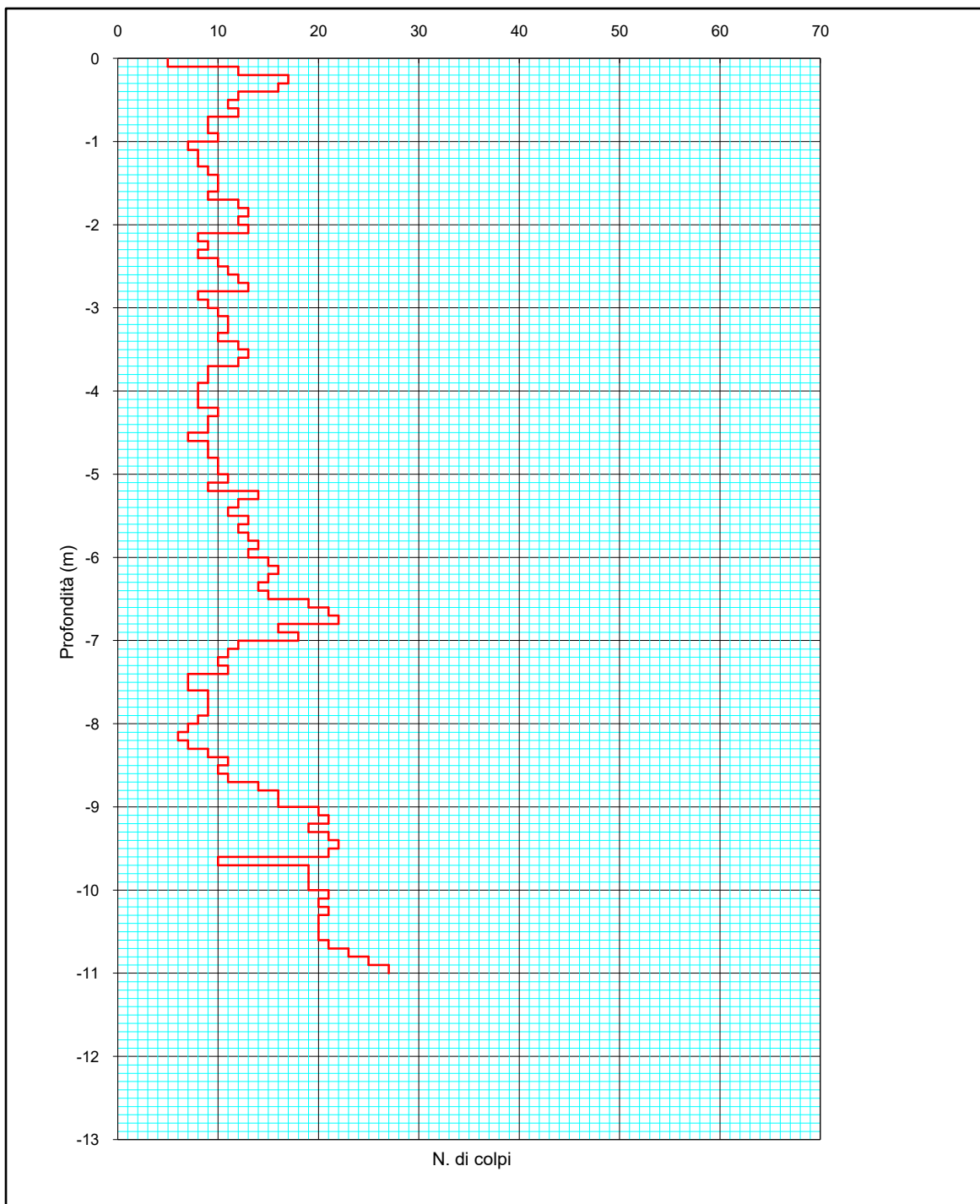
Committente: BIOS IS srl

Attrezzatura: Tecnotest TP-223

Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico

Località: Assoro (En)

