

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI FORENZA



IMPIANTO AGROVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE IN AGRO DI FORENZA – PZ
LOCALITÀ TUFAROLI

POTENZA NOMINALE 19,99 MW

**N° ALLEGATO
A.2**

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

EMMEUNO SOLAR S.R.L.

VIA MELCHIORRE GIOIA 8
20124 MILANO (MI)
P.IVA 02136290760

II GEOLOGO

DATA: OTTOBRE 2023

Rev n°1

INDICE

VERIFICA DI CONFORMITA' AL PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ DI BACINO	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE.....	5
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE.....	11
SISMICA A RIFRAZIONE SR1.....	21
MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO AREA PARCO	24
MICROZONAZIONE SISMICA	27
AREA STAZIONE TERNA.....	29
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	30
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO AREA STAZIONE TERNA	32
INDAGINI ESEGUITE NELL'AREA DELLA STAZIONE TERNA	35
PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE.....	35
MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO - AREA STAZIONE TERNA	43
MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO.....	44
CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA AREA STAZIONE TERNA	47
VALUTAZIONI CONCLUSIVE	48

PREMESSA

Su incarico della società Emmeuno Solar s.r.l. lo scrivente ha redatto il presente studio geologico a supporto del Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico in località Tufaroli in agro del comune di Forenza (PZ).

Lo studio è redatto in ottemperanza alle seguenti normative:

- L.R. n. 9 del 07/06/2011 “Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica”.
- L.R. 11.8.99 n.23 "Tutela, governo ed uso del territorio”.
- D.M. 14.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- R.D. 3267/23 - D.G.R. n. 412/2015: disposizioni in Materia di Vincolo Idrogeologico-RDL 3267/23 "Riordinamento e Riforma Legislazione in Materia di Boschi e Terreni Montani "L.R. n.42/1998 " Norme in Materia Forestale Art.16-2.
- “NTA del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale – ex Autorità di Bacino della Puglia”.
- Il piano delle indagini geognostiche, in questa fase di progettazione definitiva, ha previsto l’esecuzione di indagini sismiche masw e del tipo a rifrazione ed indagini penetrometriche dinamiche continue.

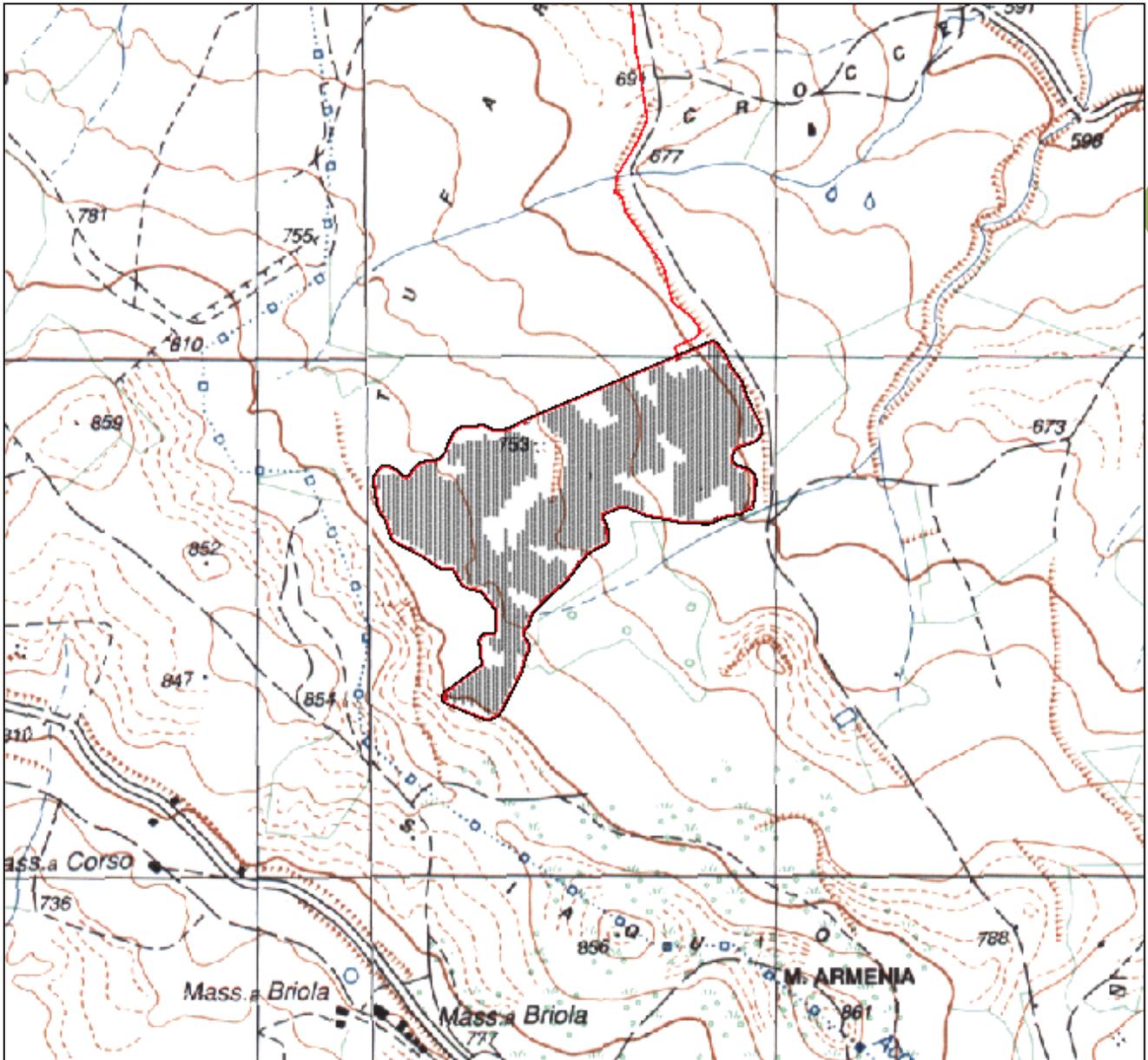
Fanno parte integrante del presente lavoro i seguenti elaborati grafici:

- Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche.
- Carta Geologica.
- Carta Geomorfologica.
- Carta Idrogeologica.
- Sezioni geologiche.
- Corografia dei bacini idrografici.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto di studio è geograficamente situata a nordovest dell'abitato di Forenza.

