

Regione Puglia



Comune di Deliceto



Provincia di Foggia

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA,
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
Località Risega - Comune di Deliceto (FG)

PROGETTO DEFINITIVO

**DEL_GEO.01
RELAZIONE GEOLOGICA**

Proponente



Rinnovabili Sud Tre
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Progettista

Dott. Geol. Emanuele Bonanno



Formato

Scala

Scala stampa

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	16/06/2021	Geol. Emanuele Bonanno	Geol. Emanuele Bonanno	Geol. Emanuele Bonanno

Sommario

1. Premessa	2
2. Inquadramento territoriale	3
3. Inquadramento geologico	4
4. Lineamenti geomorfologici.....	7
5. Lineamenti idrografici e idrogeologici.....	9
6. Compatibilità con il PAI	12
7. Indagini sul terreno	15
8. Modello geologico di riferimento.....	15
9. Pericolosità sismica di base	17
10. Conclusioni	19
11. Allegati.....	21
12. Report indagini geognostiche.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

1. Premessa

Nel seguente elaborato si presenta lo studio geologico relativo ad un'area sita nel comune di Deliceto, in provincia di Foggia, realizzato per conto della società Rinnovabili sud 3 S.r.l.. La società intende realizzare un parco fotovoltaico per complessivi 60,048 MW prodotti da 100080 moduli disposti su strutture dotate di sistemi di inseguimento solare monoassiale di rollio del tipo tracker. Tale impianto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in accordo con la Strategia Energetica Nazionale (SEN).

L'energia prodotta dal parco fotovoltaico sarà convogliata (tramite linea interrata MT a 30 kV, di lunghezza pari a circa 3.90 km) nella Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV di nuova costruzione, in cui avverrà l'innalzamento di tensione (30/150 kV) e la successiva consegna (in AT a 150 kV) al futuro ampliamento della stazione TERNA 380/150 kV di Deliceto, che consentirà la connessione anche di altri Utenti Produttori. Le opere necessarie al collegamento alla Rete Elettrica Nazionale (raggruppate nel presente lavoro come "Elementi area SET") consistono nella **sottostazione elettrica utente**, un **impianto di accumulo** dell'energia e **l'ampliamento della stazione elettrica Terna**.

Il cavidotto di collegamento tra l'area impianto e l'area SET, con lunghezza di circa 3,90 km, percorrerà in gran parte terreni agricoli ed in minima parte strade asfaltate (700 m su SP120).

Il lavoro è condotto con riferimento alle disposizioni riportate nelle *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* D. M. Infrastrutture 17.01.18, e all' O.M. 3274 del 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*".

Inoltre, è stato consultato il Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico dell'Autorità di Bacino della regione Puglia per verificare l'appartenenza dell'area in oggetto ad eventuali zone a rischio idrogeologico.

Sul posto sono stati effettuati una serie di rilievi atti a riconoscere e valutare:

- i lineamenti geomorfologici della zona;
- la conformazione geolitologica della area;
- le condizioni geotettoniche nel quale il sito sosta;
- eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto;
- lo stato idrogeologico superficiale;
- la parametrizzazione geomeccanica e sismica dei terreni mediante indagini geognostiche in situ.

Le indagini geognostiche eseguite si riferiscono unicamente all'area del parco fotovoltaico (area impianto) e non all'area SET in quanto il posizionamento delle opere per la connessione può essere ancora soggetto a modifiche.

I risultati e le considerazioni scaturite nel corso dei rilevamenti effettuati e le conclusioni alle quali si è arrivati sono riportati nella presente relazione, in cui si allega:

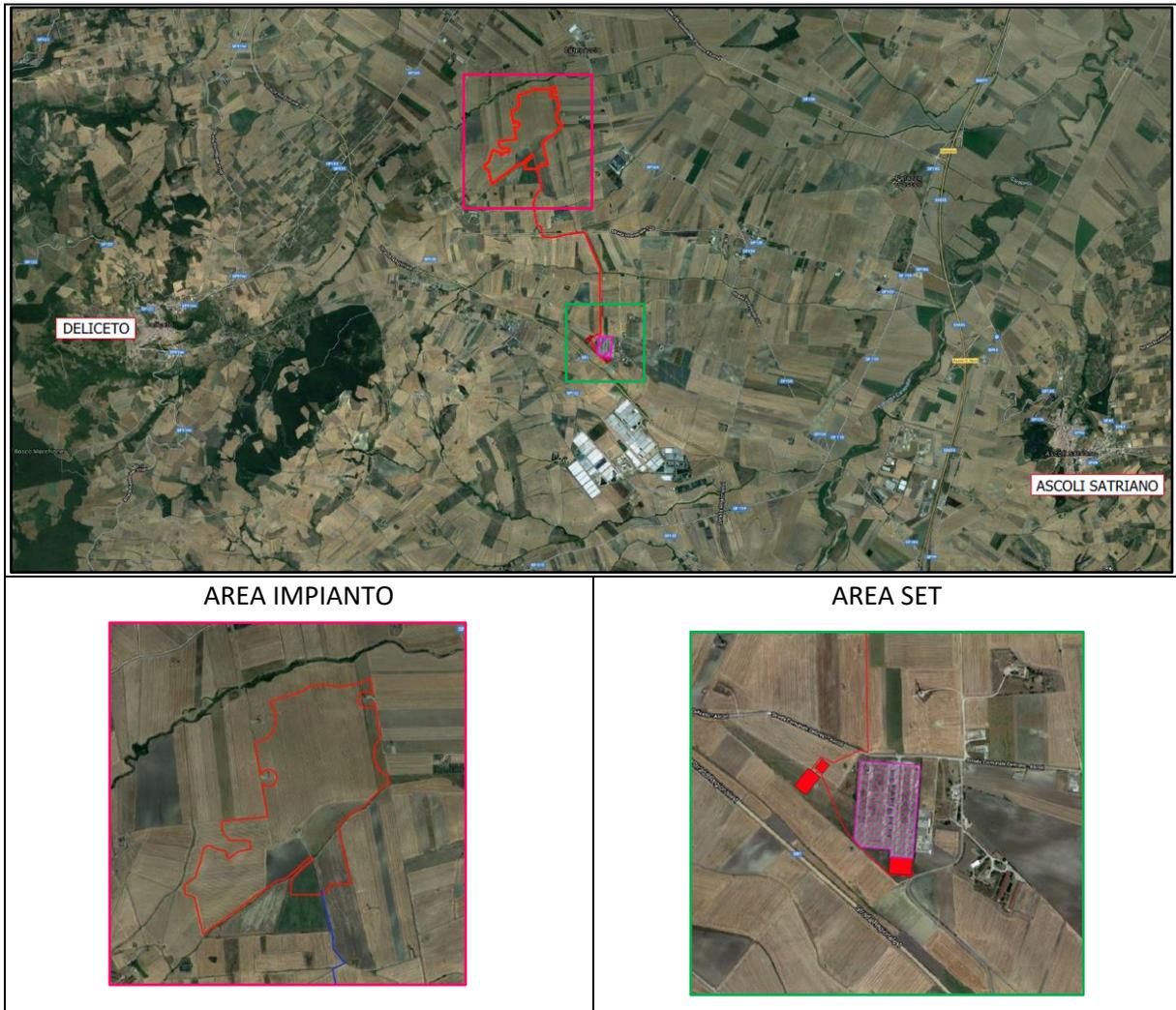
- Stralcio Carta Topografica IGM, scala 1:25.000 (Allegato in coda alla presente relazione);
- Stralcio Carta Tecnica Regionale – Area impianto, scala 1:5.000 (Allegato in coda alla presente relazione);
- Stralcio Carta Tecnica Regionale – Area SET, scala 1:5.000 (Allegato in coda alla presente relazione);
- Carta ubicazione indagini geognostiche, scala 1:5.000 (Allegato in coda alla presente relazione);
- Sezione Litotecnica di riferimento, scala 1:100 (Allegato in coda alla presente relazione);
- Carta Geologica, scala 1:10.000/1:2.000 (Allegato DEL_GEO.02).

2. Inquadramento territoriale

L'area su cui si intende realizzare l'impianto fotovoltaico è ubicata nel territorio del comune di Deliceto, in provincia di Foggia, a circa 6 km a nord-est del centro storico, in località *Risega*. L'area oggetto dello studio ha un'estensione di circa 84 ettari ed è contenuta all'interno dei fogli mappa n° 421103, 421102, 421141 e 421144 della Carta tecnica Regionale alla scala 1:5.000, nel foglio 421 "Ascoli Satriano" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

L'area di intervento è individuabile al catasto dei terreni al foglio 4 – particelle n° 3, 32, 66, 68, 85, 225 e 388 e al foglio 3 – particelle n° 26 e 596 e risiede su terreni a vocazione agricola. All'interno dell'area di impianto si colloca la *Masseria Risega*.

L'area della Stazione Elettrica Terna di collegamento (area SET) in cui verranno installati la sottostazione elettrica utente, l'impianto di accumulo e verrà realizzato l'ampliamento della stazione elettrica Terna, è posta a circa 3 km a Sud dell'area di impianto.



3. Inquadramento geologico

Il territorio in esame si colloca ai piedi dei rilievi collinari che costituiscono l'area geografica del "subappennino Dauno" la quale presenta i caratteri di un territorio intermedio tra la pianura del tavoliere delle puglie e la regione montuosa appenninica.

L'Appennino Dauno rappresenta la porzione più orientale dell'Appennino meridionale. Esso è caratterizzato geologicamente da una serie di accavallamenti a vergenza adriatica, all'interno dei quali sono presenti più unità tettoniche accavallatesi verso Est dall'Oligocene al Pliocene.

Dal rilevamento geologico condotto, dalla consultazione della cartografia geologica ufficiale e dalle indagini eseguite risulta che l'area in esame è caratterizzata prevalentemente da depositi Pleistocenici di origine marina appartenenti alle unità dell'Avanfossa Bradanica, con al di sopra le unità quaternarie del Tavoliere delle Puglie costituite da depositi di ambiente di transizione marino-fluviali.

L'Avanfossa Bradanica è un bacino di sedimentazione facente parte dell'avanfossa postmessiniana (Avanfossa Adriatica), migrata verso est con diverse fasi deformative tra il Pliocene ed il Pleistocene inferiore. Assieme al *peripheral bulge* delle Murge (Avampaese

Apulo) costituisce l'espressione e l'effetto strutturale della subduzione litosferica della piattaforma Apula al di sotto della catena Appenninica. La subduzione ha creato la depressione tettonica allungata NW-SE, la quale, a partire dal Pliocene inferiore, si è progressivamente colmata con sedimenti clastici. Il riempimento del bacino si è concluso nel tardo Pleistocene con l'emersione dell'intera area e la formazione di depositi a provenienza appenninici.

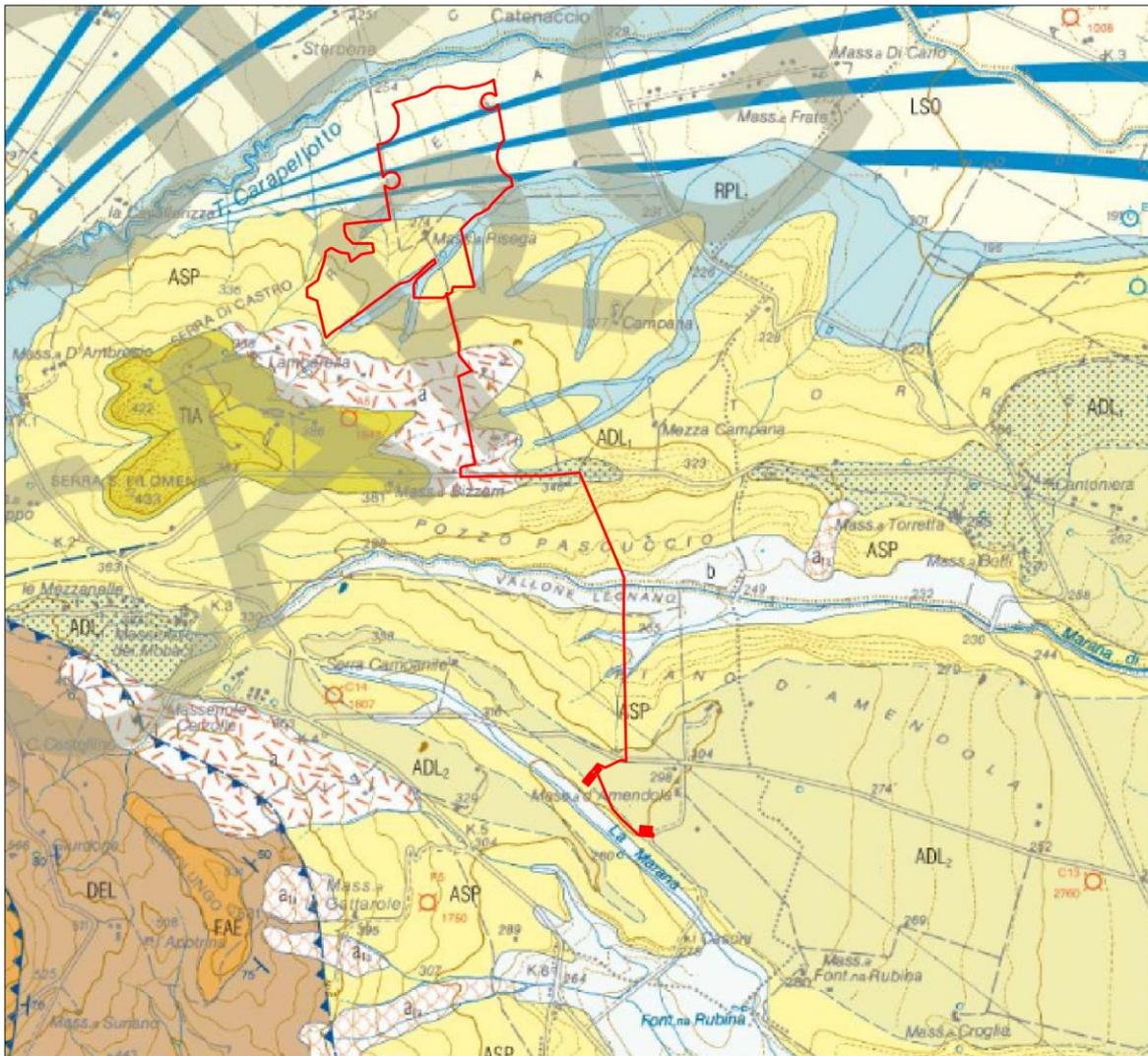
L'area in esame è rappresentata nel foglio 421 "Ascoli Satriano" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Fig. 1) e vede, per l'area impianto e per l'area SET, l'affioramento delle seguenti litologie.

Alla base della successione stratigrafica si hanno le unità della fossa Bradanica costituite dalle **"Argille Subappennine"** di età Pleistocene inferiore, queste consistono in depositi di silt argillosi e marne siltose con spessori che possono raggiungere i 200 metri. Tali depositi affiorano nel settore sud dell'area dove la morfologia è a carattere collinare, e rappresentano i terreni dominanti su cui correrà il cavidotto interrato.

Al tetto delle argille subappennine si trovano le Unità del Tavoliere delle Puglie costituite da il **"Sistema de la Sedia di orlando"** di età Pleistocene medio-superiore, costituito da sabbie siltose intercalate ad argille siltose, con locali lenti di ghiaia con clasti poligenici scarsamente cementate. Tali depositi affiorano nel settore nord dell'area dove le pendenze diminuiscono fin a diventare pianeggianti. Mentre nell'area SET affiora il **"Subsistema di Monte Livagni"** di età Pleistocene medio, caratterizzato da conglomerati poligenici ben cementati immersi in scarsa matrice sabbiosa.

A conclusione della serie stratigrafica dell'area si trova il **"Subsistema dell'Incoronata"** di età Pleistocene sup.-Olocene. Tali depositi sono costituiti da silt argillosi, silt, sabbie siltose e ghiaie poligeniche e rappresentano, insieme al sistema de la Sedia di Orlando, il prodotto deposizionale del sistema fluviale del Torrente Carapelle.

Dal punto di vista tettonico-strutturale, nelle vicinanze dell'area si individuano faglie di tipo prevalentemente inverse e trascorrenti con andamento tipico appenninico NO-SE. Dal catalogo dell'ISPRA (progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) non risultano presenti nell'area di studio faglie attive o capaci.



- UNITA' QUATERNARIA DEL TAVOLIERE DELLE PUGLIE**
-  **Subsistema dell'Incoronata:** silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche (Pleistocene sup.-Olocene)
 -  **Sistema de la sedia di Orlando:** sabbie siltose intercalate ad argille siltose. Sporadiche lenti di ghiaia scarsamente cementate.
 -  **Subsistema di monte Livagni:** conglomerati poligenici poco selezionati ma ben cementati con clasti subarrotondati mediamente organizzati immersi in scarsa matrice sabbiosa (Pleistocene medio).
- UNITA' DELLA FOSSA BRADANICA**
-  **Argille subappennine:** silt argillosi e marne siltose con spessore dell'affioramento misurato che può raggiungere i 200 metri (Pleistocene inferiore)
-  Conoide alluvionale
-  Impianto di progetto

Figura 1. Carta Geologica d'Italia, progetto CARG, foglio 421 "Ascoli Satriano".

4. Lineamenti geomorfologici

L'analisi delle immagini fotogrammetriche, delle carte ufficiali e un rilievo dettagliato hanno permesso di definire il quadro geomorfologico dell'area in esame.

L'area di impianto si sviluppa a quote comprese tra i 240 e i 320 metri s.l.m. e si colloca ai piedi dei rilievi collinari che costituiscono l'area geografica del subappennino Dauno la quale presenta i caratteri di un territorio intermedio tra la pianura del tavoliere delle puglie e la regione montuosa appenninica (Fig. 2).

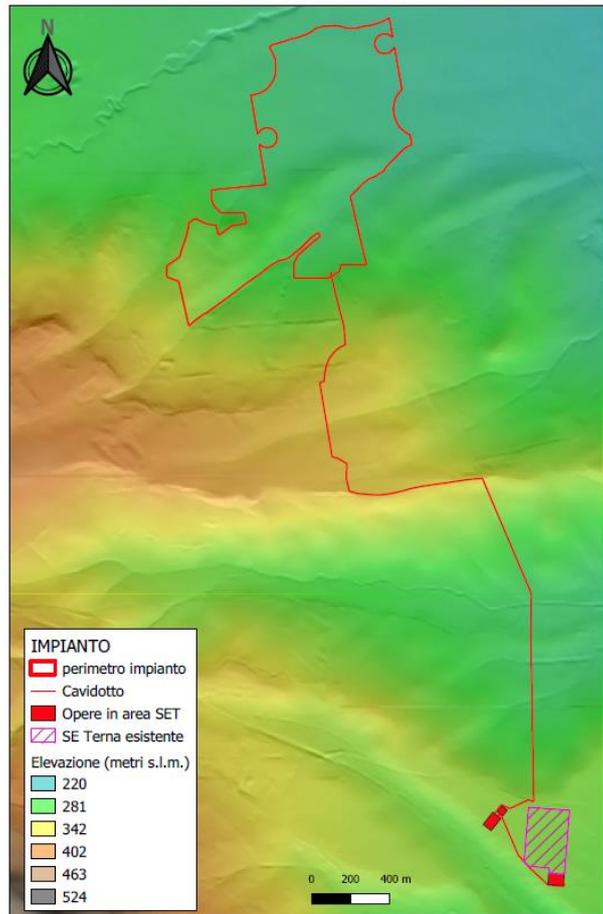


Figura 2. Carta dell'elevazione con evidenza delle forme del rilievo.