Data: Ottobre 2023



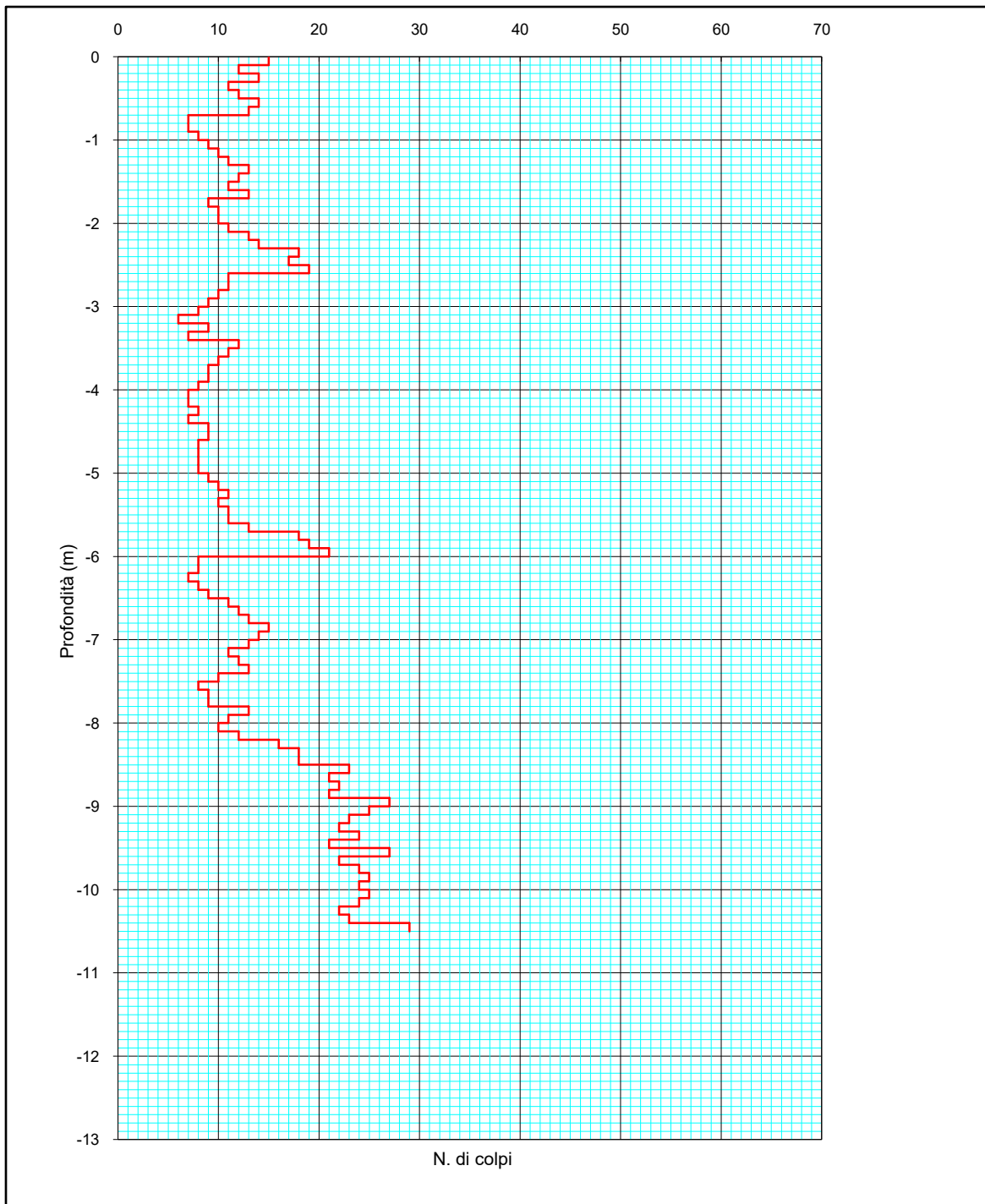
INTERPRETAZIONE:

da m.0,00 a m. 0,70	Terreno vegetale
da m.0,70 a m. 9,10	Argille limose con sabbie e inclusi litoidi
da m.9,10 a m. 11,00	Argille grigie semisolide