Il parco fotovoltaico occupa parte di un versante con quote altimetriche variabili da 805 m s.l.m. a 697 m s.l.m.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI INTERESSE

VERIFICA DI CONFORMITA' AL PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Come già evidenziato nello studio precedente dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia il parco fotovoltaico non interferisce con aree classificate a pericolosità geomorfologica.

Le opere in progetto sono situate su un versante che non presenta movimenti franosi in atto e/o potenziale.

Nella parte alta del versante dove i terreni sono stati sottoposti ad aratura agricola si evidenziano localizzati movimenti superficiali di tipo creep.

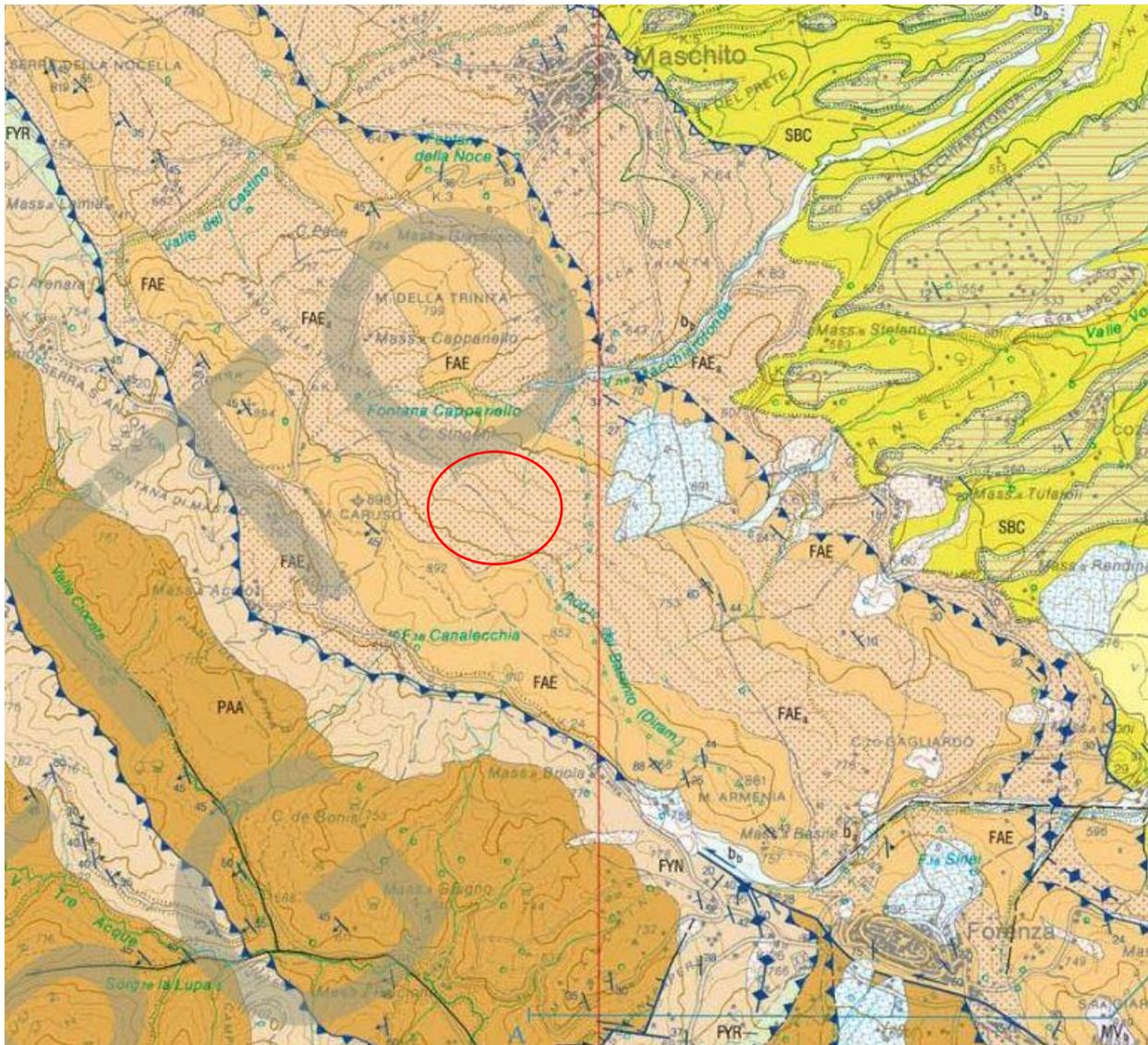
Lungo il tracciato dell'elettrodotto di connessione interrato non si evidenziano aree con movimenti franosi.

Per quanto riguarda le interferenze tra il cavidotto ed i corsi d'acqua è stato predisposto studio idrologico ed idraulico.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

L'area di interesse progettuale è compresa nel Foglio 452 "Rionero in Vulture" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'areale di studio si colloca al limite del fronte esterno della catena appenninica.