Nell'area di impianto la morfologia si presenta collinare nella porzione sud, con pendenze basse che raramente raggiungono i 10° (vedi Fig. 10) e profilo topografico dolce e ondulato, mentre nella porzione Nord, la morfologia si presenta sub-pianeggiante, con una leggerissima pendenza verso il torrente Carapellotto (Fig. 3). Lungo il confine a Sud dell'area di impianto si ha l'attraversamento di un fosso di scolo principale avente direzione SO-NE a cui si collegano altri due impluvi secondari minori ad andamento circa N-S (Fig. 7).



Figura 3. Vista panoramica dell'area di impianto. Foto scattata dalle colline poste immediatamente a sud dell'area di impianto.

L'intera area è costituita da depositi terrigeni di età pleistocenica prevalentemente a grana fine in cui si intercalano livelli e lenti di ghiaie poligeniche. Su tutto il territorio si osservano ciottoli decimetrici e blocchi dall'aspetto prevalentemente arrotondato, trasportati e depositi dagli eventi alluvionali che hanno interessato il sistema fluviale dell'area sin dal pleistocene (Fig. 5).

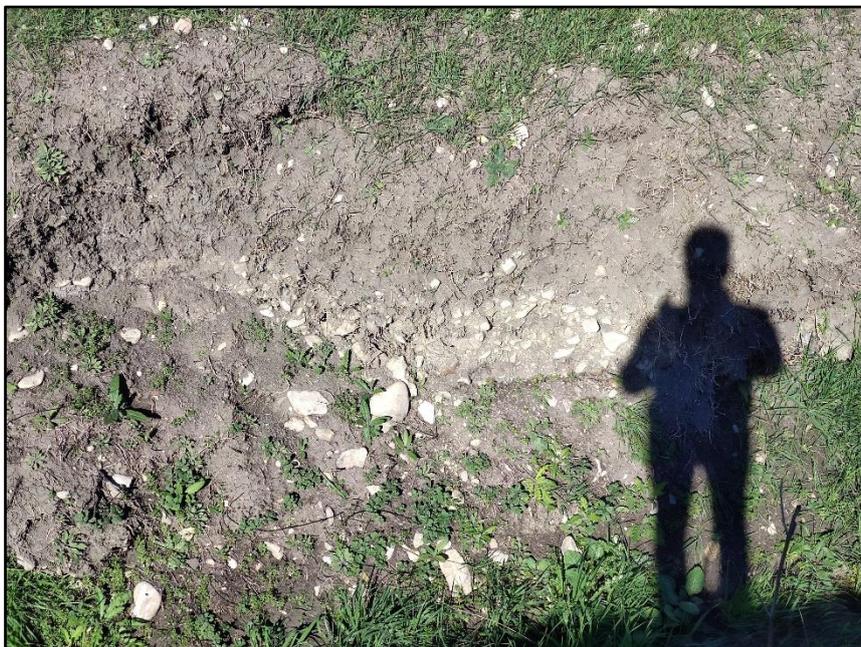


Figura 4. Affioramento di lenti conglomeratiche ad assetto caotico e con clasti eterometrici subarrotondati lungo l'argine del fosso di scolo al confine Sud dell'area d'impianto.



Figura 5. Ciottoli eterometrici subarrotondati caratterizzanti l'area.

L'area SET è posta a una quota tra i 300 e 314 m.s.l.m. su un terrazzo a bassa pendenza ($< 5^\circ$) immergente verso S-E ed emerso a seguito dell'incisione dei due corsi d'acqua laterali a formare il Vallone Legnano a Nord e fosso La Marana a Sud. Entrambi i corsi d'acqua si collegano in direzione Est al Torrente Carapelle.

Dall'analisi morfologica, eseguita tramite lo studio delle carte aerofotogrammetriche e tramite rilievi sul terreno, non sono emersi nell'area particolari fenomeni di dissesto in atto o potenziali, tali da poter compromettere le attività progettuali. Tuttavia, particolare attenzione dovrà essere posta al confine Sud dell'area impianto, lungo le aree che interessano i fossi che drenano le acque superficiali dai rilievi soprastanti, in particolare nei tratti più a monte, dove le pendenze sono più marcate e dove si osservano fenomeni di dissesto idrogeologico (vedi paragrafo successivo).

5. Lineamenti idrografici e idrogeologici

L'area di studio ricade all'interno del bacino idrografico del Torrente Carapelle, questo ha una estensione di circa 950 Km². Pochi metri a Nord dell'area scorre il torrente Carapellotto, esso ha un andamento sub rettilineo e confluisce in sinistra idrografica nel Torrente Carapelle, al quale si congiunge a circa 9 chilometri più a valle in direzione Est. L'area in oggetto è inoltre attraversata da un fosso di scolo delle acque di precipitazione principale, che scorre da S-O verso N-E, a cui si collegano altri due impluvi secondari minori ad andamento circa N-S. Questi fossi intercettano le acque piovane di ruscellamento del settore collinare e convogliano l'acqua nel torrente Carapellotto. Nel settore più a monte, dove a causa delle pendenze più elevate l'acqua ha una capacità erosiva maggiore, sul fosso principale si osservano fenomeni di dissesto spondale attribuibili allo scalzamento al piede operato dalle acque di ruscellamento nei periodi di intense e/o persistenti precipitazioni (fig. 6).



Figura 6. *Dissesti lungo il fosso principale*

La Carta Idrogeomorfologica della Puglia riporta i terreni interessanti l'area come *unità prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico* il settore in pianura dell'area impianto, *unità a prevalente componente argillosa* il settore collinare dell'area impianto e cavidotto e unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e arenitica l'area SET (Fig. 7).

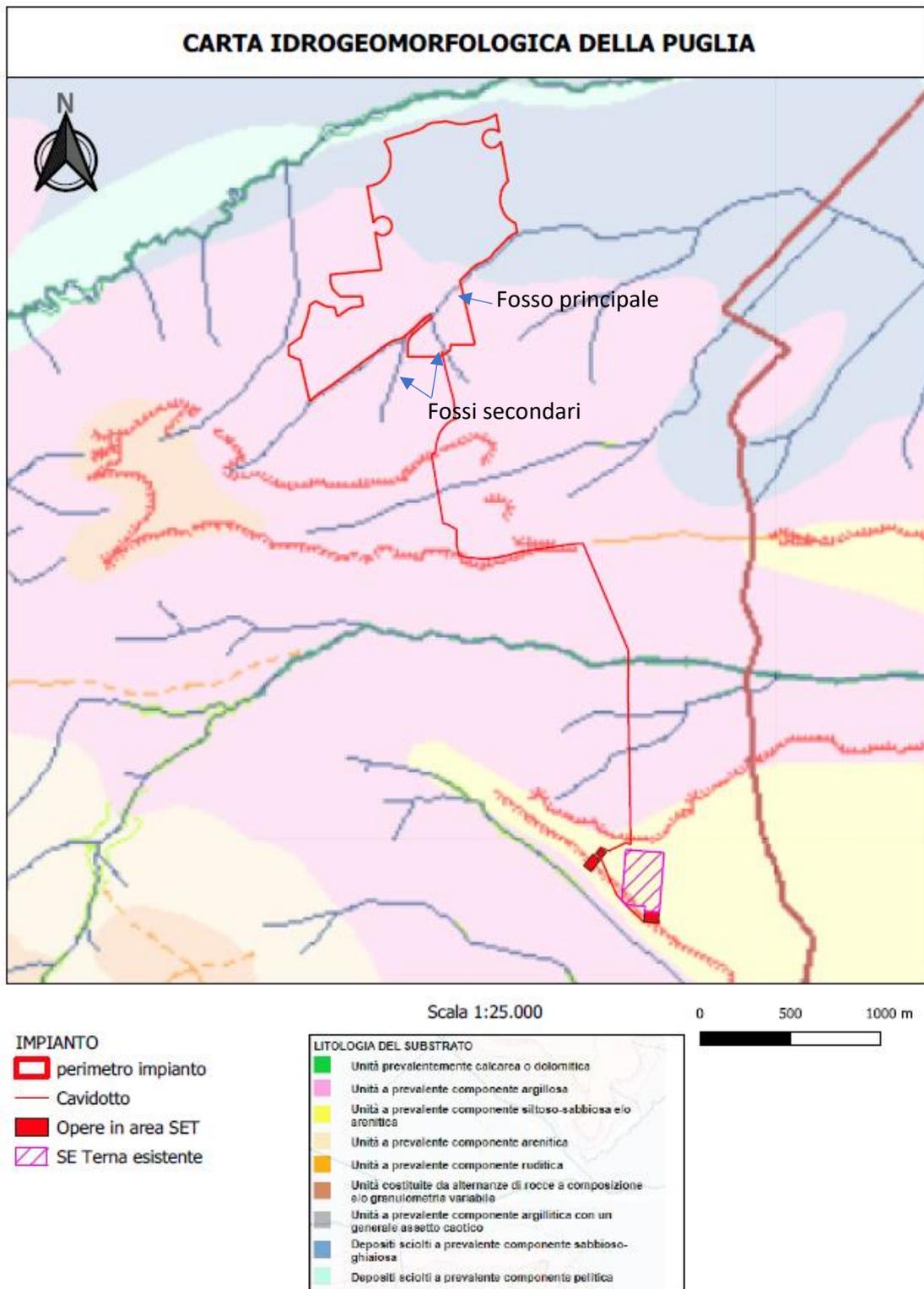


Figura 7. Stralcio Carta Idrogeomorfologica della Puglia con sovrapposizione opere di progetto su base IGM in scala 1:25.000.

Da quanto riportato dalla cartografia ufficiale e dai rilievi e indagini effettuate sul terreno si può definire che i terreni caratterizzanti l'intera area di impianto hanno permeabilità bassa ($10^{-8} < K < 10^{-6}$). La permeabilità riscontrata è unicamente di tipo primario sin-genetica, quindi legata alla porosità (spazi intergranulari più o meno interconnessi). Risulta invece assente,

almeno per i primi metri di profondità, la permeabilità di tipo secondaria post-genetica, per fessurazione. Non sono da escludere, tuttavia, livelli più permeabili di modeste dimensioni all'interno delle unità sopradescritte, questi possono trovarsi essenzialmente nelle lenti a componente sabbioso-conglomeratica prevalente.



Figura 8. Ristagni di acqua nelle aree di valle nei pressi del fosso principale – evidenze di bassa capacità di infiltrazione-, lungo il confine Sud dell'area impianto. Sullo sfondo la Masseria Risega.

Nel contesto appena descritto, si ha una bassa capacità di infiltrazione delle acque piovane a vantaggio del ruscellamento, come testimoniato dalla presenza di un reticolo idrografico ben sviluppato. La circolazione idrica sotterranea, nelle parti più superficiali del sottosuolo è assente o scarsamente rappresentata da livelli di falda effimeri e/o di modeste dimensioni che si possono formare all'interno dei mezzi sabbioso-conglomeratici a maggiore permeabilità.

6. Compatibilità con il PAI

Dalla sovrapposizione dell'area impianto e dell'area SET con il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia risulta che il settore sud dell'area impianto, l'area SET e l'elettrodotto ricadono in aree contrassegnate come aree a pericolosità geomorfologica media e moderata PG1, corrispondente al livello di pericolosità più basso. Tali aree a PG1 sono regolamentate all'articolo 15 delle Norme di Attuazione emanate dall'Autorità di Bacino della Puglia nel 2005.

ARTICOLO 15 Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

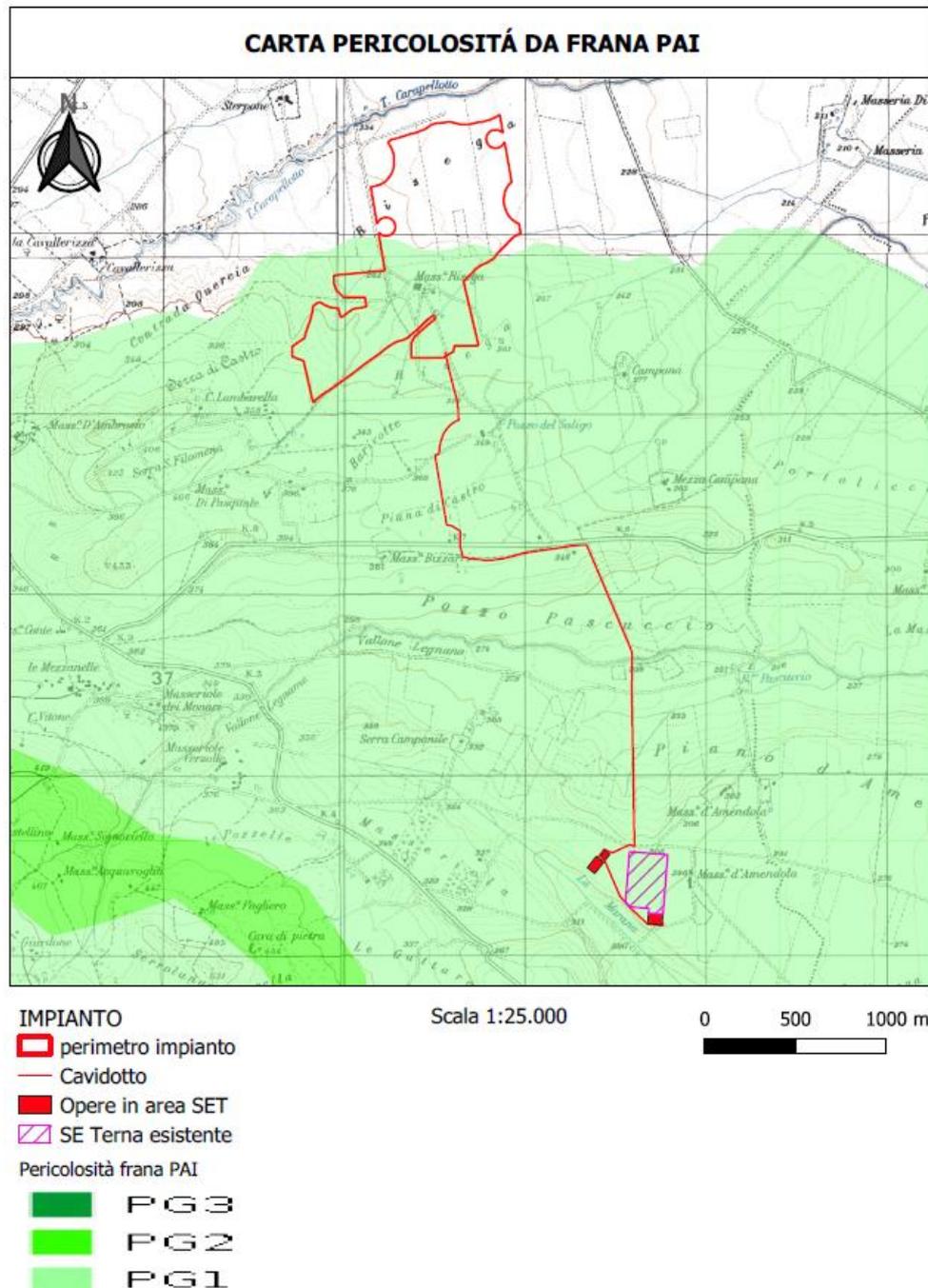


Figura 9. Carta pericolosità da frana PAI su base IGM al 25.000.

Per la valutazione del rischio nell'area PG1 sono stati presi in considerazione i fattori predisponenti che possono influenzare la pericolosità geologica e aumentare il rischio frana:

- Pendenze (vedi carta delle pendenze);
- Parametri geomeccanici del sottosuolo (riportati nella sezione "modello geologico di riferimento" e nella relazione geotecnica);
- Caratteristiche dell'opera da realizzare;

- Analisi di stabilità dei versanti (vedi relazione geotecnica)

Le pendenze, primo tra i fattori predisponenti, nelle aree su cui verrà realizzato l'impianto e coperte da area a PG1 superano raramente i 10° (Fig. 10). Dalla tipologia di terreni caratterizzanti l'area, i movimenti franosi possibili sono gli scivolamenti rotazionali/planari e le colate, ma pendenze così basse non favoriscono l'innescarsi di tali fenomeni gravitativi, né tantomeno sono state osservate morfologie tipiche quali svuotamento/ rigonfiamento/ accumulo lungo i versanti, di eventi franosi passati nell'area indagata. Riguardo alle strutture da realizzare, costituite da filari di pannelli fotovoltaici sostenuti da una intelaiatura con pali infissi nel terreno, esse non alterano l'equilibrio idrogeologico di circolazione idrica superficiale né sotterranea, non costituiscono barriere impermeabili tra la superficie aria-suolo o tra settori di monte e settori di valle e non appesantiscono in modo influente il versante (stima di appena 30 kg/mq). Inoltre, la loro realizzazione non comporterà variazioni del profilo topografico dei versanti, lasciando pressoché intatto l'attuale assetto geomorfologico dell'area.

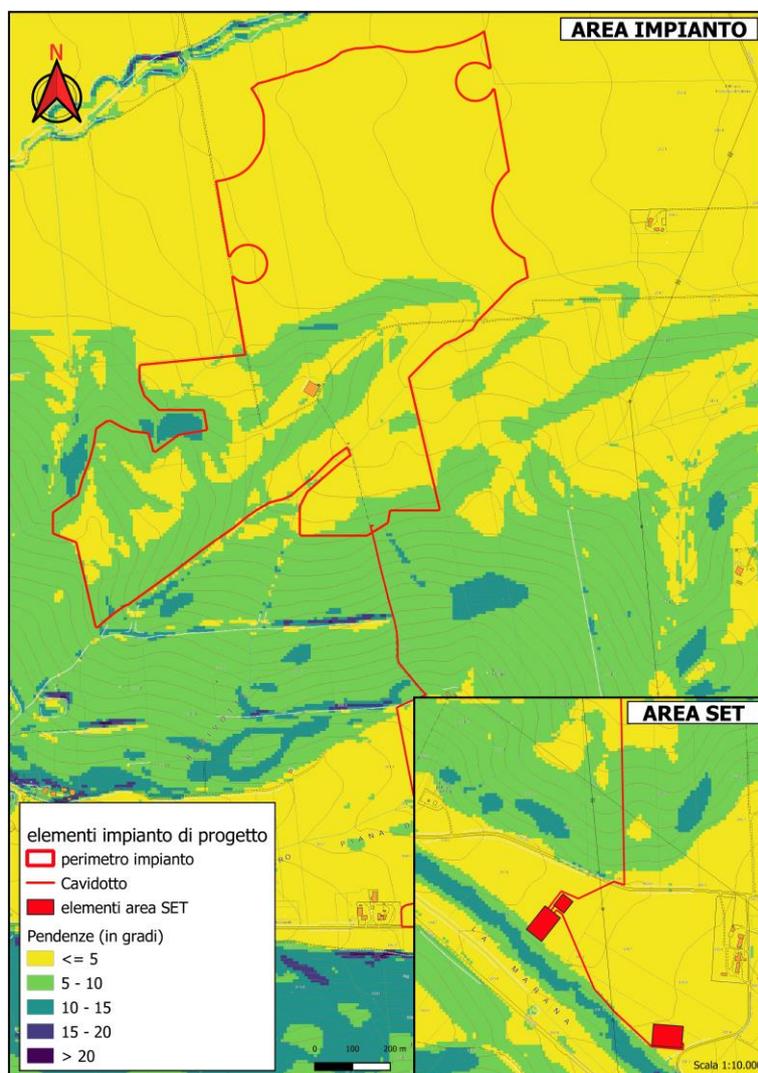


Figura 10. Carta delle pendenze. La mappa è realizzata partendo da un Modello Digitale del Terreno con risoluzione 8 metri. L'algoritmo di calcolo restituisce l'angolo di inclinazione del terreno in gradi per ogni pixel di dimensioni 8x8 metri.