Dott. Geol. *[Signature]*
ORDINE REGIONALE DEI GEOL. DELLA SICILIA

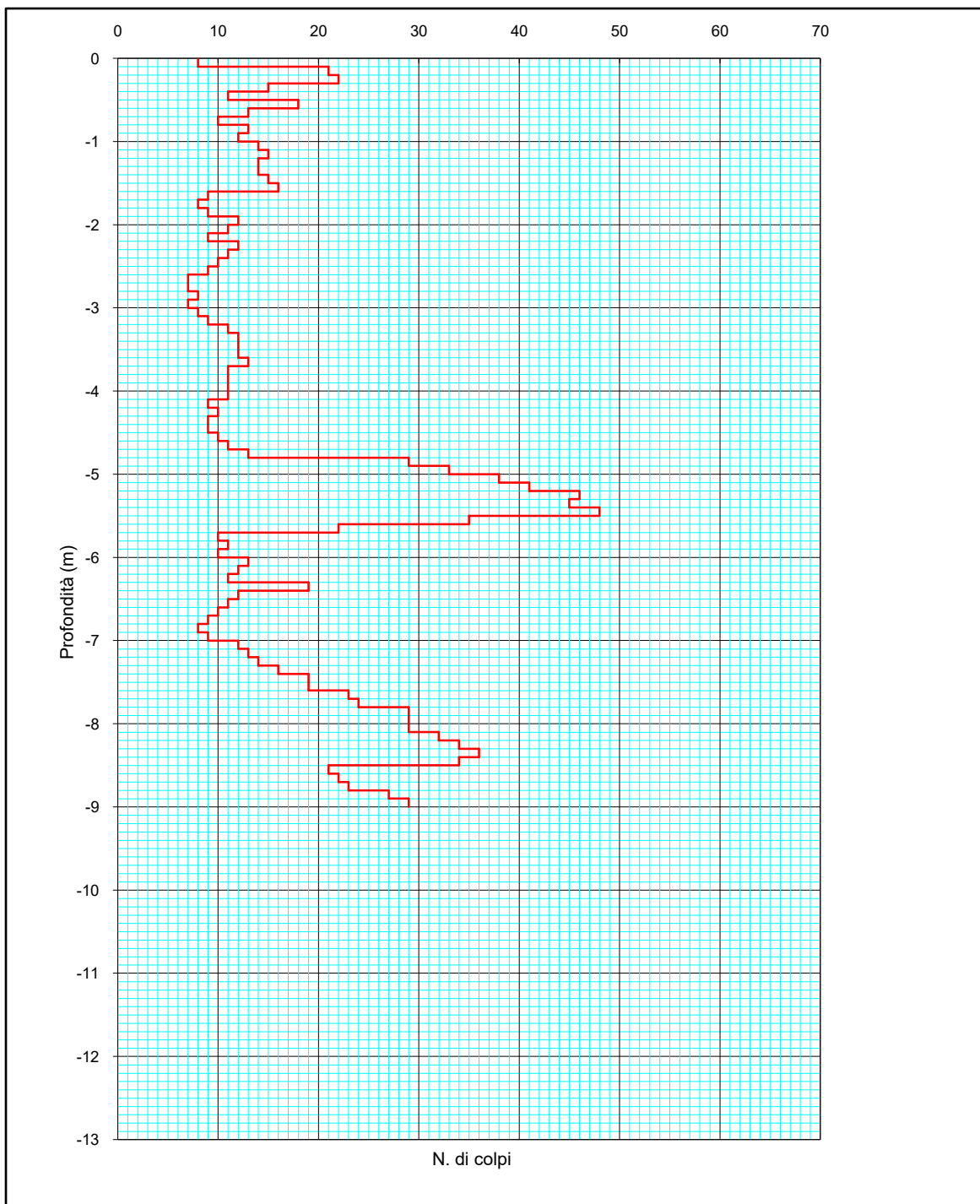
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 16