5



FLYSCH ROSSO
FYR Alcune decine di metri di marne grigie, calcari marnosi e calcareniti in strati sottili, e nella parte bassa da argille marnose di colore grigio, marrone e rosse laminare, con intercalazioni di calcareniti massive e gradate, in strati dello spessore variabile da 10 cm a 50 cm (depositi torbiditici e pelagici). Spessore massimo affiorante alcune decine di metri. Età presunta **EOCENE-OLIGOCENE**.



UNITÀ TETTONICA DELLA DAUNIA
FLYSCH DI FAETO (FAE)
FAE₃ Alternanza di argille marnose e silt, di colore grigio-biancastro, con strati centimetrici marnosi, arenacei e calcilutitici (FAE₃). Intercalazioni di calcari marnosi e calcilutiti grigio chiari ad *Orbulina spp* e calcareniti bioclastiche in strati fino a decimetrici con sottili interstrati argillosi, argilloso-marnosi e siltosi grigio-verdi, e talora arenarie fini arcose grigie torbiditiche in strati centimetrici (FAE). Limite inferiore non affiorante. Depositi torbiditici e pelagici. Spessore superiore ai 400 m.
BURDIGALIANO - SERRAVALLIANO.

Il rilevamento geologico effettuato ha permesso di ascrivere i terreni investigati a depositi marini miocenici caratterizzati da litofacies calcaree ed argilloso-marnose della Formazione del Flysch di Faeto che rientra nell'Unità Tettonica della Daunia (BURDIGAGLIANO – SERRAVALLIANO); questa formazione comprende depositi sia silicoclastici sia calcareoclastici, riferibili alla Formazione del Flysch di Faeto dell'Unità tettonica della Daunia.

I lavori di rilevamento per la redazione della Nuova Cartografia Geologica in scala 1:50.000 hanno distinto, nell'ambito di tale formazione, due membri, uno in prevalenza calcareo (FAE) e l'altro argilloso-marnoso (FAEa).

Lo spessore totale della successione è di circa 300-400 m.

Quindi in accordo a quanto riportato nella carta geologica del Foglio 452 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) si possono agevolmente distinguere i due membri e segnatamente le litologie interessanti il parco fotovoltaico sono costituite da un'alternanza di argille marnose e silt di colore grigio-biancastro con intercalazioni a più altezze stratigrafiche di calcareniti in strati e banchi, calciruditi e calcari marnosi ed arenarie, in strati di spessore variabile da 5 a 30 cm.

Il membro calcareo affiora al di fuori dell'area parco fotovoltaico in corrispondenza delle dorsali presenti ad ovest.

Gli strati calcarenitici ed arenacei sono in facies torbidity, mentre le argille sono depositi di decantazione emipelagici e pelagici.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Lo studio geomorfologico eseguito è stato commisurato alle effettive problematiche dell'area di interesse ed è stato esteso ad un ambito geomorfologico significativo, rappresentato dalla porzione di territorio in cui i processi morfologici di versante possono interferire direttamente o indirettamente con le aree interessate dall'intervento.

La configurazione morfologica dell'area in studio è strettamente condizionata dalle caratteristiche litologiche e di giacitura dei terreni affioranti, infatti si identificano due zone principali, una a morfologia più blanda tipica dei terreni argilloso-marnosi e zone a morfologia più aspra lungo le creste delle dorsali situate ad ovest, dove prevale la componente calcareo-clastica.

Le componenti fisico-morfologiche tipiche di questo settore, infatti, sono le dorsali con sommità arrotondate e versanti a modesto gradiente di pendio.

Dal punto di vista morfologico l'area dell'impianto è posizionata ad est delle dorsali di Monte Caruso e Monte Armenia, da pendenze più accentuate.

L'area del parco è posta a quote comprese tra 700 m e 810 m s.l.m. lungo un versante che digrada debolmente verso i quadranti orientali, contrastando nettamente con le morfologie più aspre situate ad ovest lungo le dorsali in assise carbonatica.

I caratteri del paesaggio sono quelli tipici del settore orientale dell'Appennino meridionale con rilievi e valli orientati nella stessa direzione delle coltri alloctone, ovvero NW – SE.

Le strutture plicative, in genere a corto raggio, sono interrotte lateralmente da una faglia inversa a basso angolo con orientazione all'incirca N120, facente parte di un set di sovrascorrimenti, coassiali con gli assi delle pieghe, che nell'area dislocano in superficie il fronte esterno appenninico.

Si riconosce quindi una morfologia superficiale che è l'espressione di uno stile tettonico deformativo del tipo plicativo con anticlinali e sinclinali interrotte da sovrascorrimenti. In conseguenza del contesto geologico, è stato effettuato uno studio geomorfologico di

dettaglio ed un rilievo di campagna supportato da indagini geognostiche in sito del tipo lineari. I rilevamenti in campo hanno messo in evidenza che le opere in progetto sono ubicate sul membro marnoso-argilloso del Flysch di Faeto con giacitura degli strati a reggipoggio.