In tale contesto appena descritto si può stabilire che l'opera di progetto non ha un impatto negativo significativo sulla stabilità geomorfologica dell'area. Un ulteriore approfondimento sulla compatibilità geotecnica dell'opera in area PG1 è contenuto nella relazione geotecnica del progetto, dove è stata effettuata la verifica di stabilità dei versanti, per come richiesto dalle Norme di Attuazione, prendendo in considerazione tre profili lungo le linee di massima pendenza dei versanti su cui verranno installati i moduli fotovoltaici.

7. Indagini sul terreno

Per determinare le caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni su cui è previsto l'intervento progettuale in oggetto, si è programmata una campagna di indagini in sito comprendente:

- n.2 stendimenti sismici a rifrazione MASW con tomografia sismica;
- n. 3 prove penetrometriche di tipo DPSH.

I risultati delle indagini eseguite sono riportati in coda alla presente relazione e la loro ubicazione nell'area di studio è riportata nell'allegato "Carta ubicazione indagini geognostiche".

In questa fase progettuale le indagini hanno riguardato unicamente l'area impianto e non l'area SET in quanto il posizionamento delle opere di connessione può essere soggetto a variazioni.

8. Modello geologico di riferimento

Con le indagini e i rilievi eseguiti si è potuto avere un quadro delle caratteristiche geotecniche medie dei terreni indagati.

Data la vastità del territorio in esame e l'uniformità dei dati riscontrati dalle indagini geognostiche in situ, si è optato per definire un unico modello geologico-tecnico dell'intera area impianto, attribuendo alle unità litotecniche i parametri geotecnici medi più cautelativi, per come riportato nella seguente serie stratigrafica e nell'allegato "Sezione Litotecnica di riferimento":

0.00 - 1.00 m Unità Litotecnica L1a: Terreno vegetale costituito da limo-argilloso con presenza di ciottoli, alterato, rimaneggiato e scarsamente consistente, a cui si associano i seguenti parametri geomeccanici medi: $\gamma = 16-18 \text{ KN/m}^3$; $\phi = 14-16^\circ$; $C_u = 0.9-1.0 \text{ Kg/cm}^2$; $C' = 0.01 \text{ Kg/cm}^2$; $E_y \text{ Young} = 95 \text{ kg/cm}^2$.

1.00 – 6.40 m Unità Litotecnica L1b: silt-argillosi localmente sabbiosi con presenza di livelli ghiaiosi e ciottoli decimetrici, poco consistenti con addensamento che aumenta con la profondità, a cui si associano i seguenti parametri geomeccanici medi: $\gamma = 18-19 \text{ KN/m}^3$; $\phi = 18-20^\circ$; $C_u = 1.2-1.5 \text{ kg/cm}^2$; $C' = 0.03 \text{ Kg/cm}^2$; $E_y \text{ Young} = 115 \text{ kg/cm}^2$.

6.40 – 8.20 m Unità Litotecnica L1c: silt-argillosi localmente sabbiosi con presenza di livelli ghiaiosi, mediamente consistenti con addensamento che aumenta con la profondità, a cui si associano i seguenti parametri geomeccanici medi: $\gamma = 20-22$ KN/m³; $\phi = 22-27^\circ$; $C_u = 3.5-4.0$ kg/cm²; $C' = 0.08$ Kg/cm²; E_y Young = 315 kg/cm².

8.20 – oo m Unità Litotecnica L1d: silt-argillosi localmente sabbiosi con presenza di livelli ghiaiosi, molto consistenti con addensamento che aumenta con la profondità, a cui si associano i seguenti parametri geomeccanici medi: $\gamma = 23-25$ KN/m³; $\phi = 28-32^\circ$; $C_u = 4.4-5.0$ kg/cm²; $C' = 0.2$ Kg/cm²; E_y Young = 380 kg/cm².

In considerazione dei valori di velocità delle onde di taglio V_s riscontrati nei vari stati emersi dalle indagini MASW si riporta di seguito i valori delle V_s equivalenti nei primi 30 metri di profondità utili alla definizione della classe di amplificazione.

MASW_01

$V_{seq} = 408$ m/sec al piano campagna

MASW_02

$V_{seq} = 399$ m/sec al piano campagna

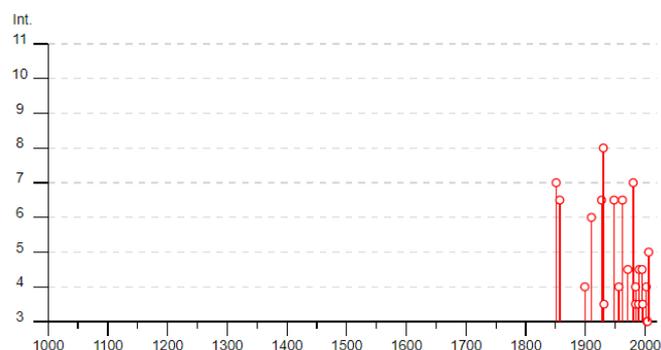
Da tali valori di V_{seq} si può classificare l'area di studio come:

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

La presente stratigrafia unitamente alla carta geologica costituisce il modello geologico di riferimento.

9. Pericolosità sismica di base

I terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area d'indagine dal 1000 in poi si possono osservare dalla tabella appresso riportata, dove l'intensità è da riferirsi alla scala Mercalli Modificata che è basata sull'osservazione degli effetti superficiali causati da un terremoto.



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
6-7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
NF	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
NF	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
NF	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
4	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno	32	6	4.57
2	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
6	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
6-7	1927	12	27	08	49		Deliceto	2	5-6	4.40
8	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
3-4	1931	05	10	10	48	55	Irpinia	43	5-6	4.64
6-7	1948	08	18	21	12	20	Gargano	58	7-8	5.55
4	1956	09	22	03	19	39	Gargano	57	6	4.64
6-7	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4-5	1971	05	06	03	45	05	Irpinia	68	6	4.83
NF	1977	07	24	09	55	29	Irpinia	85	5-6	4.37
7	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
3-4	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
3-4	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
2	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1992	11	05	13	34	2	Gargano	32	5	4.34
4-5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
3-4	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
2	1998	04	07	21	36	0	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
NF	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
3	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Bovino	43	5
Sant'Agata di Puglia	21	8
Accadia	34	8
Panni	16	9

Figura 5 – Storia sismica del Comune di Deliceto tratta dal Database Macrosismico Italiano redatto dall'INGV

Con l'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 allegato 1 e successive modifiche, il territorio di Deliceto viene classificato come Zona sismica 1 con $ag > 0,25$. Di seguito viene riportato il record attinente al

Comune di Deliceto (Elenco dei Comuni ad elevato rischio sismico ai sensi dell'art. 12 della Legge 27.12.1997, n. 449) contenuto nell'Ordinanza del P.C.M. del 12-06-1998 "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio Nazionale".

Codice ISTAT	Regione	Provincia	Comune	Popolazione residente (1991)	Abitazioni (1991)	Grado di Sismicità	Data di classificazione	Indice di rischio	Intensità massima osservata (MCS)
16071022	PUGLIA	FOGGIA	DELICETO	4304	2205	12	25/03/35	0.1359	9

Tab.1 – Comune di Deliceto

L'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", nell'Allegato 1B "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", riporta in carta, per territorio nazionale, la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s). In tale elaborato l'area di sedime è compresa nel tratto di territorio comunale di Deliceto ricadente nella fascia di accelerazione: $0,175 < a_{max} < 0,200$.

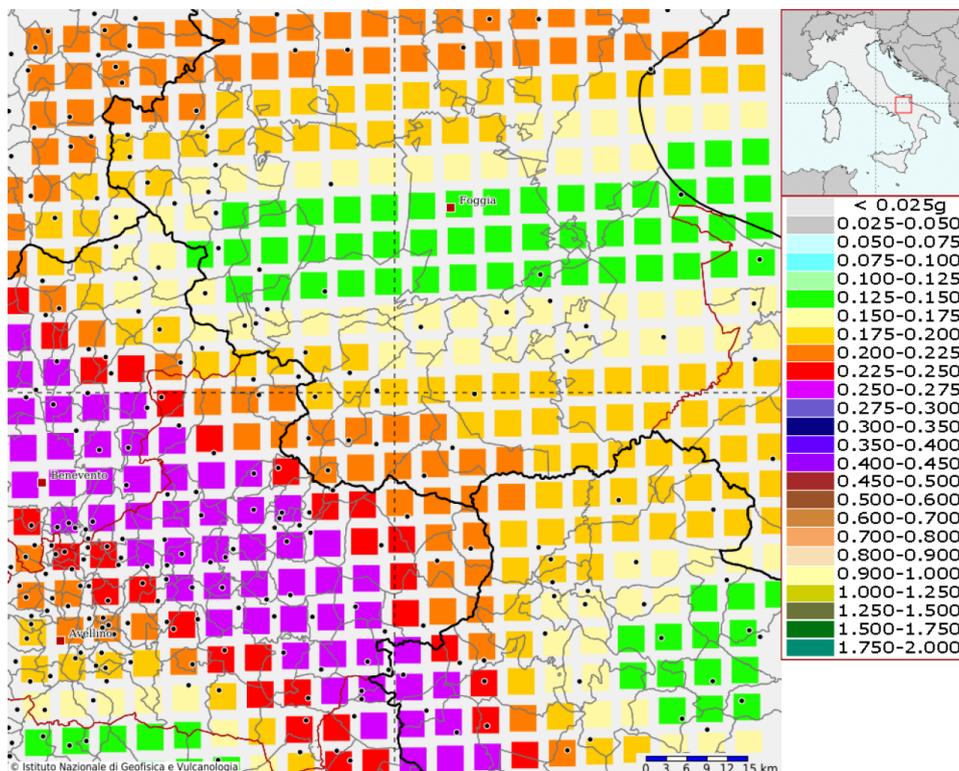


Figura 10. Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004) Informazioni sul nodo con ID: 31442 - Latitudine: 41.219 - Longitudine: 15.418

Il D.M. del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le costruzioni", nell'Allegato B: "Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica", fornisce, per 10.751 punti del reticolo di

riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno TR (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni), i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC.

Per l'area di studio (ED50: Lat 41.250041 - Lng 15.458970) i parametri che definiscono l'azione sismica sono i seguenti:

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T^*c [s]
Operatività (SLO)	30	0,048	2,427	0,290
Danno (SLD)	50	0,060	2,559	0,319
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,181	2,483	0,415
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,251	2,441	0,424

Dove: a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T^*c il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

10. Conclusioni

A seguito degli studi svolti è stato possibile ottenere un quadro sufficientemente chiaro dell'area di progetto, i cui risultati sono sintetizzati nei seguenti punti:

- Per quanto concerne le norme tecniche di attuazione del Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (PAI), emanate dall'Autorità di Bacino della Puglia, risulta che il settore sud dell'area impianto, l'area SET e l'elettrodotto ricadono in aree contrassegnate come aree a pericolosità geomorfologica media e moderata PG1. A tal proposito, lo studio effettuato ha potuto rimarcare che le pendenze nelle aree su cui verrà realizzato l'impianto e coperte da area a PG1 superano raramente i 10°; Le strutture non alterano l'equilibrio idrogeologico di circolazione idrica superficiale ne sotterranea e non costituiscono barriere impermeabili tra la superficie aria-suolo o tra i settori di monte e i settori di valle; La loro realizzazione non comporterà variazioni del profilo topografico dei versanti, lasciando intatto l'attuale assetto geomorfologico dell'area.

Non sussistono altri vincoli e misure di salvaguardia relative a perimetrazioni di aree a differente livello di pericolosità, vulnerabilità e rischio frana/idraulico.

- Non sono stati rilevati particolari fenomeni di dissesto in atto o potenziali all'interno dell'area tali da compromettere la realizzazione dell'opera di progetto, tuttavia, particolare attenzione andrà posta nelle aree contermini al principale fosso di scolo delle acque, dove si sono osservati fenomeni di dissesto idrogeologico, seppur

localizzati. In tali aree è raccomandabile mantenere una distanza di sicurezza o agire stabilizzando gli argini, anche tramite opere di ingegneria naturalistica.

- La stratigrafia dei terreni affioranti nell'area è caratterizzata da depositi di età Pleistocenica costituiti da silt argillosi e marne siltose con all'interno ciottoli eterometrici subarrotondati siltsostenuti e locali lenti e livelli di ghiaie sabbiose. Il grado di consistenza aumenta con la profondità;
- Tramite le indagini in situ eseguite si sono determinate le caratteristiche geolitologiche, geomeccaniche e sismiche dei terreni di sedime, con il quale è stato determinato il modello geologico di riferimento da utilizzare per le verifiche progettuali statiche e dinamiche;
- Dall'analisi delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche, topografiche, sismiche il terreno in progetto viene definito con categoria di sottosuolo B e categoria topografica T1;

In virtù delle informazioni oggi acquisite e secondo il modello geologico di riferimento, si può affermare che il sito in esame risulta essere idoneo alle finalità progettuali.

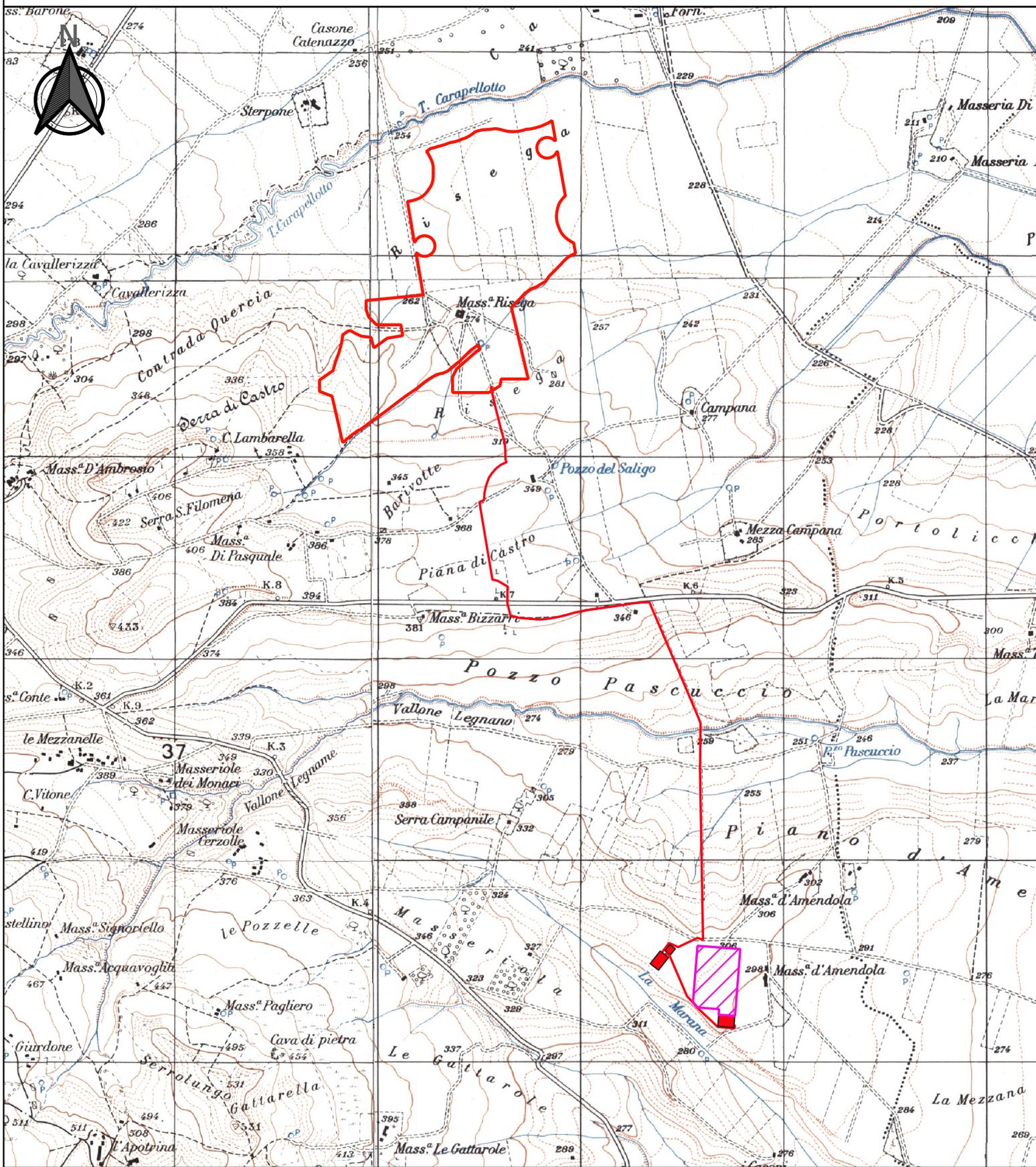
Dr. Geol. Emanuele Bonanno PhD

Ordine dei Geologi della Calabria n° 1275

11. Allegati

- Stralcio Carta Topografica IGM, scala 1:25.000;
- Stralcio Carta Tecnica Regionale – Area impianto, scala 1:5.000;
- Stralcio Carta Tecnica Regionale – Area SET, scala 1:5.000;
- Carta ubicazione indagini geognostiche, scala 1:5.000;
- Sezione Litotecnica di riferimento, scala 1:100.

STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA IGM



Scala 1:25.000

0 500 1000 m

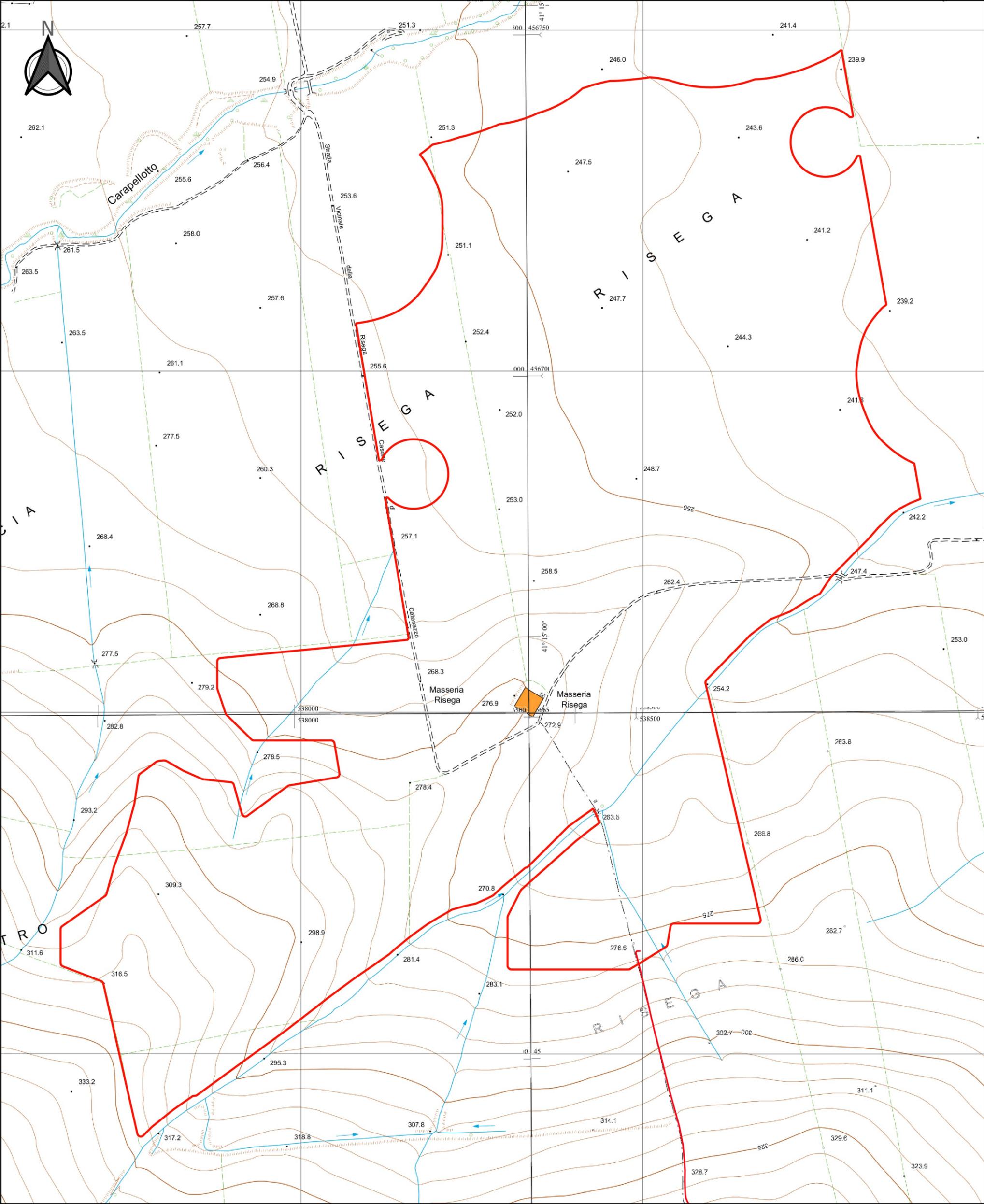


IMPIANTO

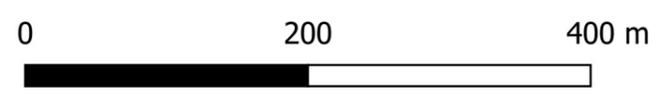
-  perimetro impianto
-  Cavidotto
-  Opere in area SET
-  SE Terna esistente

STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE - AREA IMPIANTO

Scala 1:5.000

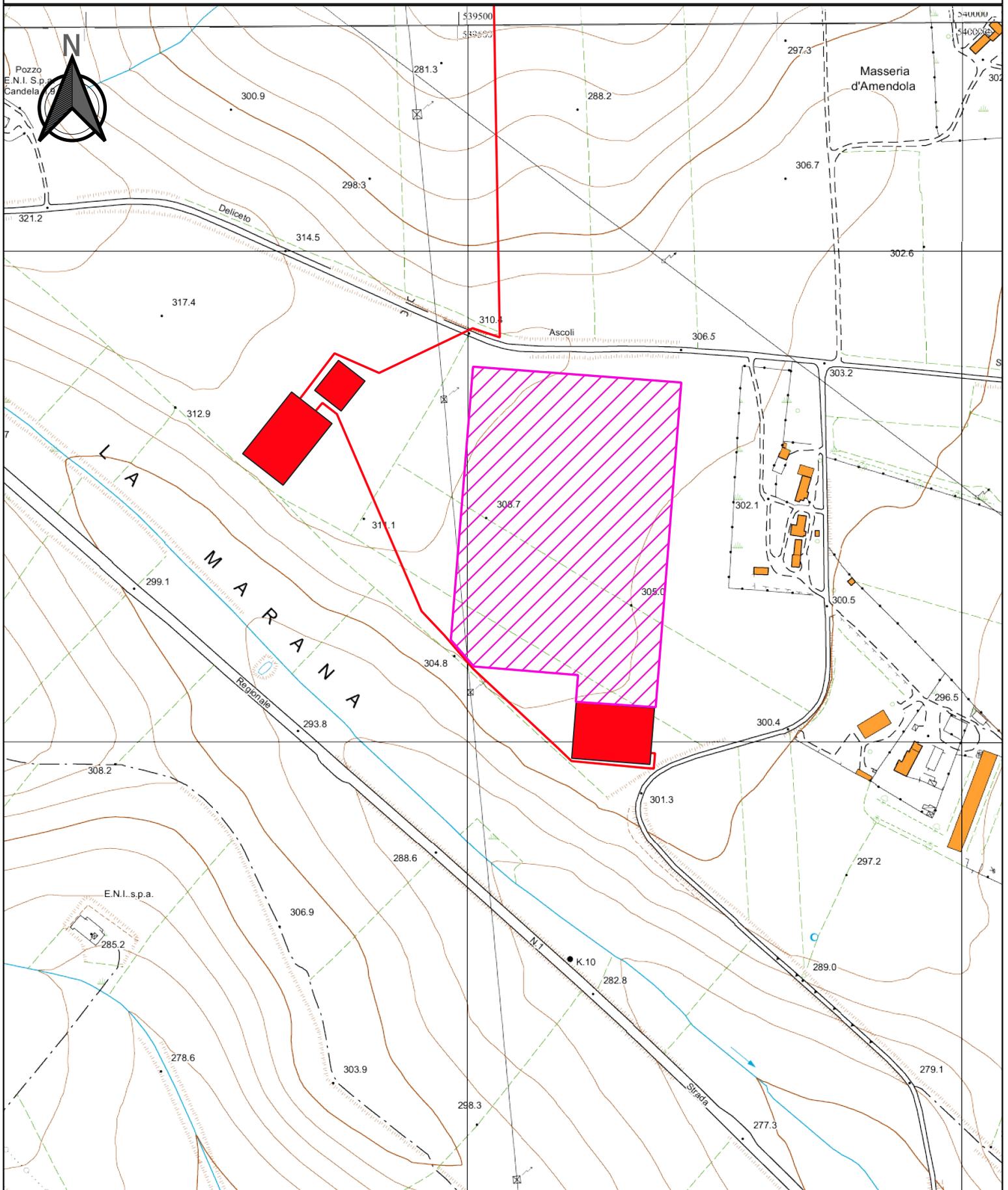


 perimetro impianto



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE - AREA SET

Scala 1:5.000



IMPIANTO

-  Opere in area SET
-  Cavidotto
-  SE Terna esistente

0 200 400 m



CARTA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

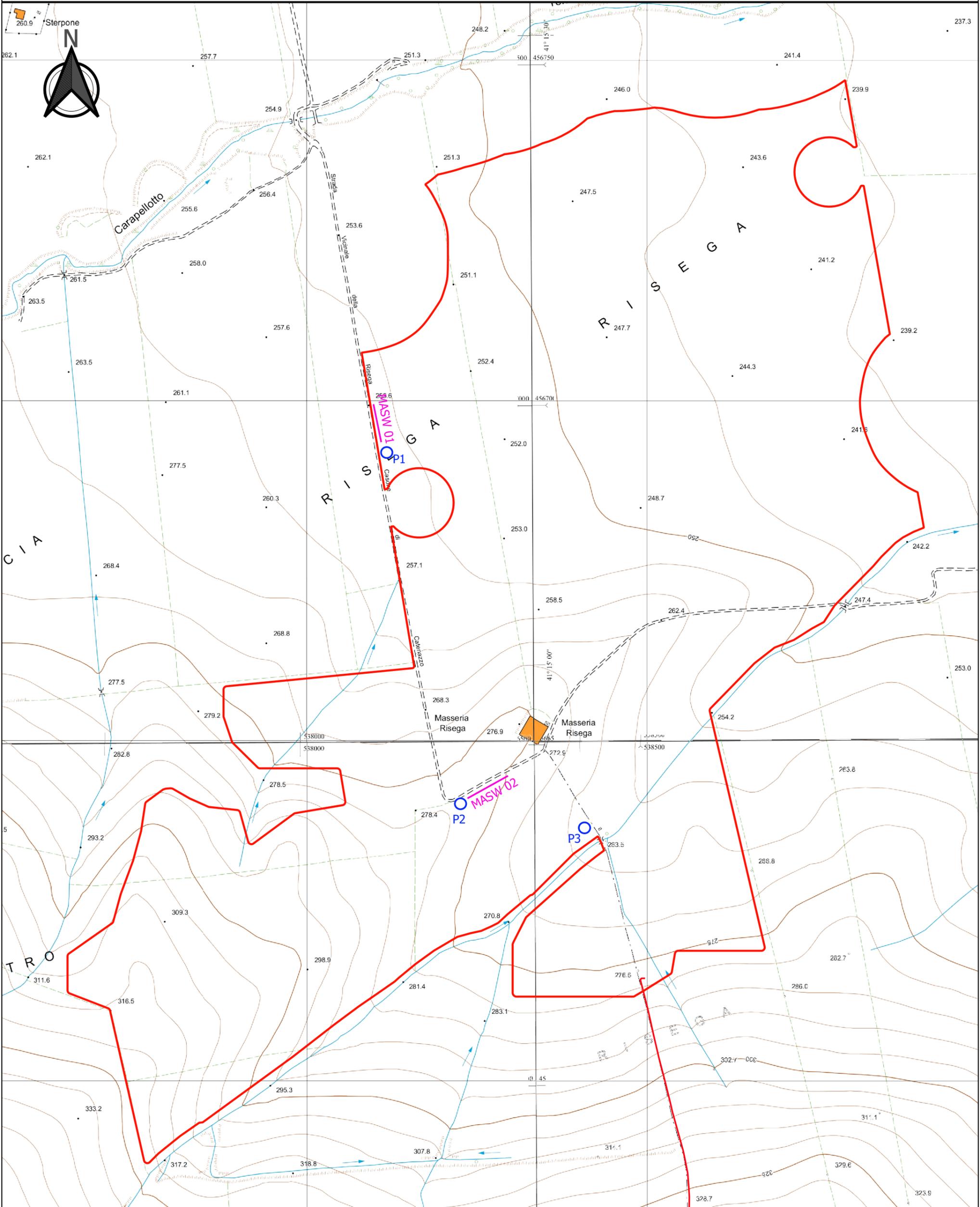
MASW

Stendimento sismico MASW e tomografia sismica



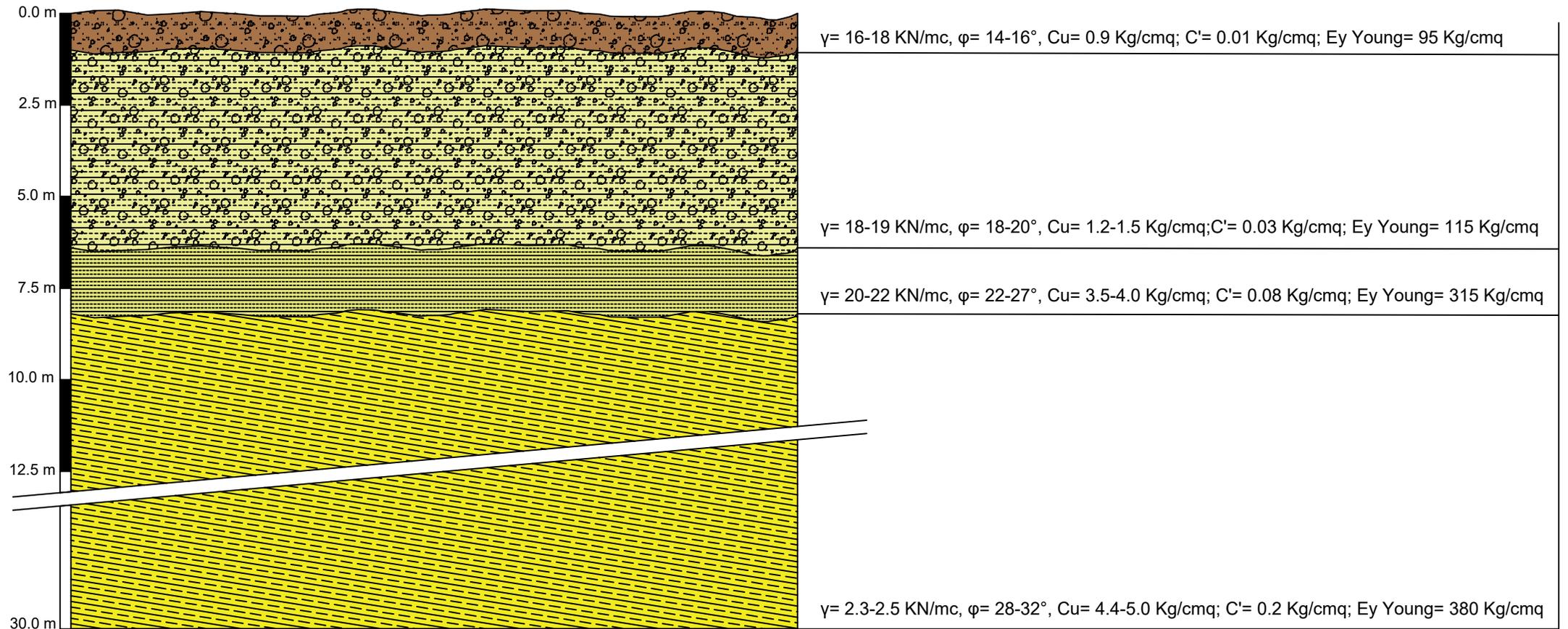
Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH

0 100 200 m



SEZIONE LITOTECNICA DI RIFERIMENTO

Scala 1:100



Report indagini geognostiche

CERTIFICATI PROVE IN SITO

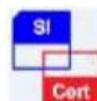


Available versions		
DP Only	CPT Only	DP + CPT
■ DPSH = DPH =	■ 200kN =	■ DPSH + 200 kN = DPH + 200 kN = DPM + 200 kN =
Rotary head		

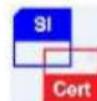
Legend	
■	Standard
=	Optional



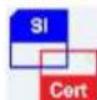
ATT. N. 7918/63/01



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: RINNOVABILI SUD TRE S.R.L.

OGGETTO: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

LOCALITA': DELICETO (FG) località RISEGA

CODICE DOCUMENTO : CPS 236/21 DPSH

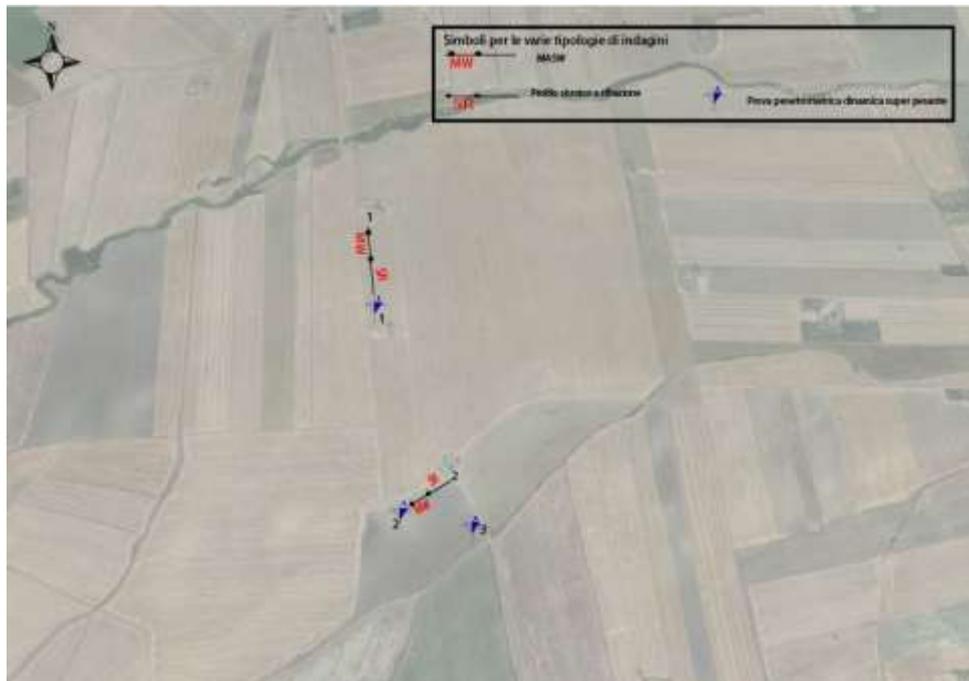
SPERIMENTATORE	DIRETTORE TECNICO	REV. 0
DOTT. ANTONINO CARUSO	DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE	DATA MAGGIO 2021

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 3 PROVA PENETROMETRICA DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **MAGGIO 2021** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **DELICETO (FG)** UNA PROSPEZIONE GEOTECNICA IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DI **RINNOVABILI SUD TRE S.R.L.**, IN RELAZIONE ALLA PRATICA EDILE DENOMINATA **“PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI”**.

IL FASCICOLO, COSTITUITO DA N. PAG. 13, E' RILASCIATO IN TRIPLICE COPIA IN ORIGINALE.