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023

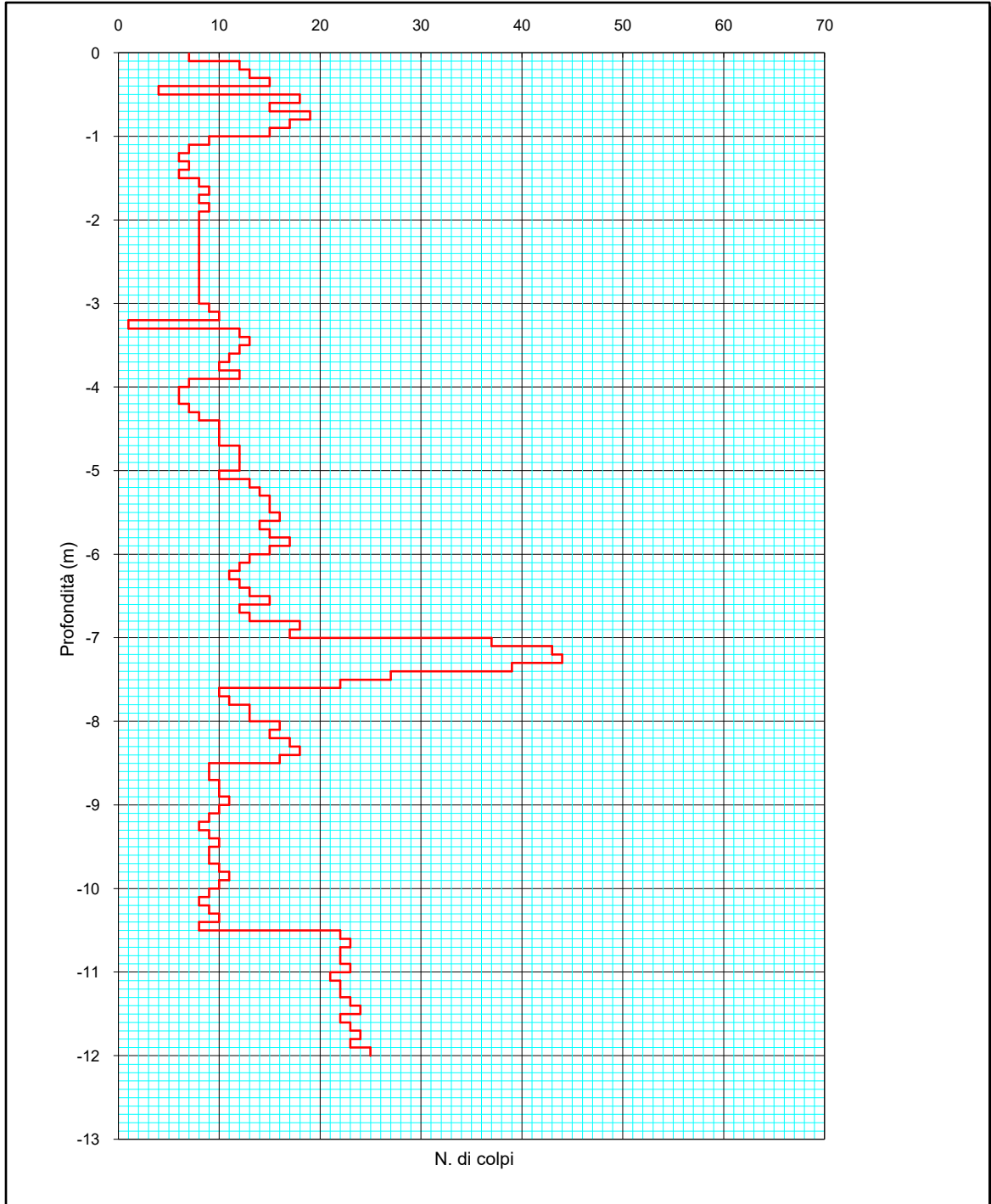


INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 0,70	<i>Terreno vegetale</i>
da m.0,70 a m. 7,70	<i>Argille limose con sabbie e inclusi litoidi</i>
da m.7,70 a m. 9,00	<i>Argille grigie semisolide</i>