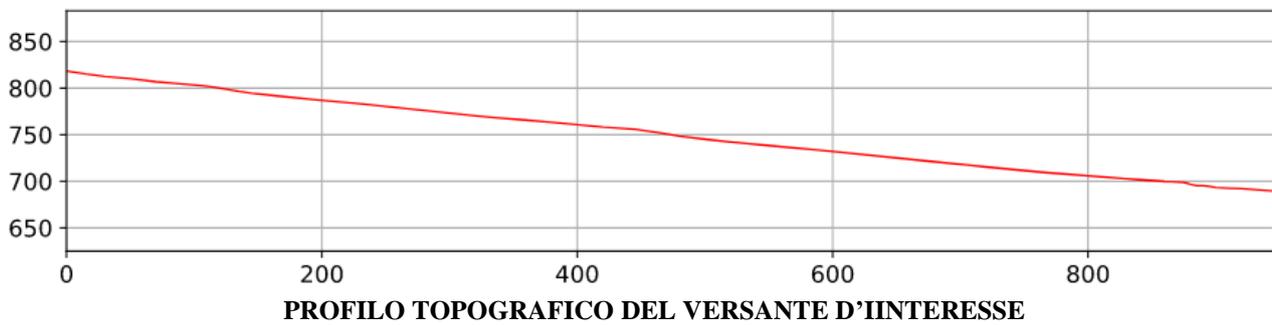
Le osservazioni condotte permettono di confermare l'assenza di movimenti franosi, si tratta di un'area globalmente stabile ad eccezione di locali e circoscritti movimenti tipo creep nei terreni sottoposti ad aratura, con riattivazioni nei mesi invernali. Sono presenti solchi di ruscellamento disordinati lungo il versante. Pertanto è necessario prevedere opere di convogliamento di queste acque che selvaggiamente scorrono lungo il versante.

Al fine di garantire la stabilità a lungo termine e di non incrementare i fenomeni di corrivazione delle acque sul settore di versante interessato dal progetto, è comunque necessario regimentare le acque superficiali in modo da convogliarle e scaricarle nei fossi di scolo presenti a valle.

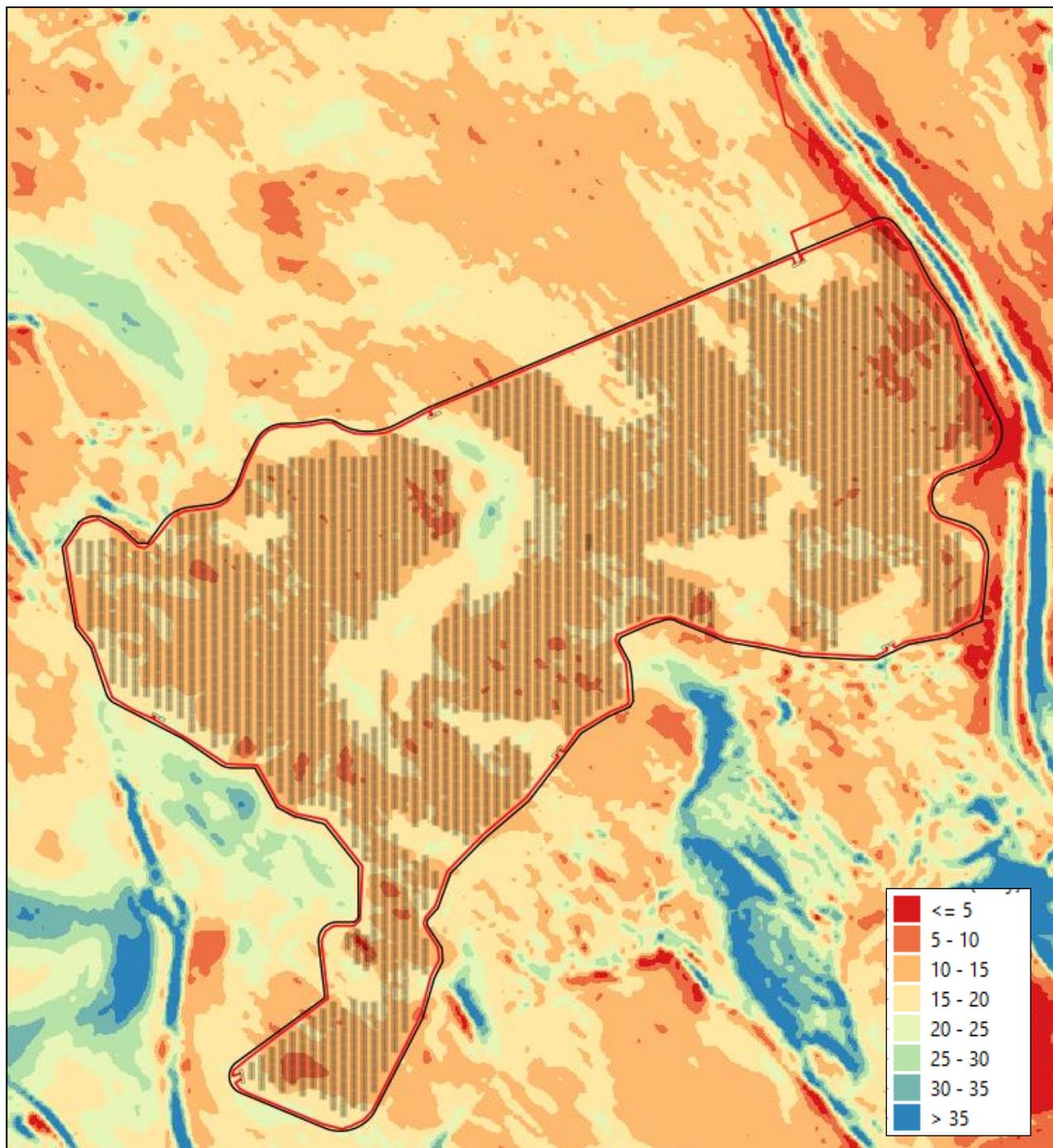
L'idrografia Superficiale mostra un reticolo superficiale caratterizzato da incisioni naturali a basso ordine gerarchico rappresentati da fossi di ruscellamento superficiale che consentono un allontanamento naturale delle acque meteoriche dalle aree di interesse progettuale. Il regime è torrentizio con portate molto variabili nel corso dell'anno, con incrementi delle portate nei mesi piovosi invernali e con alvei secchi nei periodi estivi e con scarse precipitazioni.