PROVA N.1

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

Prova eseguita in data

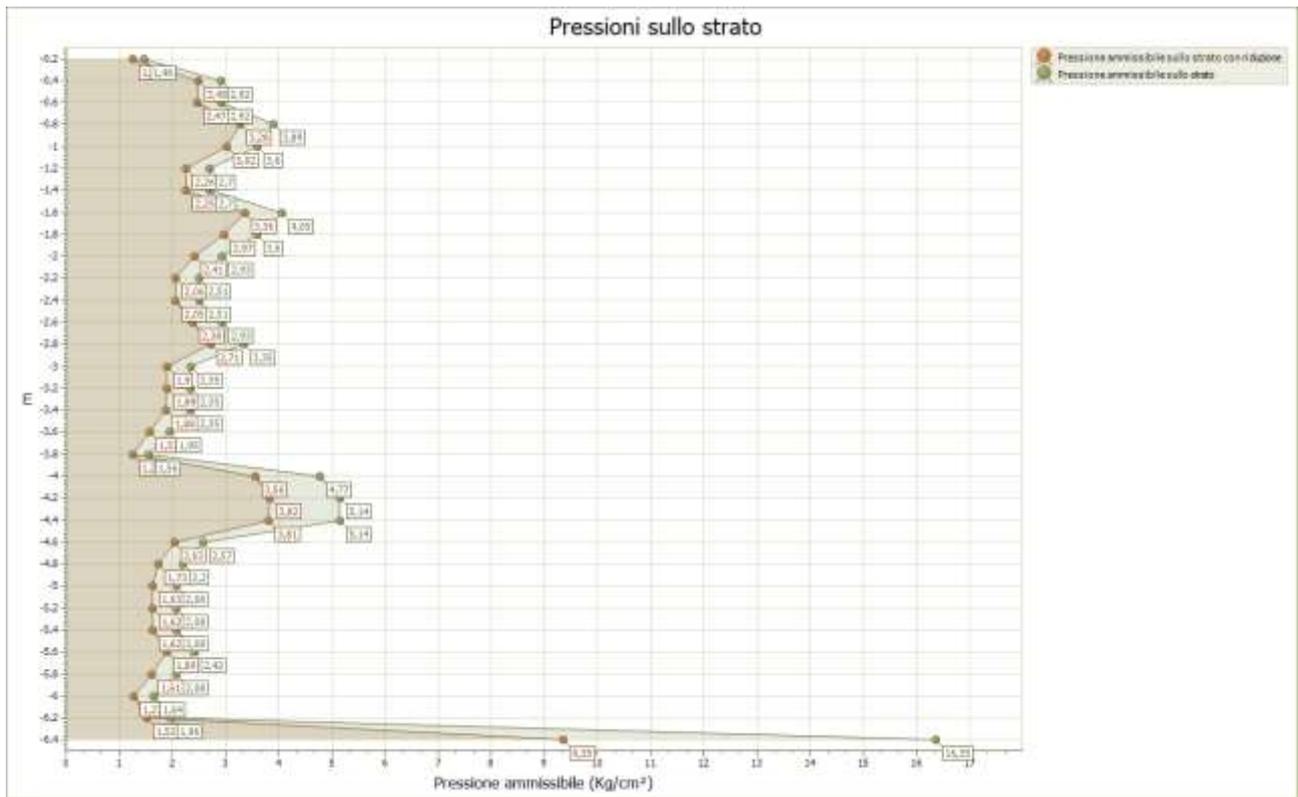
Profondità prova

6,40 mt

Falda non rilevata

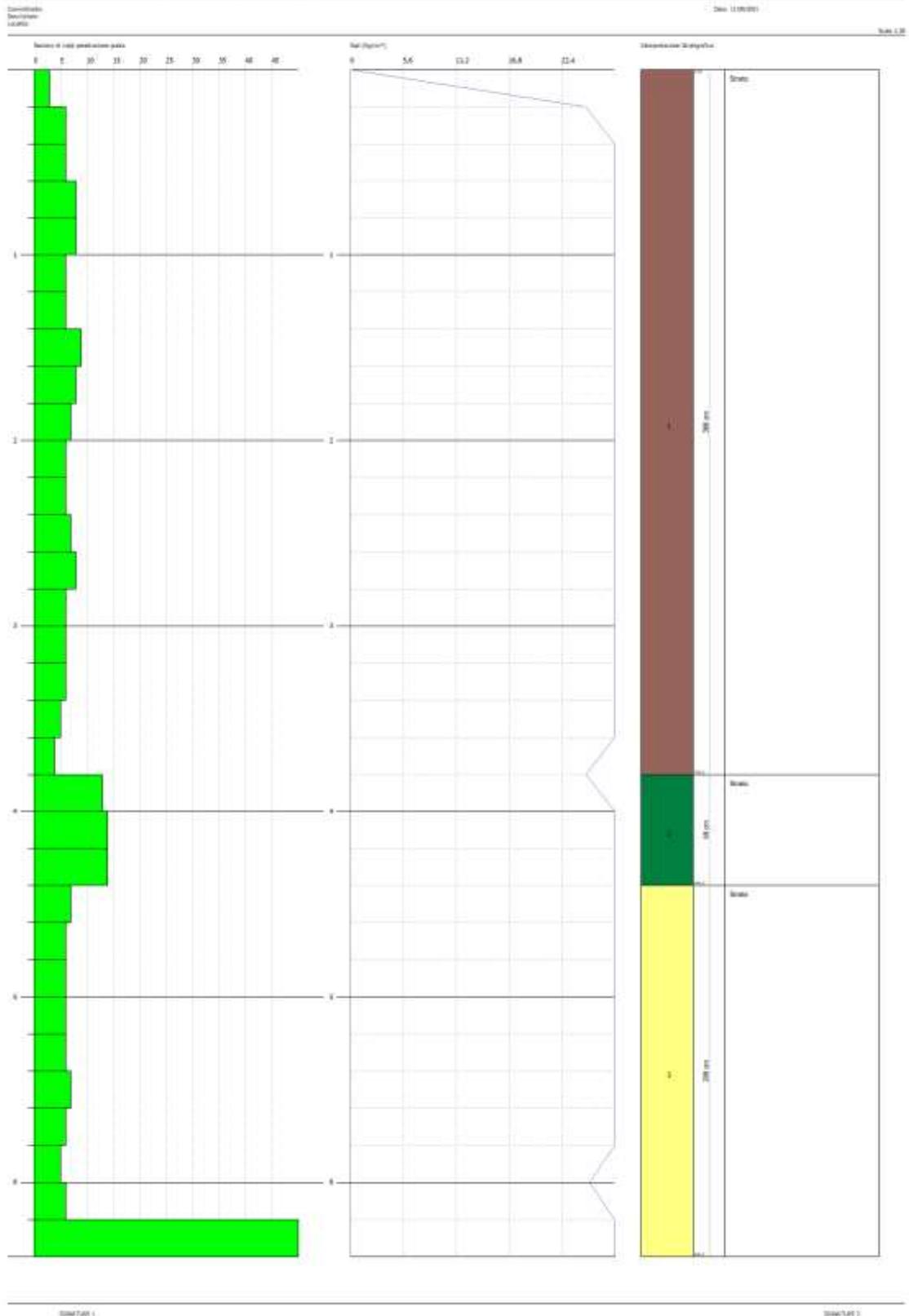
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	8	0,840	60,39	71,92	3,02	3,60
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	9	0,830	67,12	80,91	3,36	4,05
1,80	8	0,826	59,43	71,92	2,97	3,60
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	6	0,817	41,00	50,18	2,05	2,51
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	13	0,746	71,19	95,42	3,56	4,77
4,20	14	0,744	76,43	102,76	3,82	5,14
4,40	14	0,741	76,19	102,76	3,81	5,14
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
5,20	6	0,783	32,50	41,50	1,62	2,08
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	5	0,775	25,36	32,70	1,27	1,64
6,20	6	0,774	30,36	39,24	1,52	1,96
6,40	50	0,572	187,05	327,01	9,35	16,35



GEOSTRU
CHANGES FROM PREFERENCES OPTIONS
COMPANY

PROVA PERMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPHH (Dynamic Probing Super Heavy)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.2

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

Prova eseguita in data

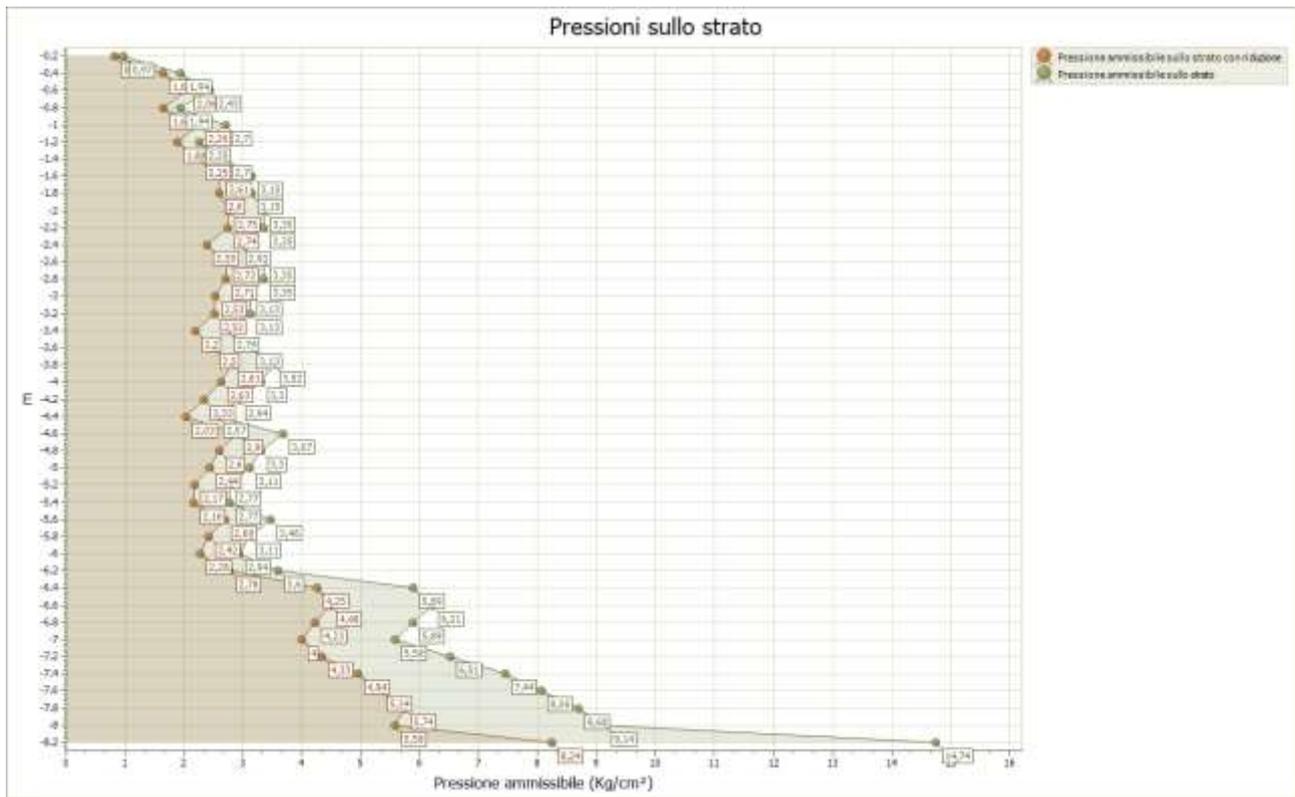
Profondità prova

8,20 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	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	5	0,847	41,16	48,59	2,06	2,43
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	7	0,830	52,20	62,93	2,61	3,15
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	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	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
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	9	0,798	56,18	70,37	2,81	3,52
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	9	0,787	52,00	66,06	2,60	3,30
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	10	0,779	53,89	69,17	2,69	3,46
5,80	9	0,777	48,39	62,25	2,42	3,11
6,00	9	0,775	45,65	58,86	2,28	2,94
6,20	11	0,774	55,66	71,94	2,78	3,60
6,40	18	0,722	85,00	117,72	4,25	5,89
6,60	19	0,720	89,51	124,26	4,48	6,21
6,80	18	0,719	84,61	117,72	4,23	5,89
7,00	18	0,717	80,06	111,64	4,00	5,58
7,20	21	0,666	86,70	130,25	4,33	6,51
7,40	24	0,664	98,86	148,85	4,94	7,44
7,60	26	0,663	106,87	161,26	5,34	8,06
7,80	28	0,661	114,84	173,66	5,74	8,68
8,00	31	0,610	111,50	182,82	5,58	9,14
8,20	50	0,559	164,70	294,87	8,24	14,74



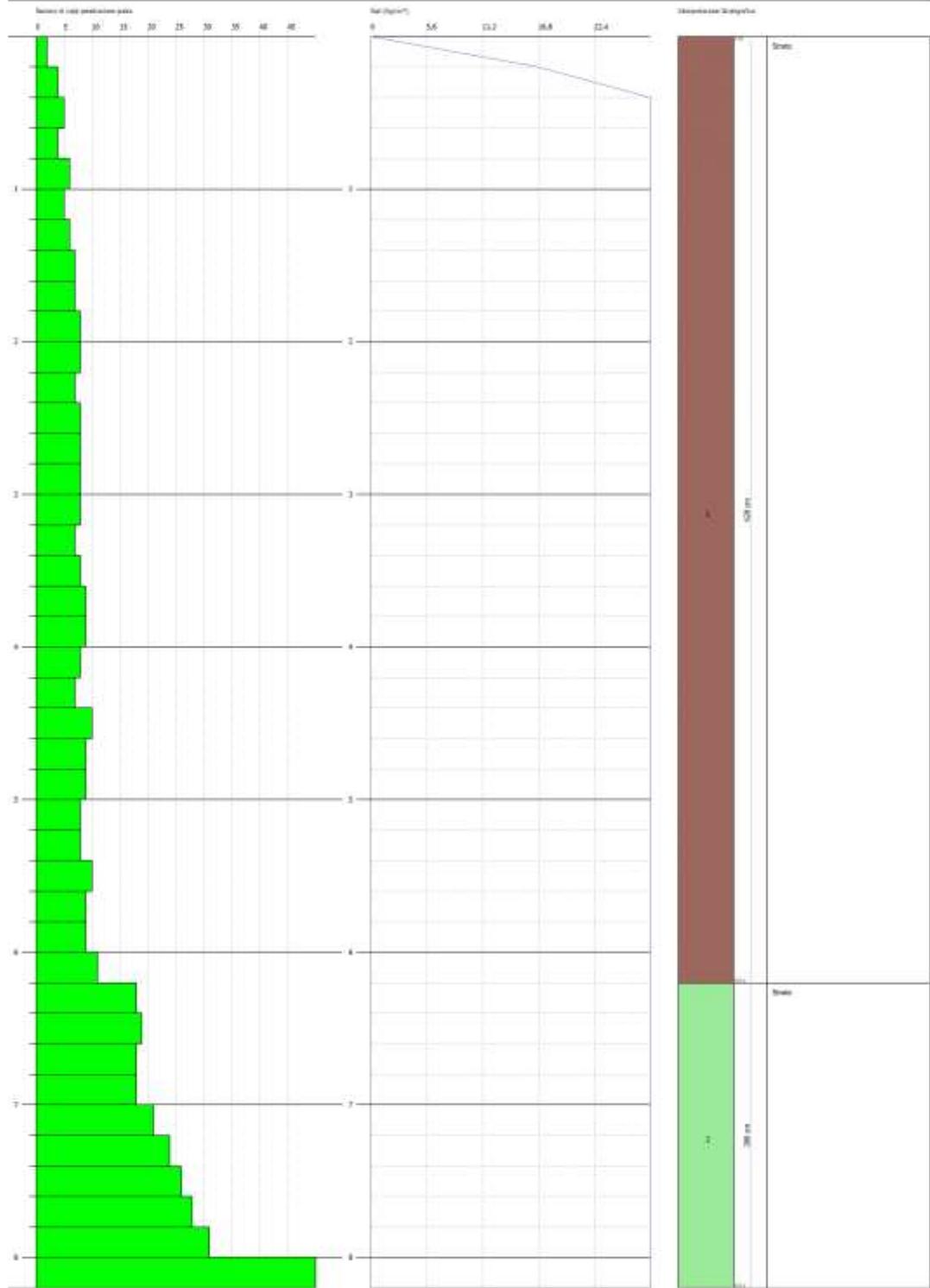
GEOSTRU
CHANGES FROM PREFERENCES OPTIONS
COMPANY

PROVA PERMETRIMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPHH (Dynamic Probing Super Heavy)

Identificativo:
Descrizione:
CANTIERE

Data: 12/09/2011

Scala: 1:20



DATA FILE 1

DATA FILE 2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.3

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

Prova eseguita in data

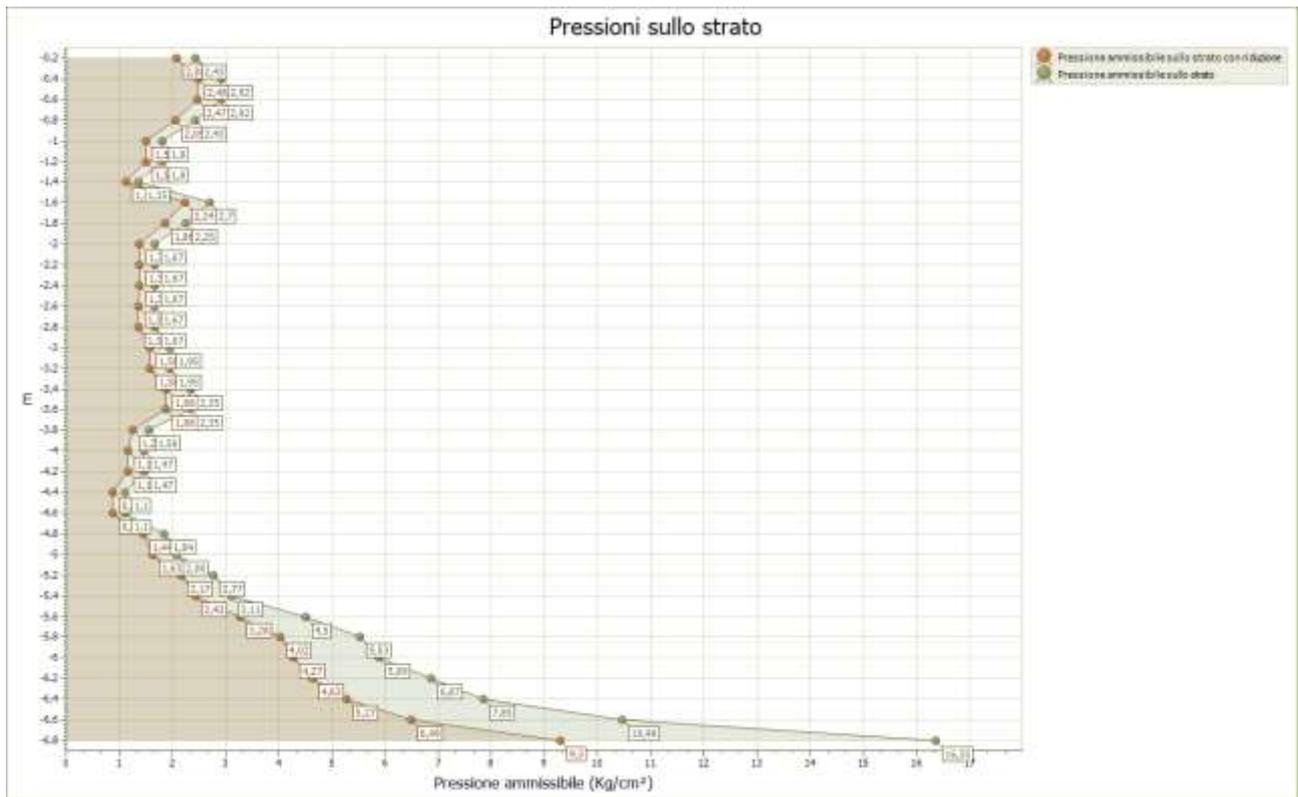
Profondità prova

6,80 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	5	0,855	41,53	48,59	2,08	2,43
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	3	0,833	22,46	26,97	1,12	1,35
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	4	0,820	27,44	33,45	1,37	1,67
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	4	0,814	27,24	33,45	1,36	1,67
2,80	4	0,811	27,14	33,45	1,36	1,67
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	6	0,801	37,57	46,91	1,88	2,35
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	4	0,796	23,37	29,36	1,17	1,47
4,20	4	0,794	23,30	29,36	1,17	1,47
4,40	3	0,791	17,43	22,02	0,87	1,10
4,60	3	0,789	17,38	22,02	0,87	1,10
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
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	13	0,729	65,57	89,92	3,28	4,50
5,80	16	0,727	80,49	110,67	4,02	5,53
6,00	18	0,725	85,41	117,72	4,27	5,89
6,20	21	0,674	92,53	137,34	4,63	6,87
6,40	24	0,672	105,48	156,96	5,27	7,85
6,60	32	0,620	129,83	209,29	6,49	10,46
6,80	50	0,569	185,98	327,01	9,30	16,35