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 18

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023

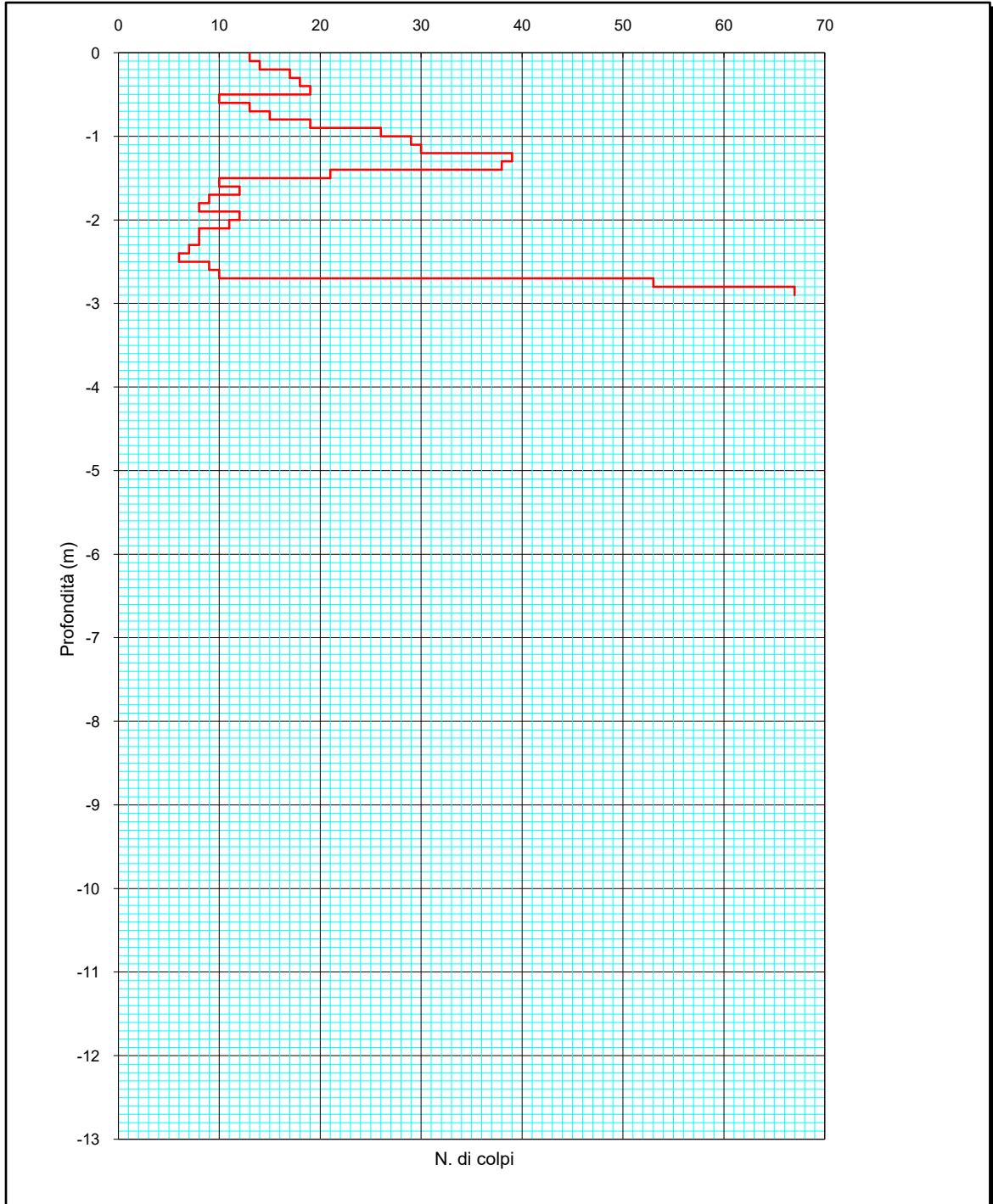


INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 1,00	<i>Terreno vegetale</i>
da m.1,00 a m. 10,20	<i>Argille limose con sabbie e inclusi litoidi</i>
da m.10,20 a m. 12,00	<i>Argille grigie semisolide</i>



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 19

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023



INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 0,60	<i>Terreno vegetale</i>
da m.0,60 a m. 2,90	<i>Argille limose con sabbie e inclusi litoidi</i>