I terreni affioranti nell'area sono ascrivibili ad un complesso argilloso-marnoso che anche se dotato di un'elevata porosità primaria, è da considerare impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione; ne deriva una circolazione nulla o trascurabile; pertanto il complesso litologico è da considerarsi scarsamente permeabile, in quanto la permeabilità dei livelli lapidei è in parte o del tutto controllata dalla frazione argillosa che, non di rado, va ad occludere le discontinuità degli strati lapidei rendendoli poco permeabili.

L'acclività del versante di interesse presenta valori della pendenza media intorno al 10-15% per cui, con riferimento anche alla risposta sismica locale in funzione delle "condizioni topografiche", esse rientrano nella categoria T1, cioè: "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ " [punto 3.2.III del Decreto 17 Gennaio 2018: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"] con il valore massimo del "coefficiente di amplificazione topografica S_T " sarà pari a 1.0 (Tabella 3.2.V del Decreto 17 Gennaio 2018: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni").



VISTA DEL VERSANTE POCO ACCLIVE



ESTRATTO CARTA DELLE PENDENZE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il piano di indagini geognostiche ha previsto l'esecuzione sia di indagini geofisiche sia geotecniche in sito del tipo penetrometriche dinamiche continue.

PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE

Per la caratterizzazione dello stato di consistenza/addensamento della porzione di terreno più direttamente interessato dalle opere in progetto sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche continue successivamente elaborate con il software Dynamic Probing della Geostru software. Queste prove, normate dall'Eurocodice 7, sono effettuate mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°. Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, registrando il numero di colpi necessari all'avanzamento. Le prove sono state effettuate con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m. L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame. Fatta questa premessa, necessaria ai fini della comprensione delle indagini penetrometriche, tenuto conto dei valori rilevati lungo ogni verticale d'indagine, risulta che i terreni attraversati sono costituiti da terreni argilloso-limosi che mostrano una buona resistenza alla penetrazione che aumenta con la profondità, i terreni sono classificabili come poco addensati fino a circa 1.20 metri e consistenti a profondità maggiore per le prove P1 e P2. Di seguito si riporta la sintesi dei principali parametri significativi ricavati per le prove P1, P2.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 07-02-2023

Profondità prova 6.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.52	4.12	352.25	412.17
0.40	4	0.851	3.51	4.12	350.66	412.17
0.60	4	0.847	3.20	3.78	320.40	378.28
0.80	5	0.843	3.99	4.73	398.77	472.85
1.00	6	0.840	4.76	5.67	476.49	567.42
1.20	6	0.836	4.75	5.67	474.51	567.42
1.40	12	0.833	9.45	11.35	945.17	1134.84
1.60	12	0.830	8.70	10.49	869.89	1048.63
1.80	11	0.826	7.94	9.61	794.30	961.24
2.00	9	0.823	6.47	7.86	647.41	786.47
2.20	9	0.820	6.45	7.86	645.00	786.47
2.40	9	0.817	6.43	7.86	642.66	786.47
2.60	11	0.814	7.27	8.93	727.42	893.37
2.80	20	0.761	12.37	16.24	1236.79	1624.31
3.00	11	0.809	7.22	8.93	722.45	893.37
3.20	13	0.756	7.98	10.56	798.19	1055.80
3.40	15	0.753	9.18	12.18	917.82	1218.23
3.60	16	0.751	9.11	12.14	911.37	1213.75
3.80	14	0.748	7.95	10.62	794.84	1062.03
4.00	15	0.746	8.49	11.38	848.89	1137.89
4.20	16	0.744	9.03	12.14	902.66	1213.75
4.40	16	0.741	9.00	12.14	899.92	1213.75
4.60	17	0.739	8.94	12.10	894.35	1209.82
4.80	18	0.737	9.44	12.81	944.22	1280.99
5.00	19	0.735	9.94	13.52	993.87	1352.16
5.20	20	0.733	10.43	14.23	1043.30	1423.32
5.40	18	0.731	9.36	12.81	936.46	1280.99
5.60	20	0.729	9.77	13.40	977.33	1340.39
5.80	19	0.727	9.26	12.73	926.10	1273.38
6.00	20	0.725	9.72	13.40	972.42	1340.39

12

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982
[1] - Argilla-limosa	5	1.20	30.60	61.29	19.91	47.76	113.36	44.33	79.04	24.52
[2] - Limo	13	6.00	86.00	159.36	50.50	125.53	236.14	111.40	142.29	63.74

13

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Limo	13	6.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Argilla-limosa	5	1.20	24.78	52.32	66.57	20.83
[2] - Limo	13	6.00	33.74	63.97	64.02	39.24

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
[1] - Argilla-limosa	5	1.20	5	28.43	21.43	29.4	32.49	23.66	28.5
[2] - Limo	13	6.00	13	30.71	23.71	31.64	29.93	28.96	30.9

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Argilla-limosa	5	1.20	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Limo	13	6.00	13	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 07-02-2023