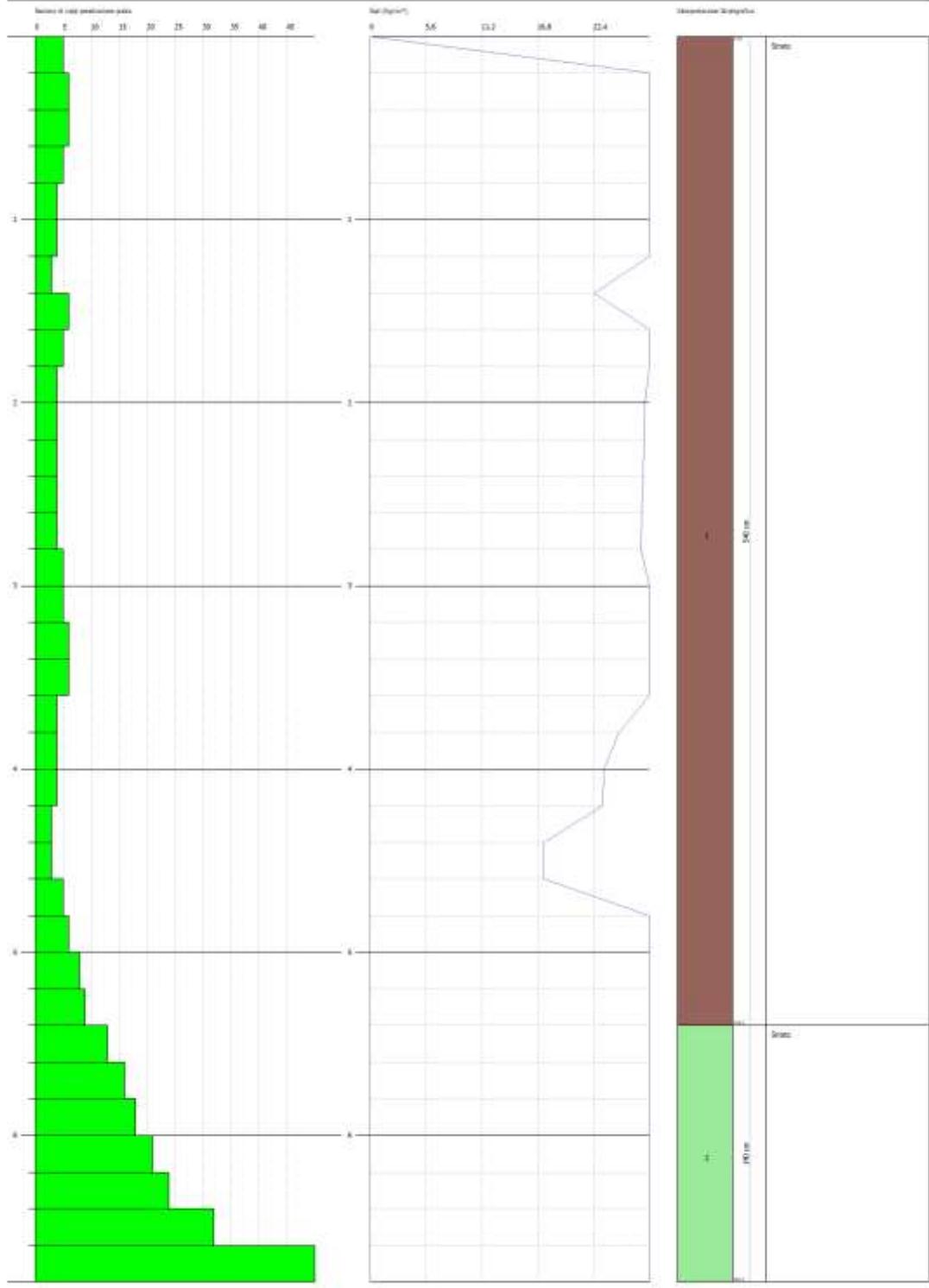
GEOSTRU
CHANGES FROM PREFERENCES OPTING
CONFRAT

PROVA PERITROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPHH (Dynamic Probing Super Heavy)

Identificativo:
Descrizione:
CANTIERE

Data: 12/09/2011

Scala: 1:20



DISegnato

DISegnato

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente di spinta (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 3,80	9	Coesivo	1,20	1,95	2,14	14-16	0,75-0,72	119,63	95,70	19,14
2	DA METRI 3,80 A METRI 4,40	20	Coesivo	2,57	2,10	2,11	16-18	0,72-0,69	205,60	205,60	41,12
3	DA METRI 4,40 A METRI 6,40	16	Coesivo	1,97	2,07	2,28	18-20	0,69-0,65	157,90	157,90	31,58

PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente di spinta (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 6,20	11	Coesivo	1,44	2,01	2,21	17-20	0,70-0,65	115,40	115,40	23,08
2	DA METRI 6,20 A METRI 8,20	38	Coesivo	4,76	2,42	2,50	22-27	0,62-0,54	380,50	380,50	76,10

PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente di spinta (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 5,40	7	Coesivo	0,92	1,87	1,90	14-16	0,75-0,72	91,75	73,40	14,68
2	DA METRI 5,40 A METRI 6,80	37	Coesivo	4,67	2,38	2,50	22-27	0,62-0,54	373,90	373,90	74,78

ULTIMO STRATO

Spessore dello strato (m)	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente di spinta (K0)	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)
DA METRI 8,20 A METRI 30,00	Coesivo	5,2	2,50	2,60	30-35	0,50-0,42	390,00	392,00

REGIONE PUGLIA



COMUNE di

DELICETO

(Provincia di FOGGIA)



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

Committenza: RINNOVABILI SUD TRE S.R.L.

Località: RISEGA

ALLEGATO SISMICO



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Vincenzo Cortese

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

DATA: MAGGIO 2021

Vincenzo Cortese

Rev. 0

INDICE

1	INTRODUZIONE GENERALE _____	PAG. 02
2	INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE _____	PAG. 03
	2.1 TOMOGRAFIA SISMICA_____	PAG. 03
	2.2 MASW_____	PAG. 06
3	RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO _____	PAG. 09
	3.1 TOMOGRAFIA SISMICA _SS1-SS2 _____	PAG. 09
	3.2 MASW M1-M2_____	PAG. 17
4	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE _____	PAG. 23

1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel comune di Deliceto (FG), dalla ditta “GEOSECURE s.r.l.”, nel mese di MAGGIO 2021, eseguita a servizio della pratica denominata “**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**” per conto di **RINNOVABILI SUD TRE 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 rispettivamente pari a 15,00 MT e 23,00 MT);
- N° 02 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” **M1** e **M2** (di lunghezza rispettivamente pari a 15,00 MT e 23,00 MT).

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

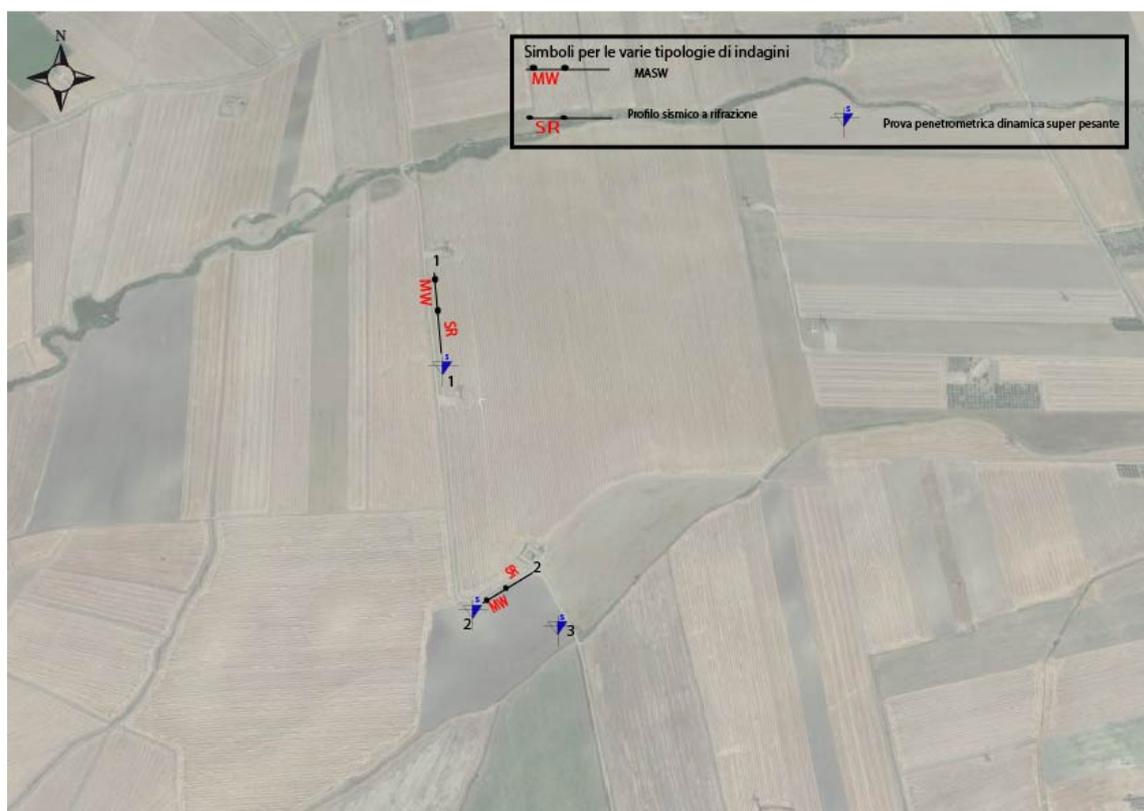


Fig. 1: ubicazione delle indagini geofisiche eseguite nel comune di Deliceto (FG).

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;*
- *24 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 stendimento sismico - DENOMINATI SS1 e SS2** - con l'utilizzo di rispettivamente **n° 16 geofoni e 24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a **1,00 metro** (LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO SS1 = 15,00 MT, LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO SS2 = 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 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 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt

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

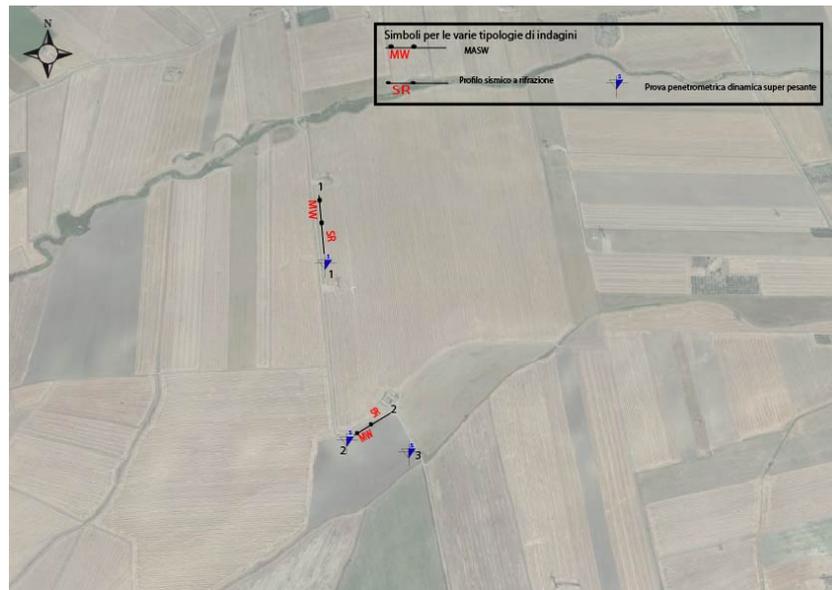


Fig. 4: ubicazione dei profili sismici.

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 primo tra il 4° e il 5° geofono e il secondo tra l'8° e 9° 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.

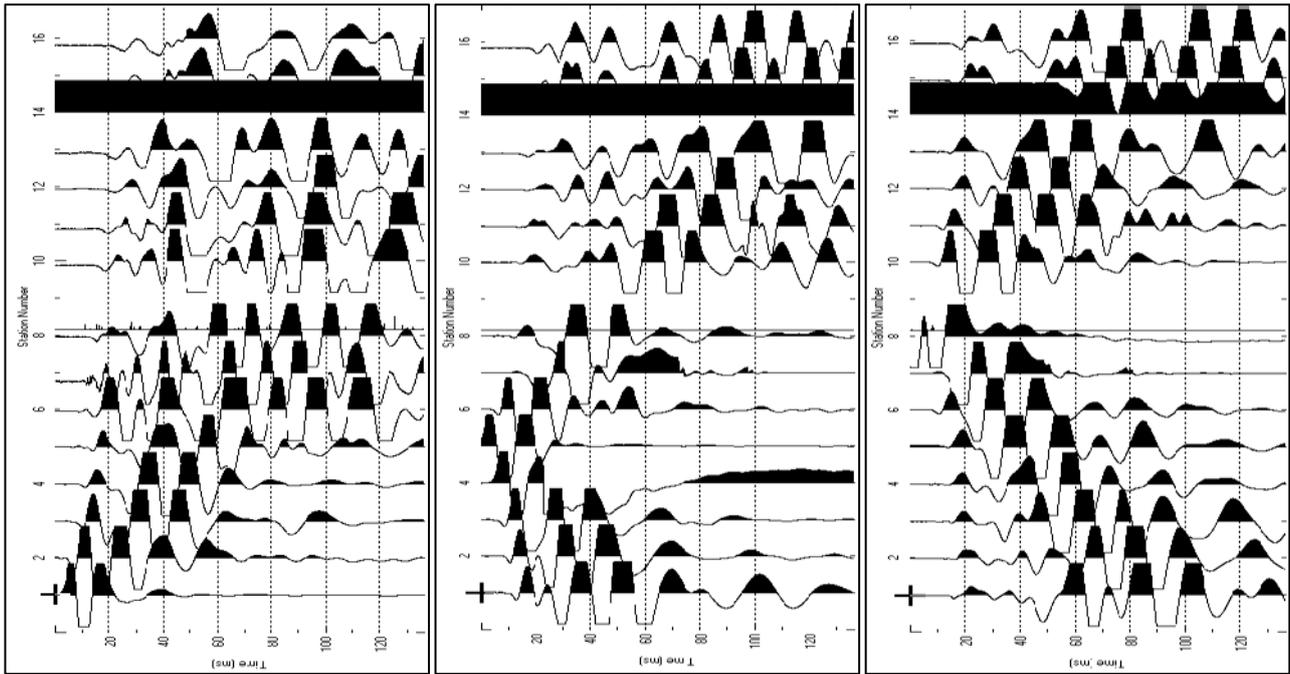


Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS1

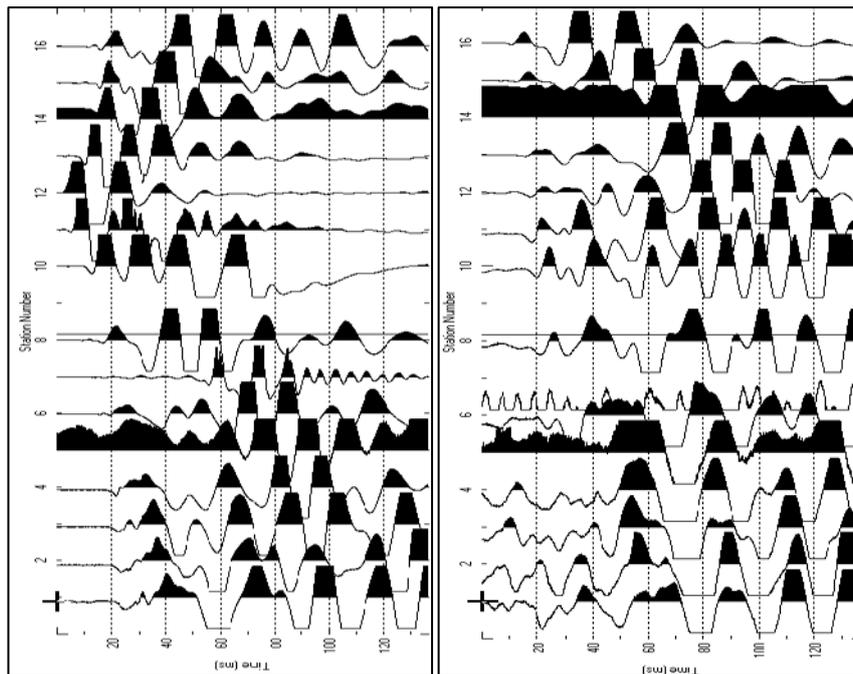


Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS1

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	6.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	2.4	10.933	15.733	17.133	19.267
2.00	3.533	8	14.067	16.6	18.633
3.00	5.133	6.133	11.933	15.067	17.667
4.00	6.533	2.867	9.467	14.267	16.767
5.00	8.133	4.333	8.133	13.6	16.267
6.00	8.933	5.667	5.933	12.067	15.467
7.00	10	6.6	4.133	11.2	14.6
8.00	11.133	7.733	2.533	10.267	13.8
9.00	11.933	8.867	4.133	8.467	12.733
10.00	12.467	9.9	5.933	6.533	11.933
11.00	14.067	10.924	7.2	3.733	10.533
12.00	15.733	12.2	9.345	2.067	9.567
13.00	16.8	13.45	10.4	4.333	8.667
14.00	17.333	14.733	11.67	7.867	6.867
15.00	18.333	15.533	12.6	9.467	4.2
16.00	19.667	16.9	13.733	10.867	2.767

Fig. 7: tabella dei primi arrivi.

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

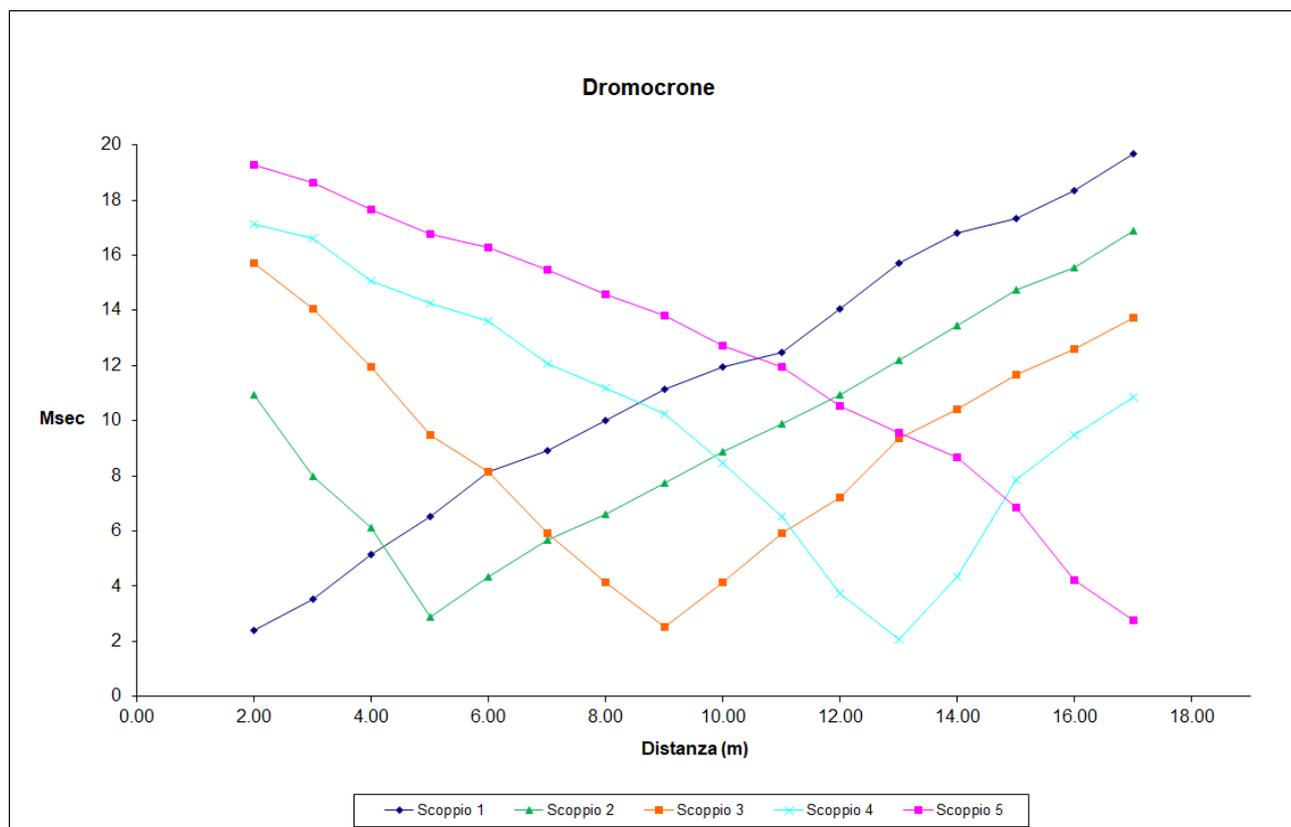


Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi.