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 20

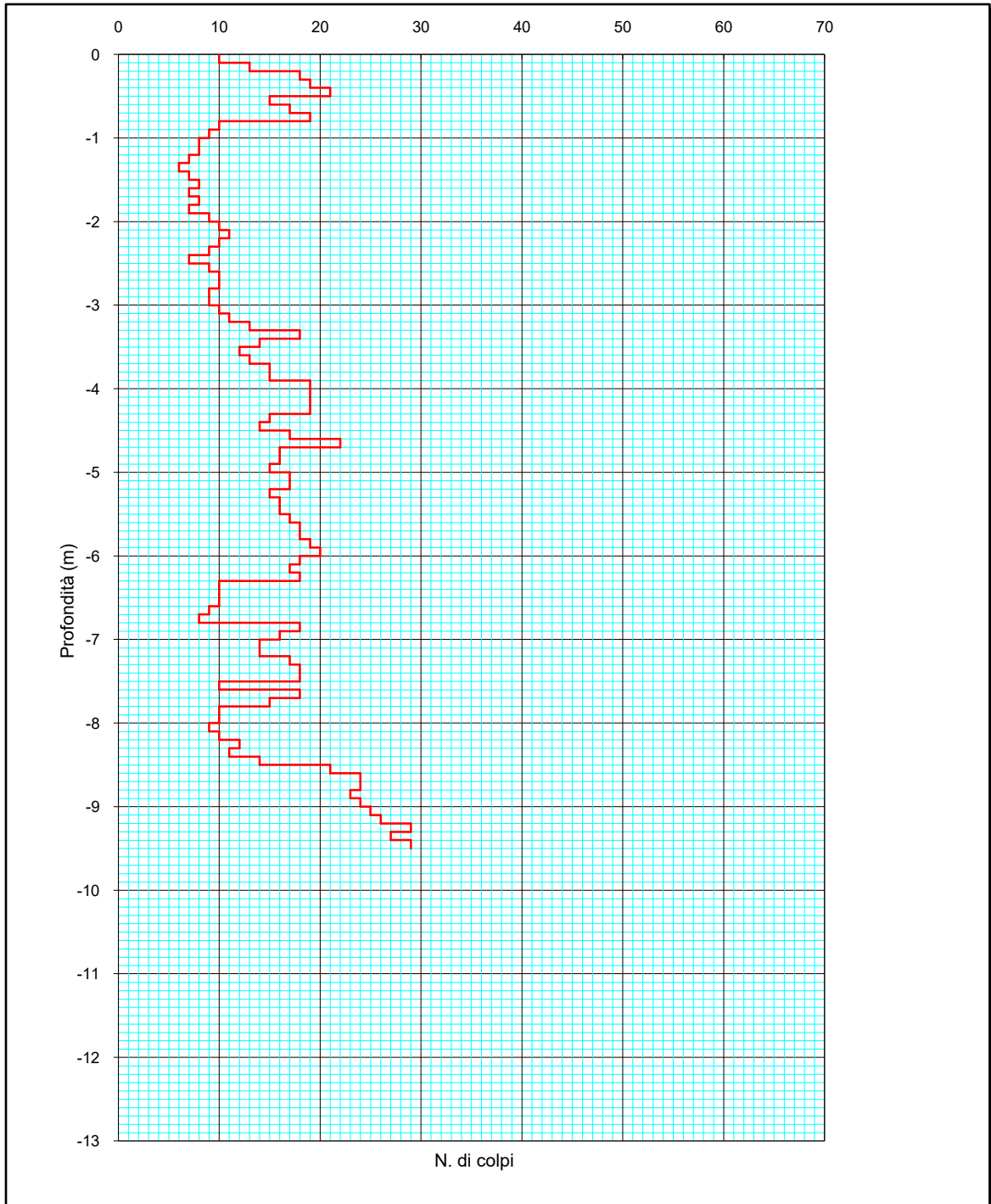
Committente: BIOS IS srl

Attrezzatura: Tecnotest TP-223

Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico

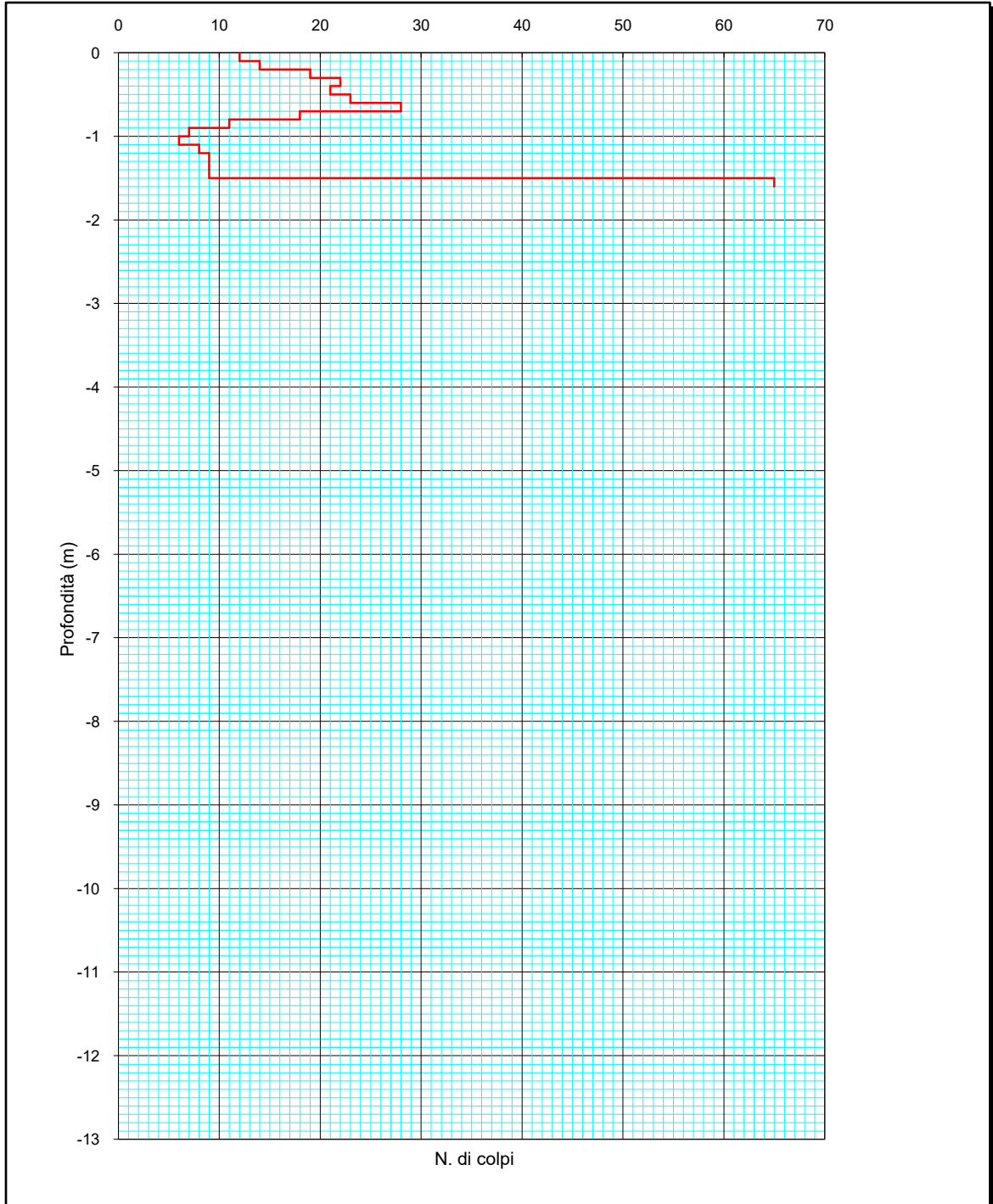
Località: Assoro (En)