Profondità prova 6.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.52	4.12	352.25	412.17
0.40	4	0.851	3.51	4.12	350.66	412.17
0.60	5	0.847	4.01	4.73	400.51	472.85
0.80	5	0.843	3.99	4.73	398.77	472.85
1.00	4	0.840	3.18	3.78	317.66	378.28
1.20	5	0.836	3.95	4.73	395.43	472.85
1.40	6	0.833	4.73	5.67	472.58	567.42
1.60	9	0.830	6.52	7.86	652.42	786.47
1.80	7	0.826	5.05	6.12	505.46	611.70
2.00	12	0.823	8.63	10.49	863.21	1048.63
2.20	11	0.820	7.88	9.61	788.34	961.24
2.40	18	0.767	12.07	15.73	1206.67	1572.94
2.60	14	0.764	8.69	11.37	868.96	1137.02
2.80	18	0.761	11.13	14.62	1113.11	1461.88
3.00	16	0.759	9.86	12.99	985.86	1299.45
3.20	18	0.756	11.05	14.62	1105.18	1461.88
3.40	19	0.753	11.63	15.43	1162.57	1543.10
3.60	21	0.701	11.17	15.93	1116.53	1593.05
3.80	22	0.698	11.66	16.69	1165.59	1668.91
4.00	23	0.696	12.14	17.45	1214.40	1744.77
4.20	22	0.694	11.58	16.69	1157.72	1668.91
4.40	22	0.691	11.54	16.69	1153.94	1668.91
4.60	21	0.689	10.30	14.94	1030.06	1494.49
4.80	22	0.687	10.76	15.66	1075.76	1565.66
5.00	21	0.685	10.24	14.94	1023.76	1494.49
5.20	25	0.683	12.15	17.79	1215.17	1779.15
5.40	22	0.681	10.66	15.66	1066.28	1565.66
5.60	22	0.679	10.01	14.74	1001.34	1474.43
5.80	24	0.677	10.89	16.08	1089.39	1608.47
6.00	24	0.675	10.86	16.08	1086.48	1608.47

14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sangler at	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982
[1] - Argilla-limosa	5	1.40	30.60	61.29	19.91	47.76	113.36	44.33	79.04	24.52
[2] - Limo	10	6.00	66.19	122.58	39.23	96.20	183.58	86.79	117.68	49.03

15

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Limo	10	6.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Argilla-limosa	5	1.40	24.42	51.75	63.94	20.83
[2] - Limo	10	6.00	28.45	56.13	56.5	32.99

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
[1] - Argilla-limosa	5	1.40	5	28.43	21.43	29.4	32.15	31.67	0	<30	23.66	28.5
[2] - Limo	10	6.00	10	29.86	22.86	30.8	29.51	33.67	0	<30	27.25	30

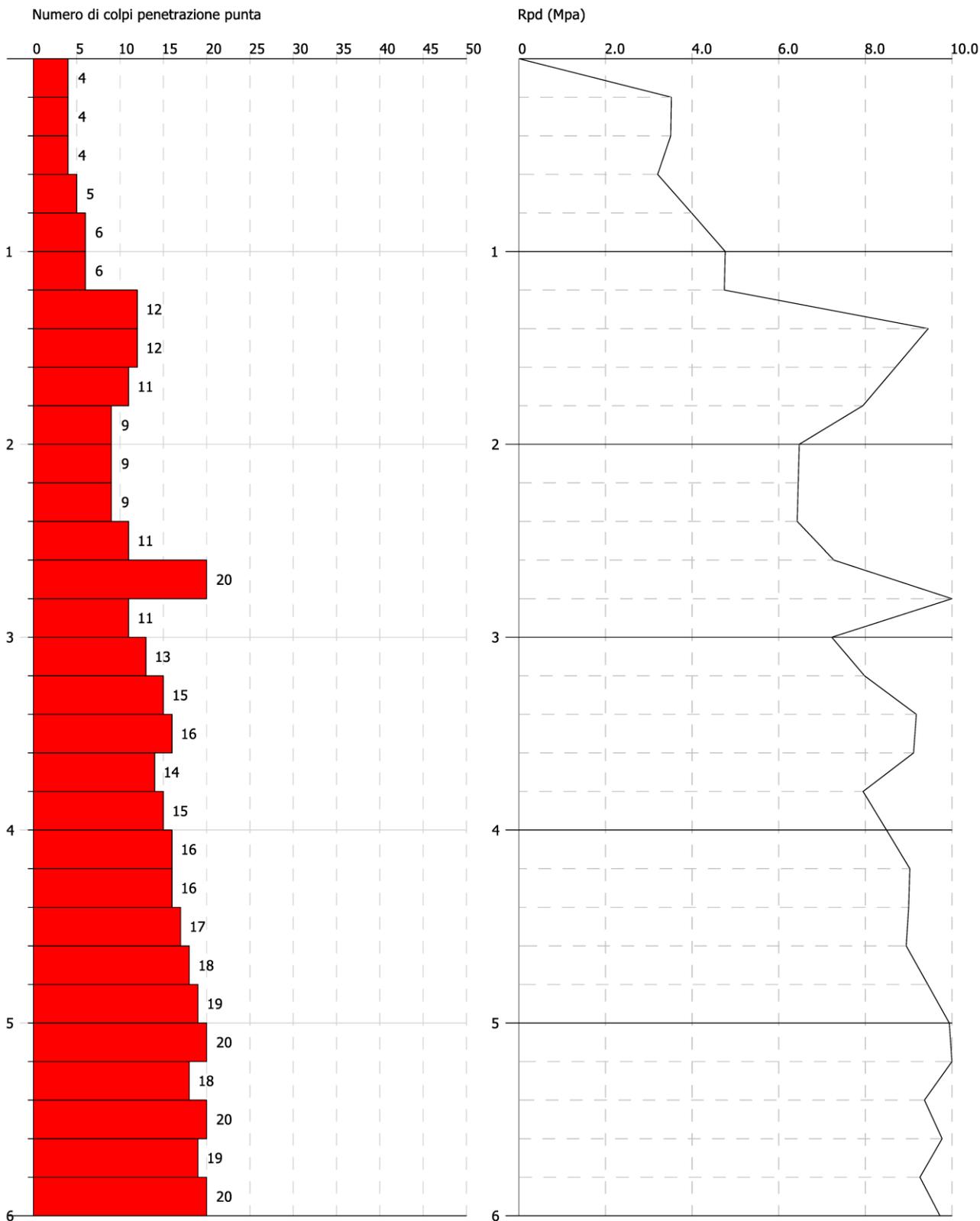
**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE IN AGRO
FORENZA – EMMEUNO SOLAR SRL**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:

07-02-2023

Scala 1:27



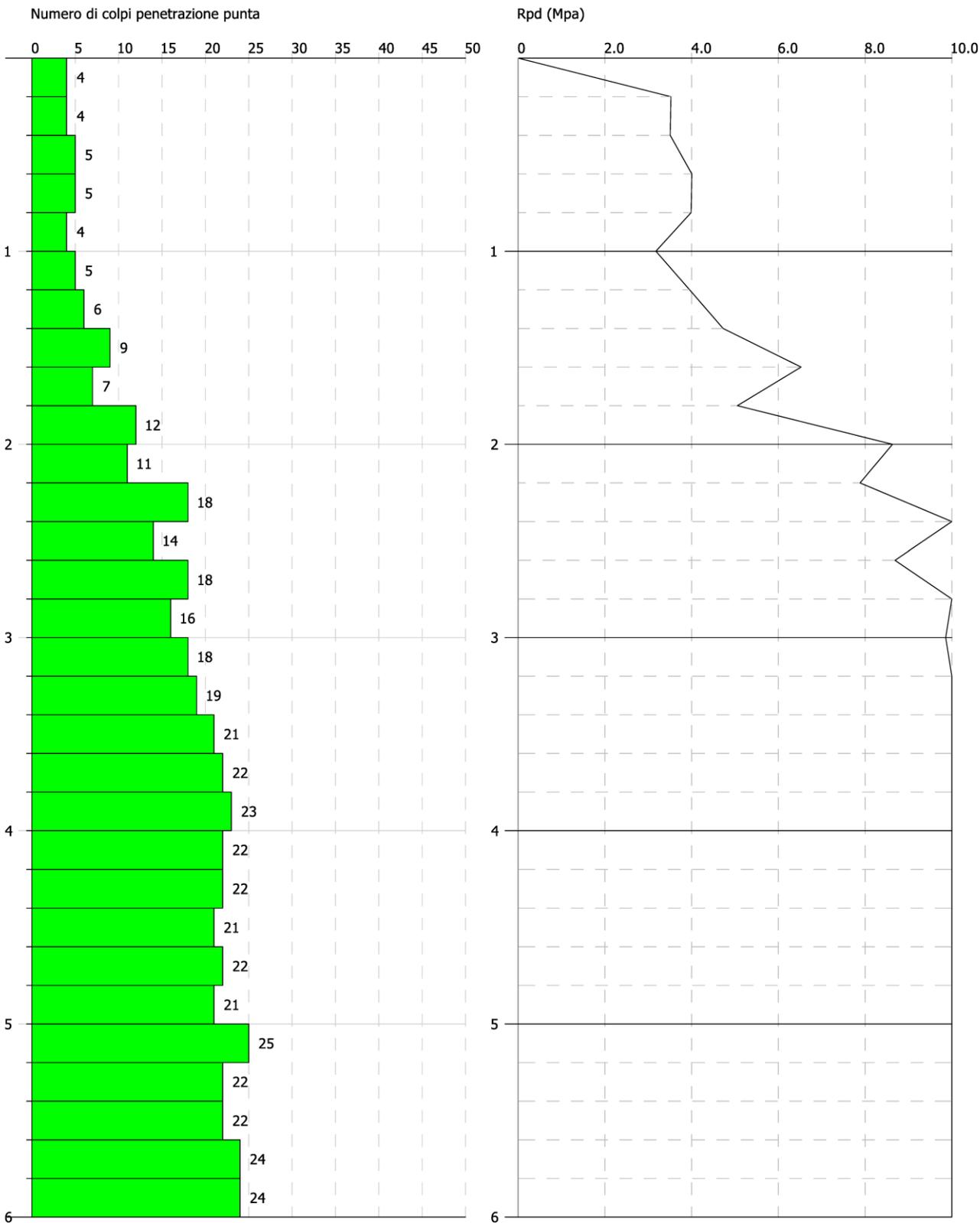
**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE IN AGRO
FORENZA – EMMEUNO SOLAR SRL**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:

07-02-2023

Scala 1:27



INDAGINI SISMICHE ESEGUITE

La campagna di indagini geofisiche è consistita in sismiche a rifrazione ed in sismiche di tipo Masw distribuite nelle aree che accoglieranno il parco fotovoltaico; la finalità delle indagini sismiche è quella di rilevare la sismostratigrafia del sottosuolo ricercando le superfici di discontinuità fisica–rifrattori, in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza e/o di