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**.

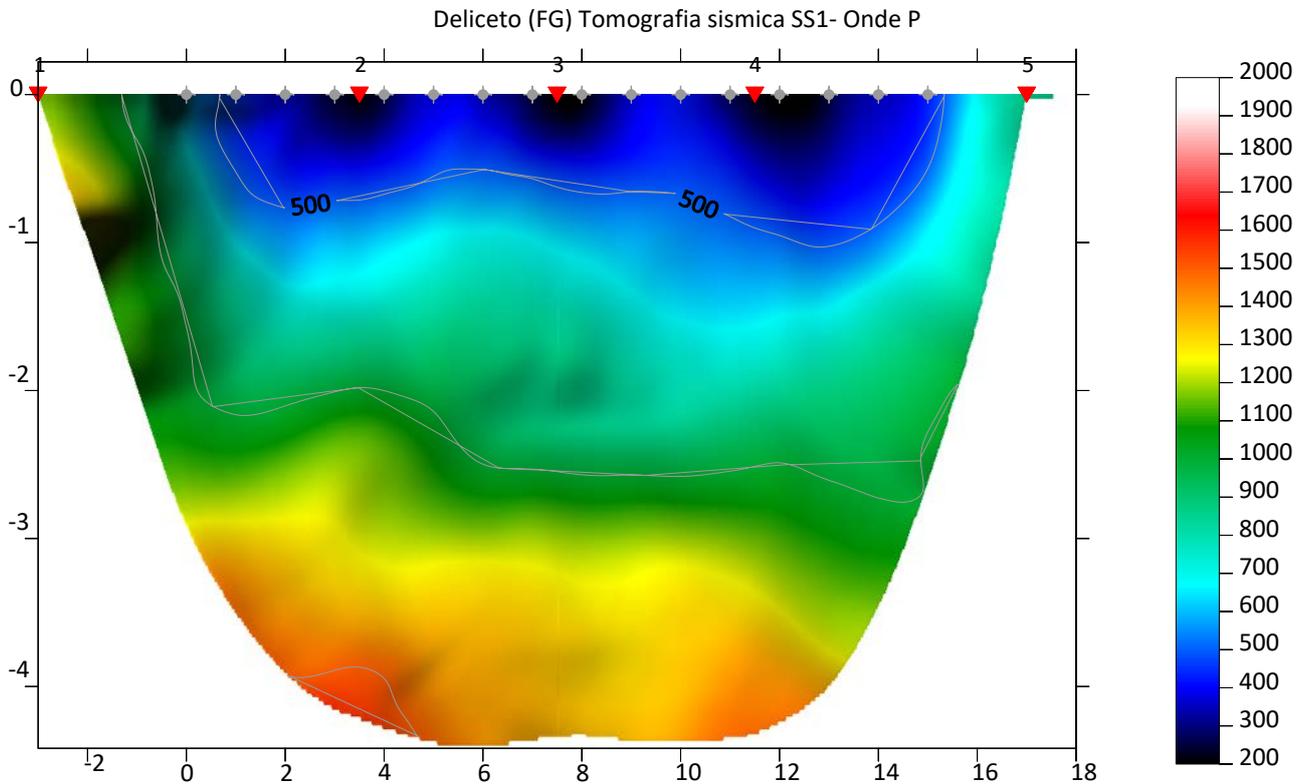


Fig. 9: tomografia sismica. SS1

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

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 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.

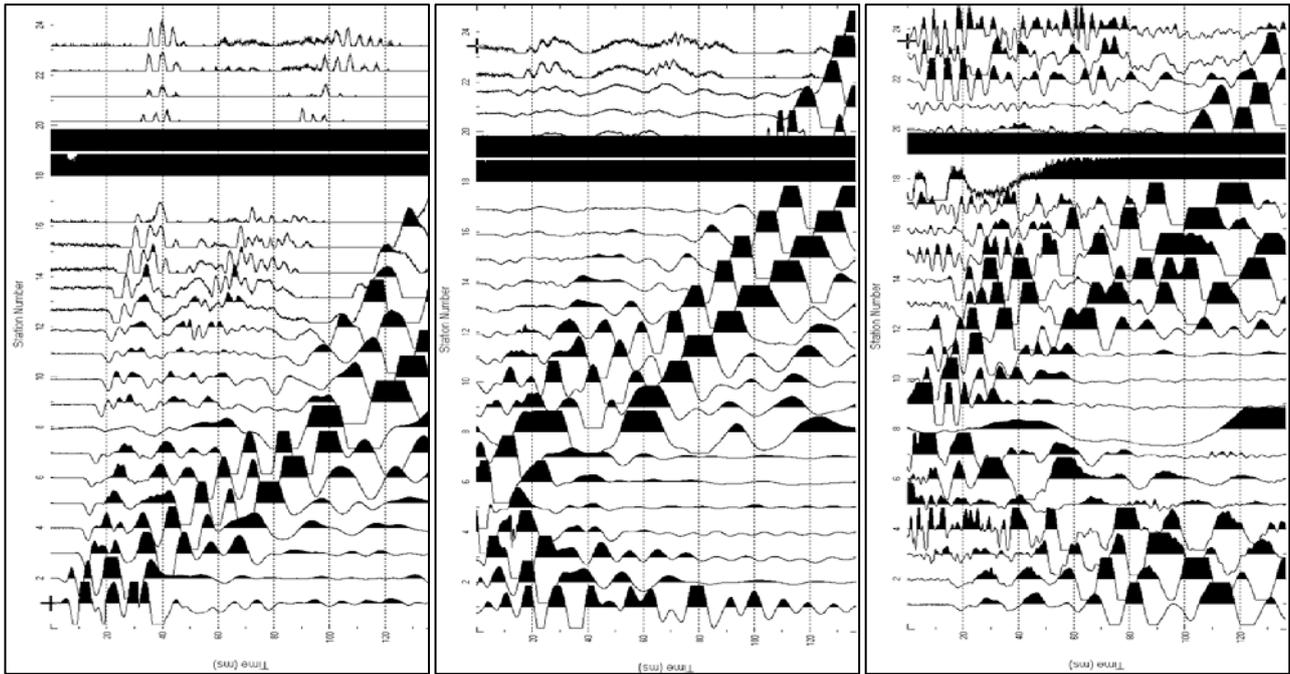


Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS2

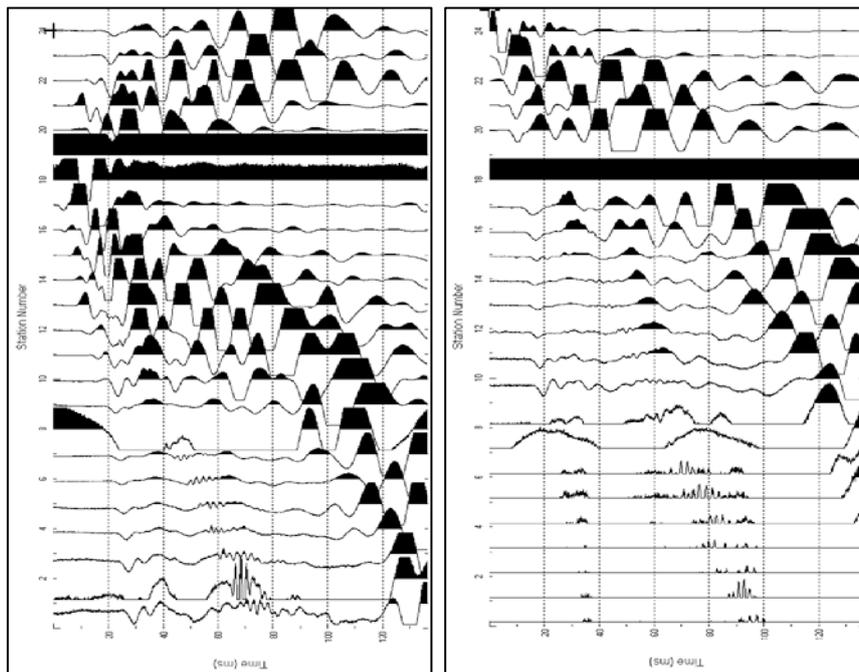


Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2

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	2.733	10.867	14.733	20.2	25.267
2.00	3.333	8.933	13.467	19.6	24.867
3.00	4.867	6.4	12.133	18.067	23.333
4.00	5.4	5.4	11.533	17.43	22.8
5.00	6.533	3.067	10.467	16.933	21.533
6.00	7.867	2.467	9.133	15.4	20.467
7.00	8.4	3.345	8.8	14.867	19.667
8.00	9.467	4.8	7.8	13.267	18.667
9.00	10.733	5.333	6.867	12.733	17.4
10.00	11.267	6.867	5.8	11.467	16.267
11.00	12.4	7.8	3.345	10.4	15.267
12.00	13.667	8.333	1.333	9.6	14.733
13.00	14.467	9.867	2.733	8.533	13.467
14.00	15.8	10.667	3.8	7.933	12.467
15.00	16.333	11.733	5.133	6.867	11.667
16.00	17.467	12.267	6.8	5.067	10.4
17.00	18.8	13.533	7.4	4.23	9.4
18.00	19.867	14.667	8.2	2.667	8.133
19.00	20.8	15.2	9.867	4.867	7.4
20.00	21.067	16.345	10.267	5.667	6.8
21.00	22.333	17.267	11.4	6.933	5.2
22.00	23.4	18.8	12.267	7.567	4.133
23.00	24.933	19.867	13.8	8.4	3.867
24.00	25.733	20.733	14.8	9.933	2.8

Fig. 12: tabella dei primi arrivi.

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

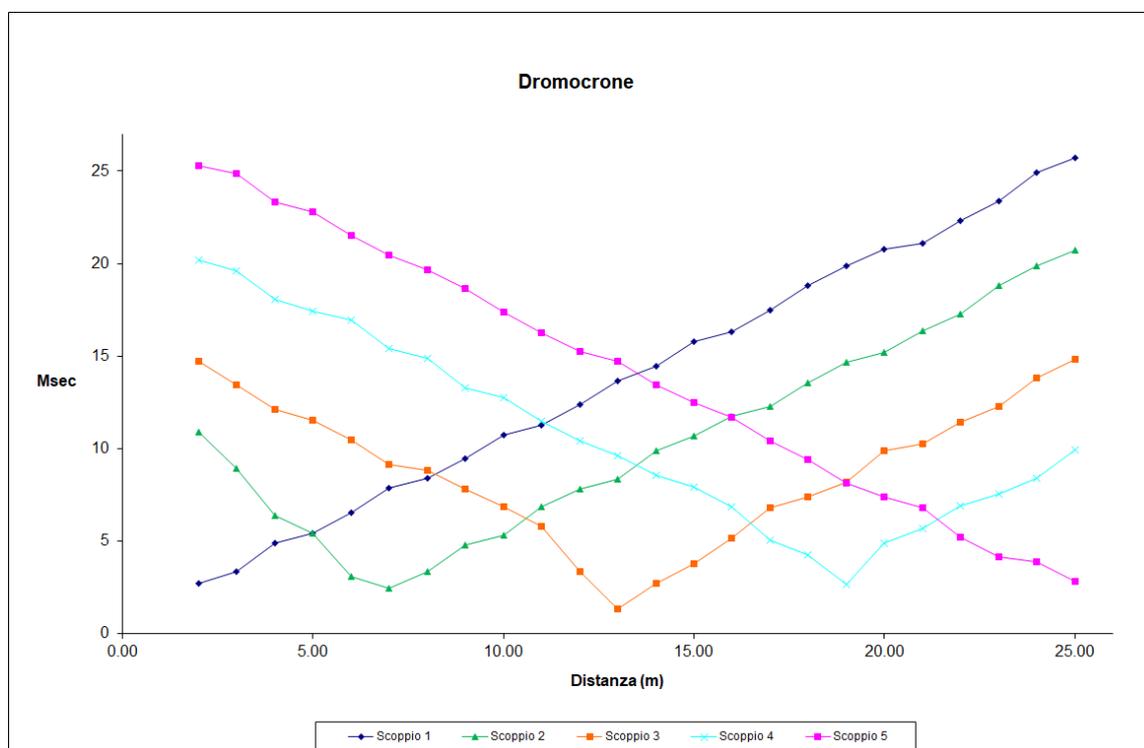


Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi.

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**.

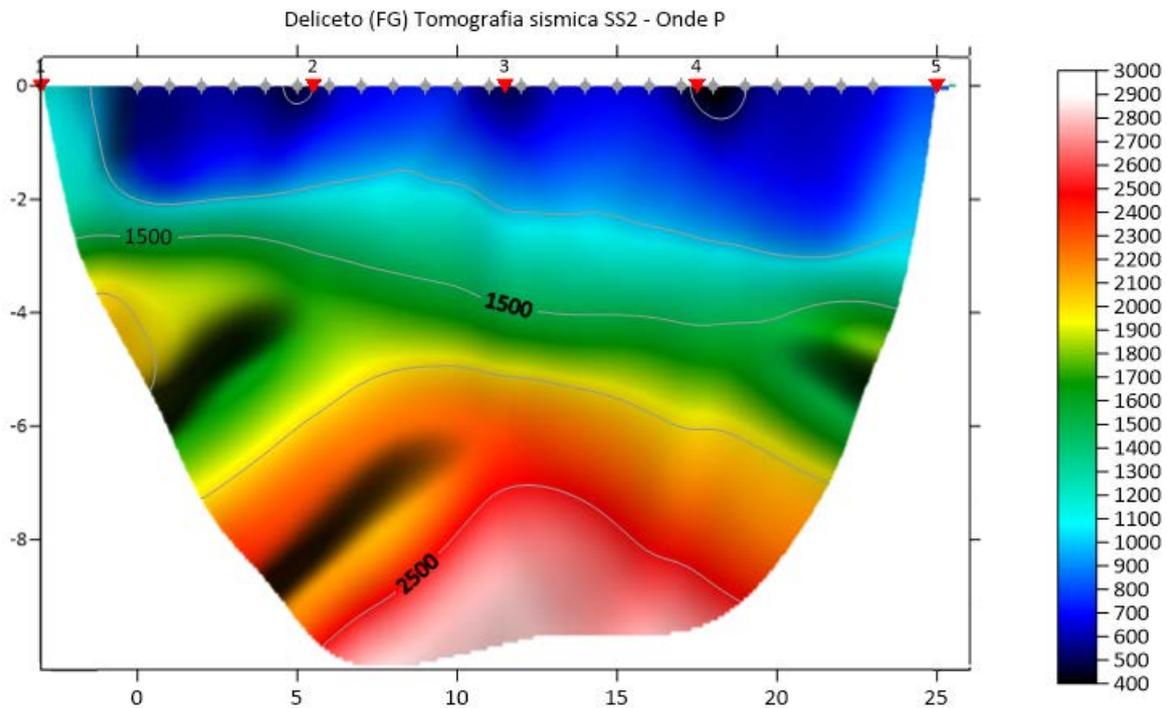


Fig. 14: tomografia sismica. SS1

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. 19** è riportato la tabella di Calcolo di V_{seq} M1.