Data: Ottobre 2023



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 21

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di una parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023



INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 0,80	<i>Terreno vegetale</i>
da m.0,80 a m. 1,60	<i>Argille limose con sabbie e inclusi litoidi</i>



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 24

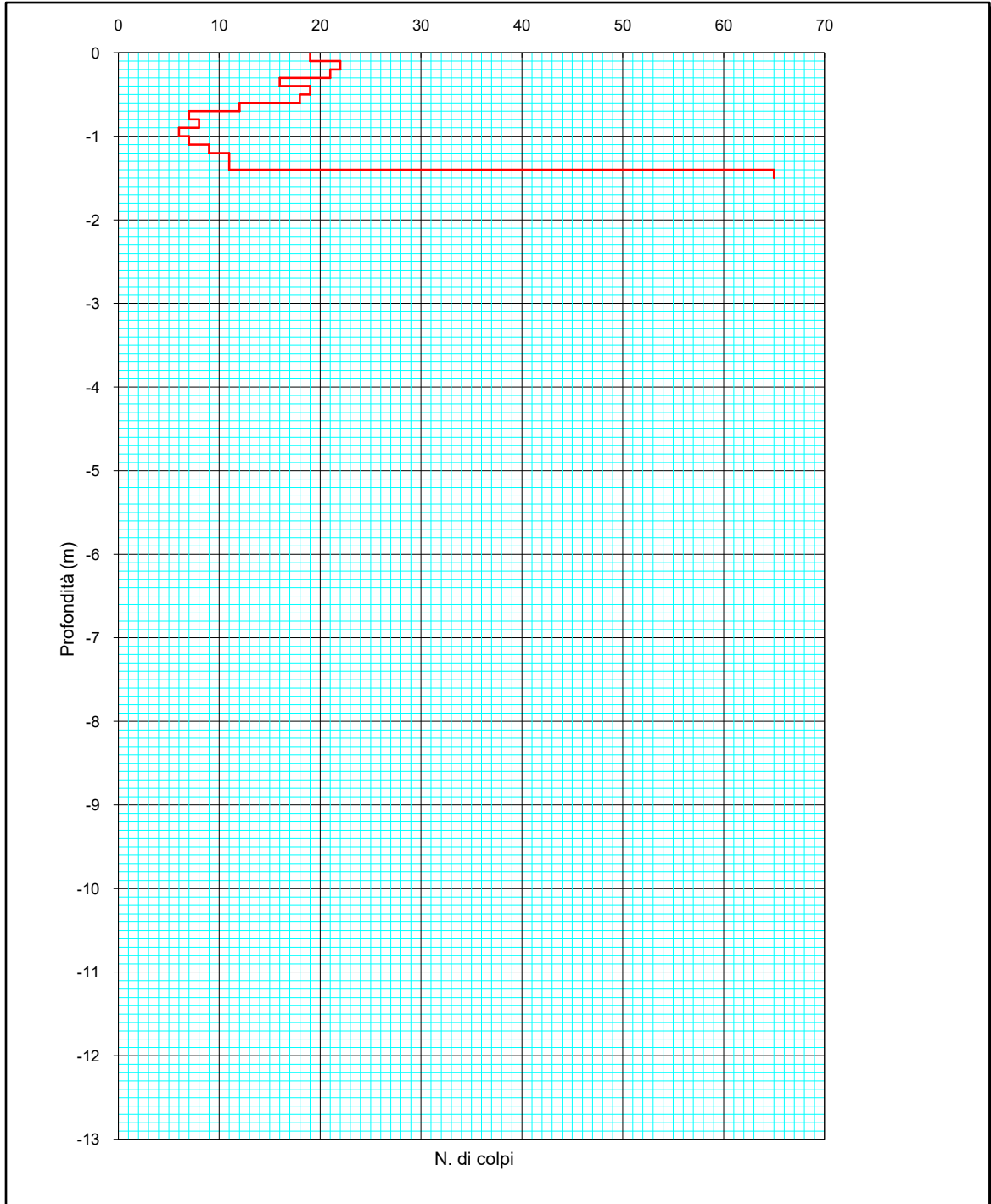
Committente: BIOS IS srl

Attrezzatura: Tecnotest TP-223

Cantiere: Realizzazione di una parco agri-fotovoltaico

Località: Assoro (En)

Data: Ottobre 2023



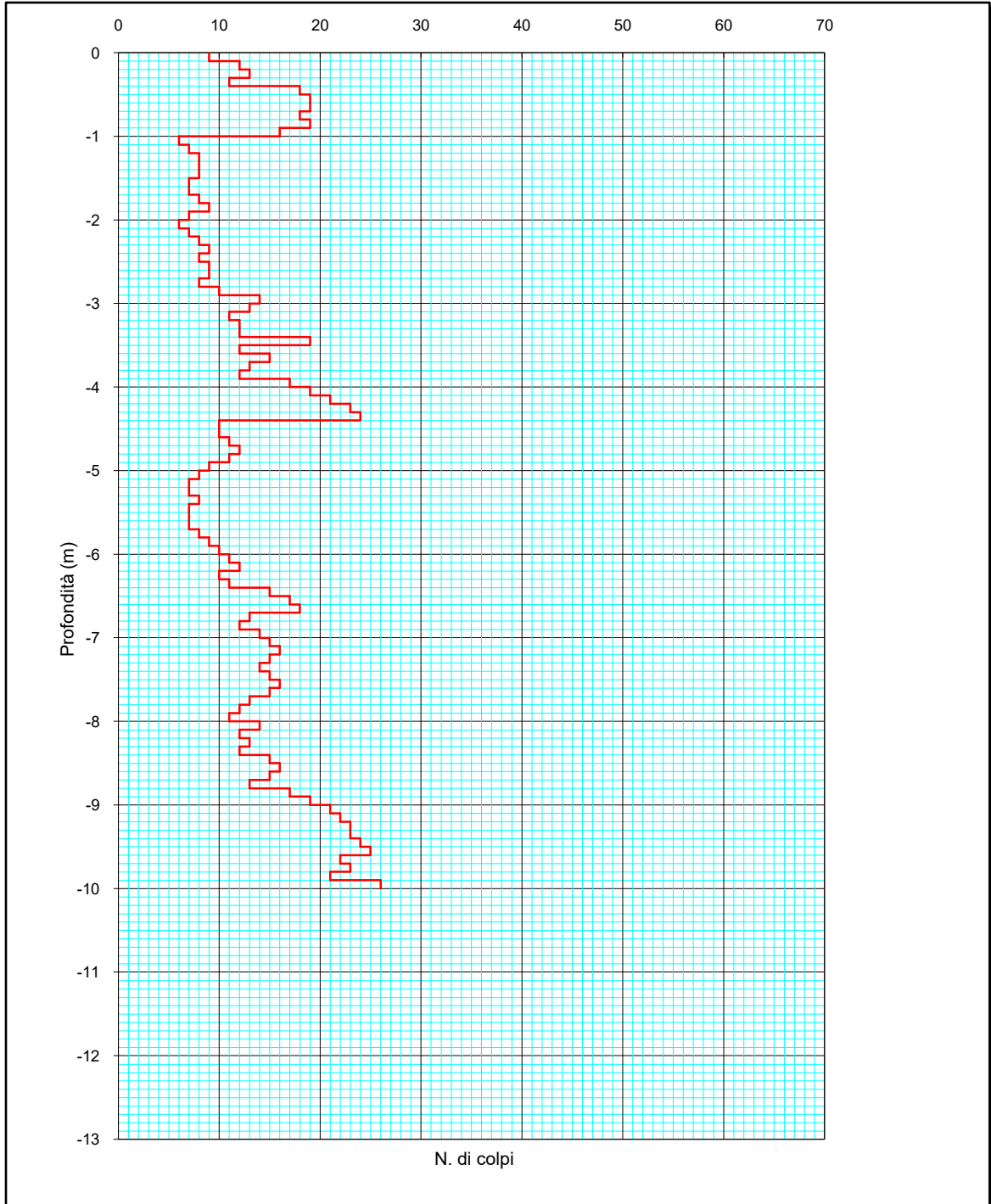
INTERPRETAZIONE:

da m.0,00 a m. 0,70	Terreno vegetale
da m.0,70 a m. 1,50	Argille limose con sabbie e inclusi litoidi



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 25

Committente: BIOS IS srl	Attrezzatura: Tecnotest TP-223
Cantiere: Realizzazione di un parco agri-fotovoltaico	
Località: Assoro (En)	Data: Ottobre 2023



INTERPRETAZIONE:	
da m.0,00 a m. 0,90	<i>Terreno vegetale</i>
da m.0,90 a m. 9,00	<i>Argille limose con sabbie e inclusi litoidi</i>
da m.9,00 a m. 10,00	<i>Argille grigie semisolide</i>