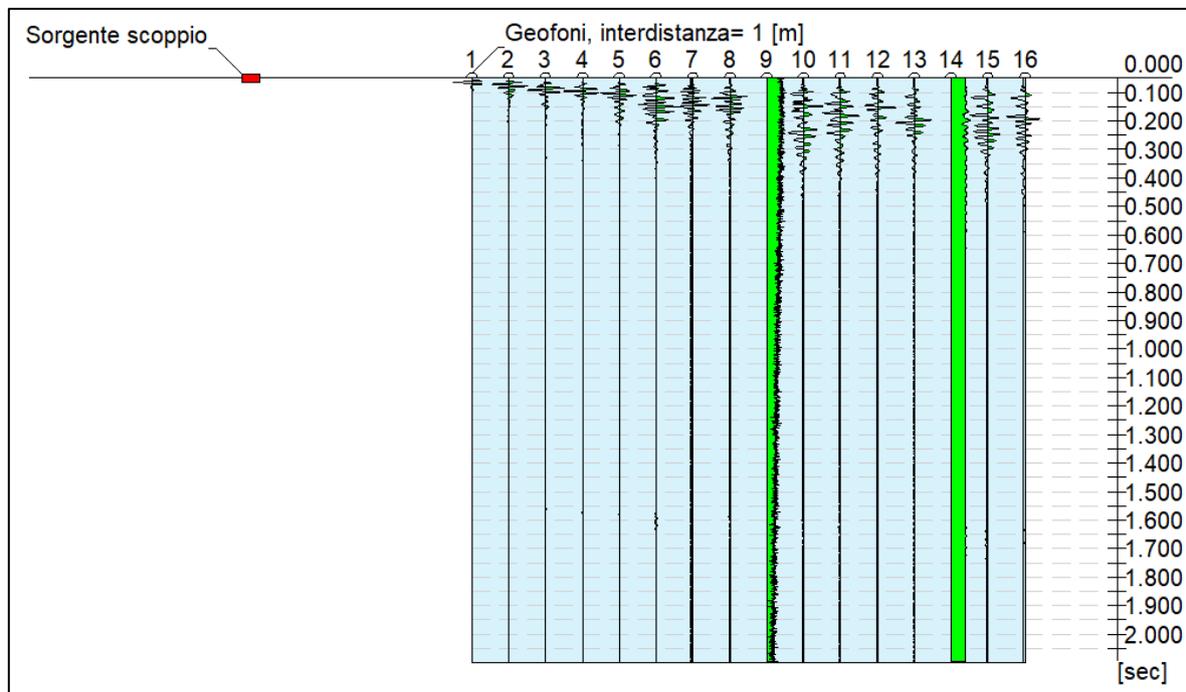


Fig.15: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1

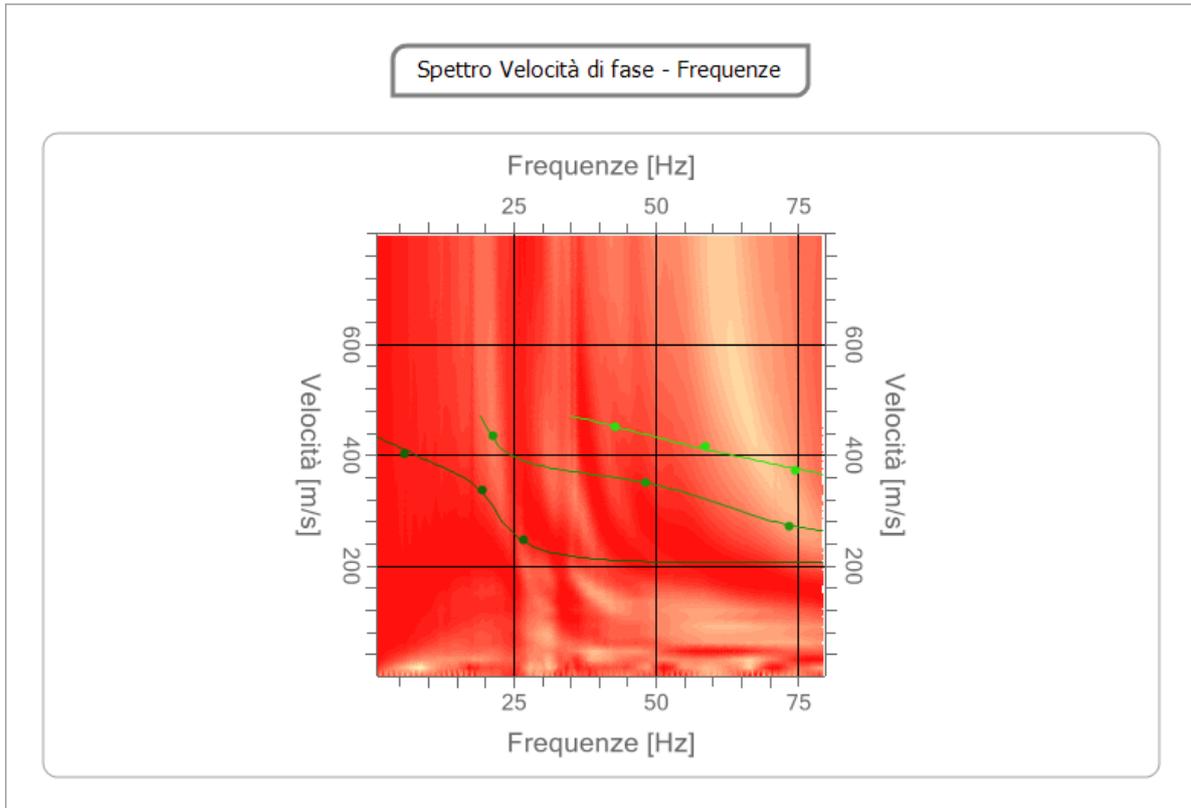


Fig. 16: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M1

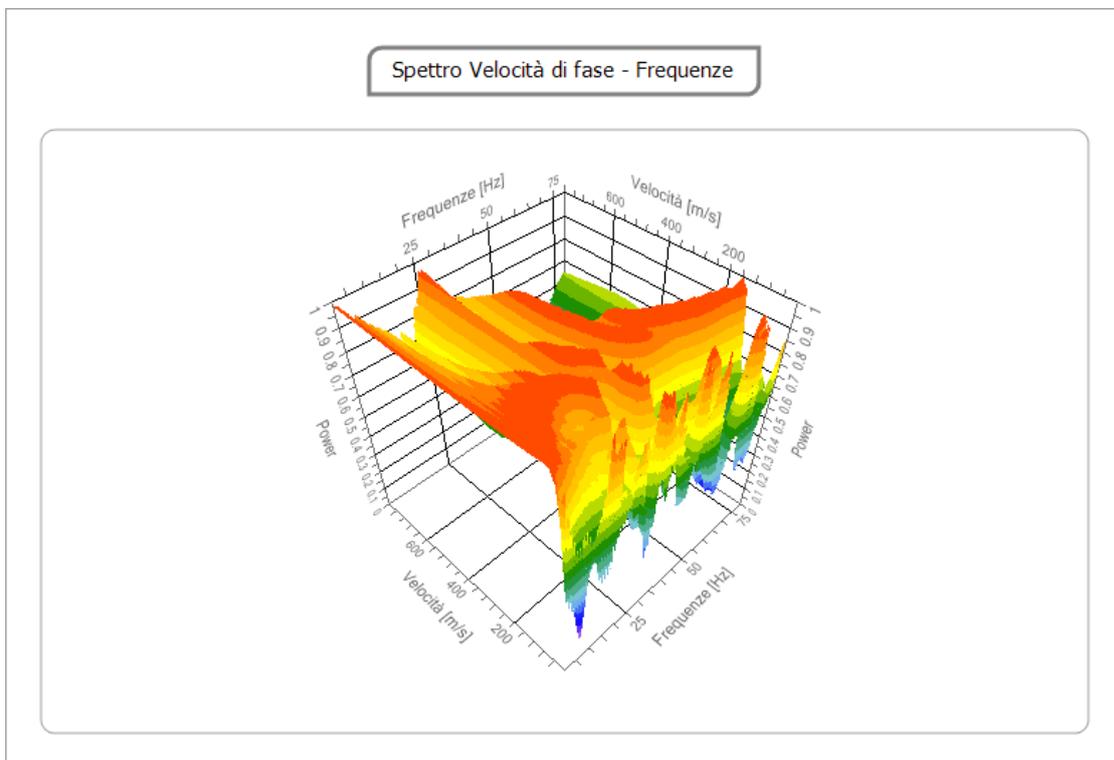


Fig. 17: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M1

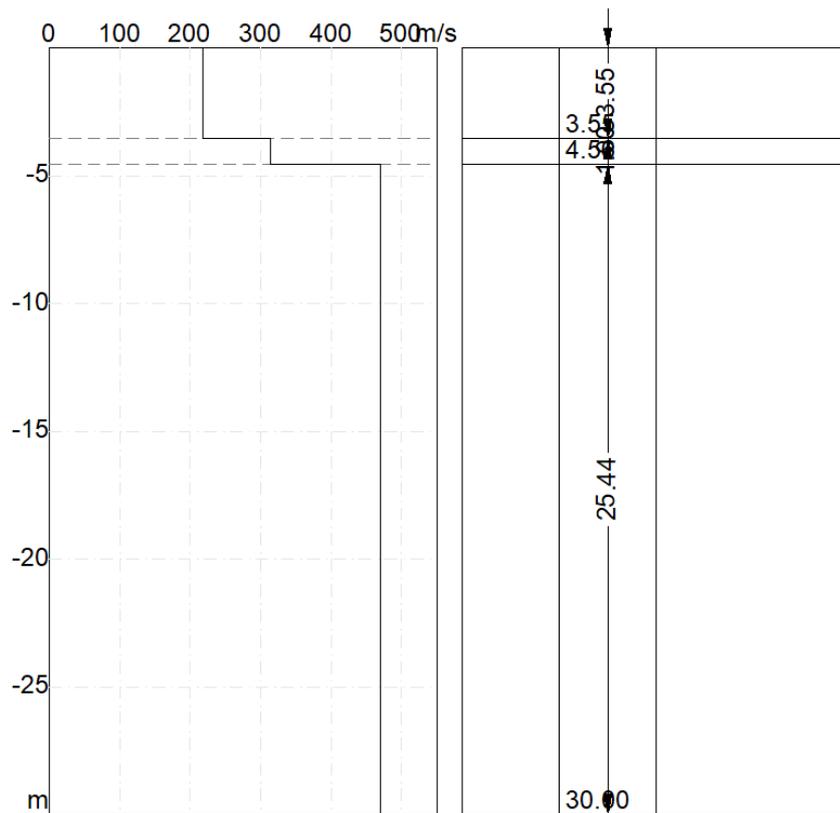


Fig. 18: andamento di Vs con la profondità - M1

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	408.07
Categoria del suolo	B

Fig. 19: Calcolo di Vseq. M1

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	3.55	3.55	218.0
2	4.56	1.00	314.8
3	30.00	25.44	470.9

Fig. 20: Tabella di calcolo di Vseq. 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 riportato la tabella di Calcolo di V_{Seq} M2.

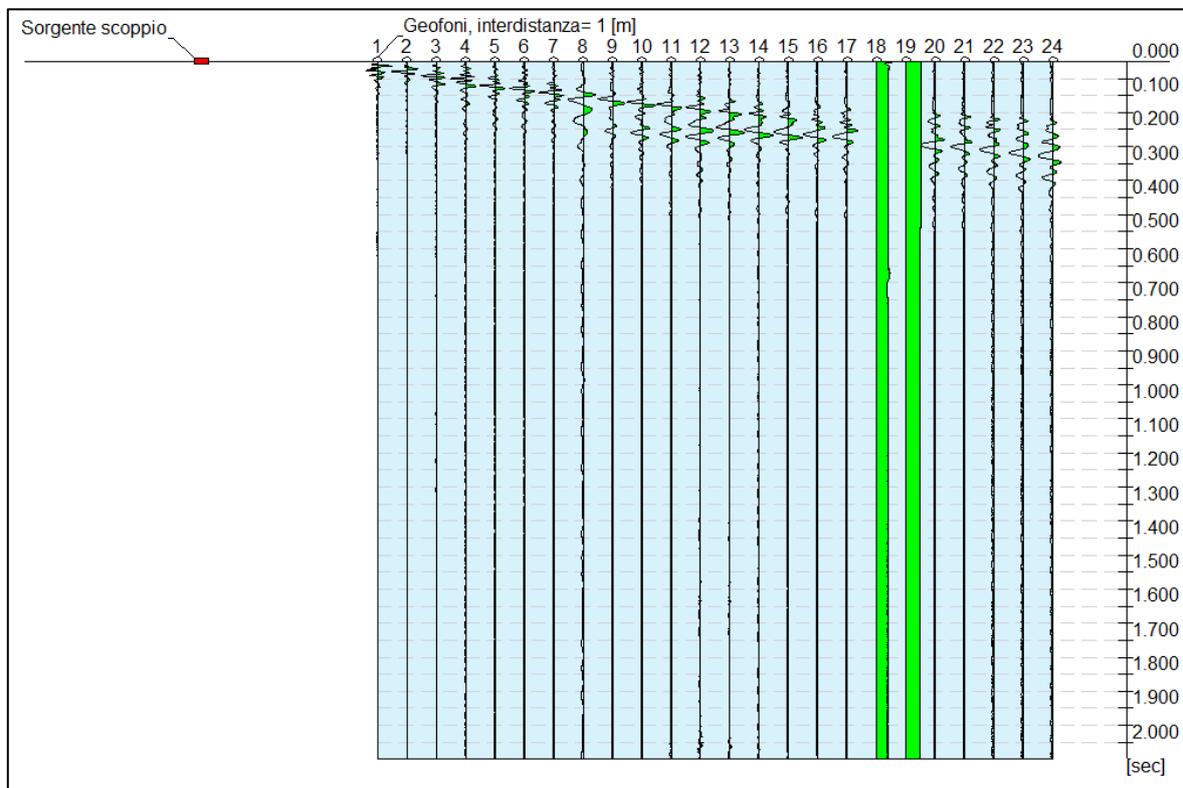


Fig.21: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M2

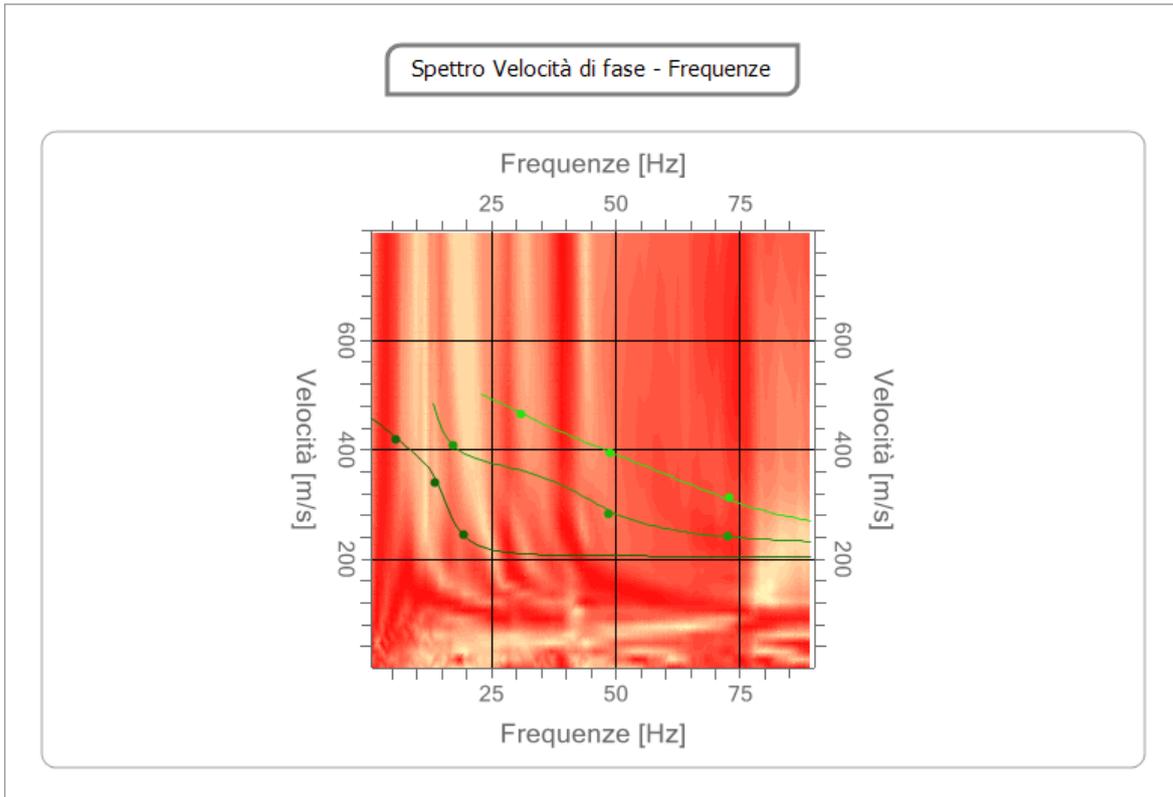


Fig. 22: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M2

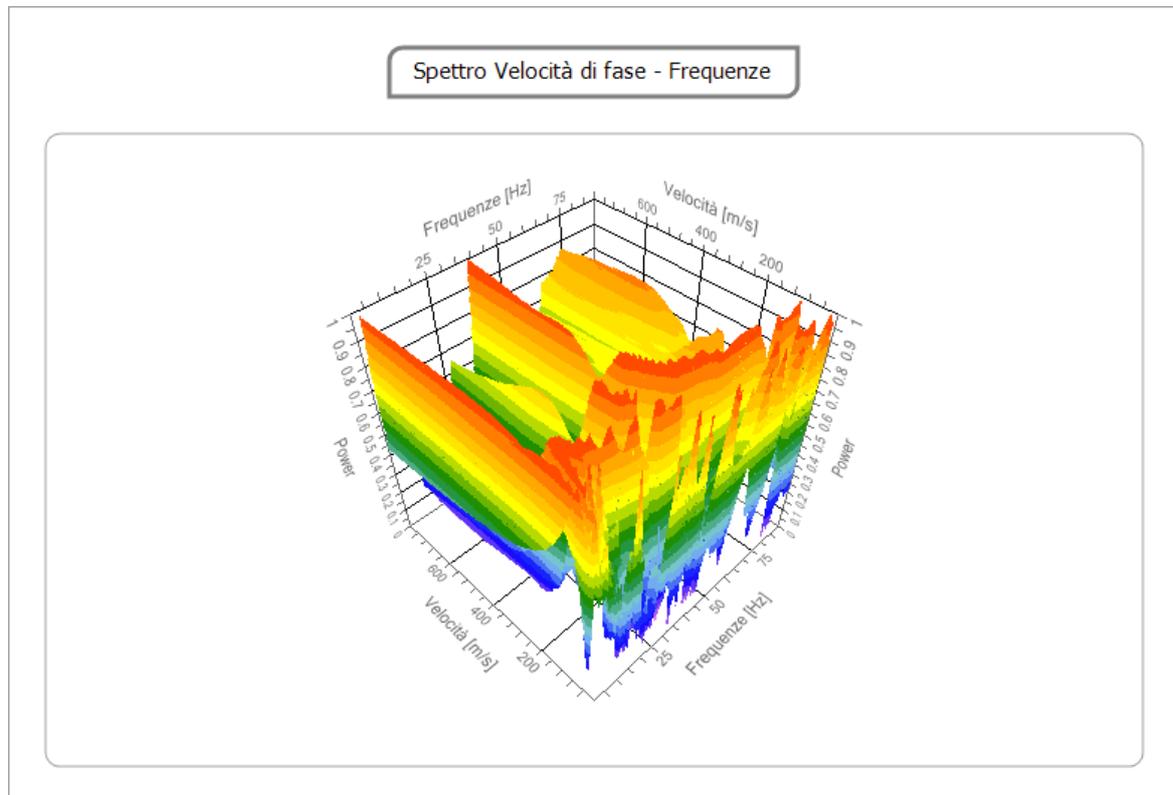


Fig. 23: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M2

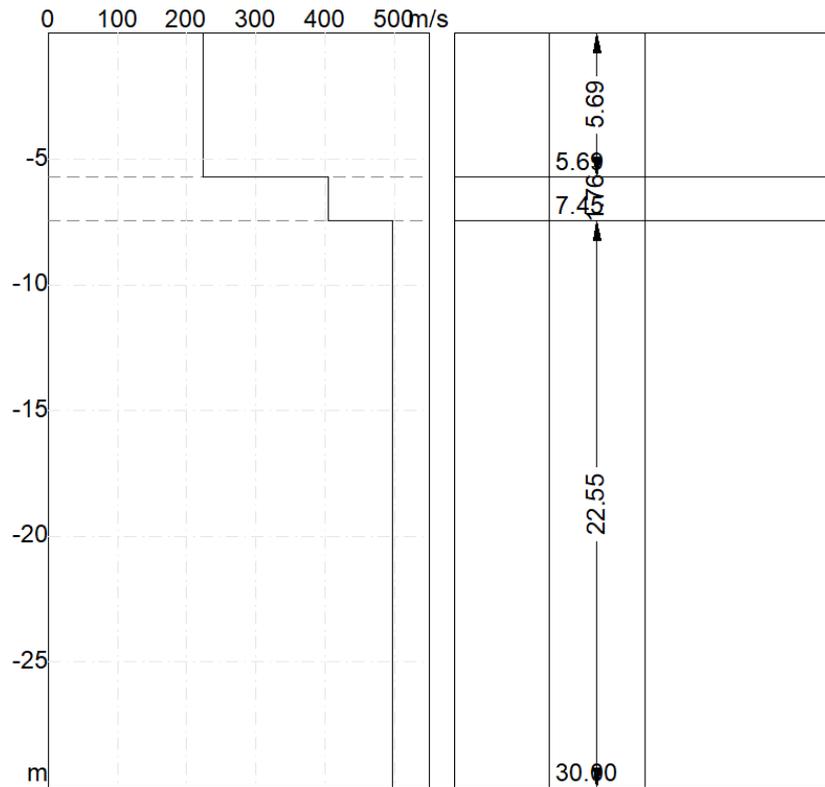


Fig. 24: andamento di Vs con la profondità – M2

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	399.56
Categoria del suolo	B

Fig. 25: Calcolo di Vs_{eq} M2

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	5.69	5.69	224.0
2	7.45	1.76	405.2
3	30.00	22.55	497.4

Fig. 26: Tabella di 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	<u>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.</u>
C	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.
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 **$V_{s\text{equivalente}}$** 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 **408 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B;**
- V_s Equivalente *M2* pari a **399 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B.**

Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di **$V_{s\text{eq}}$** valido è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo B**: tale sottosuolo è definito come *“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”*.

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Vincenzo Cortese

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