18

INDAGINI SISMICHE ESEGUITE

INDAGINI SISMICHE MASW

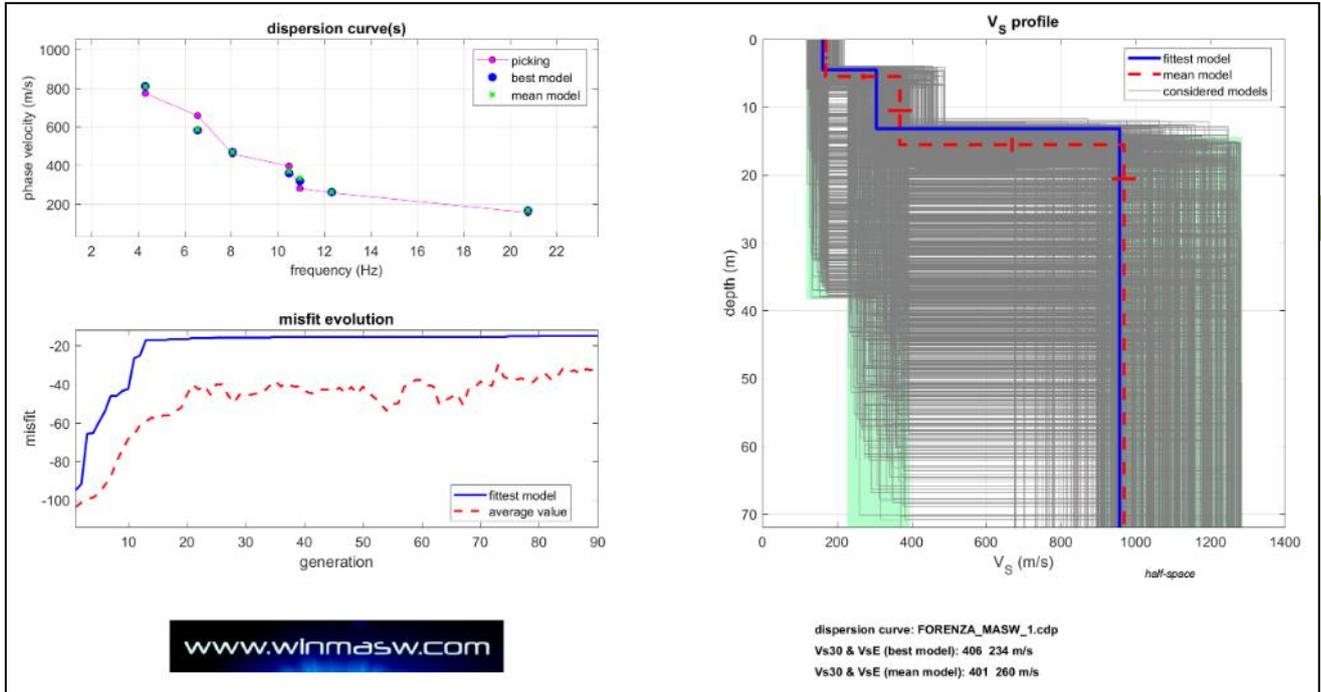
Per valutare l'andamento delle velocità delle onde di taglio (V_s) superficiali con la profondità ed il profilo V_s , sono state analizzate le “*onde superficiali di Rayleigh*” tramite la metodologia masw; una metodologia di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate dalle interazioni sulla superficie libera delle onde di volume, ottenute da energizzazioni artificiali con massa battente; utilizzando una stesa di geofoni verticali a bassa frequenza si registrano le onde di Rayleigh, caratterizzate da velocità di propagazione correlabile alla rigidità della parte di terreno interessata dalla propagazione delle onde e quindi risalire al profilo verticale della velocità delle onde di taglio; dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato ricavato il profilo verticale delle velocità delle onde di Superficie V_s .

RISULTATI PROSPEZIONE SISMICA MASW

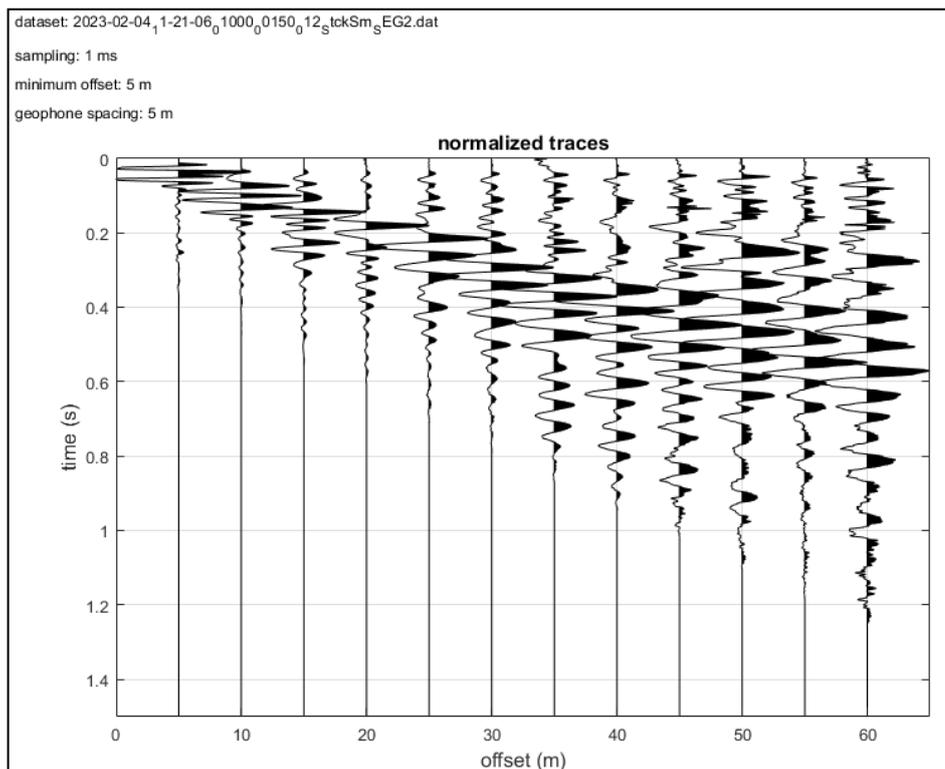
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva

Masw ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s e di conseguenza del

parametro $V_{s(eq.)}$ risultato essere pari al valore di 260 (m/s).



INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE VS IDENTIFICATO.



Analyzing Phase velocities
Considered dispersion curve: FORENZA_MASW_1.cdp
Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 169, 368, 969

Standard deviations (m/s): 5, 32, 32

Thickness (m): 5.5, 10.1

Standard deviations (m/s): 0.4, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.80 1.99 2.22

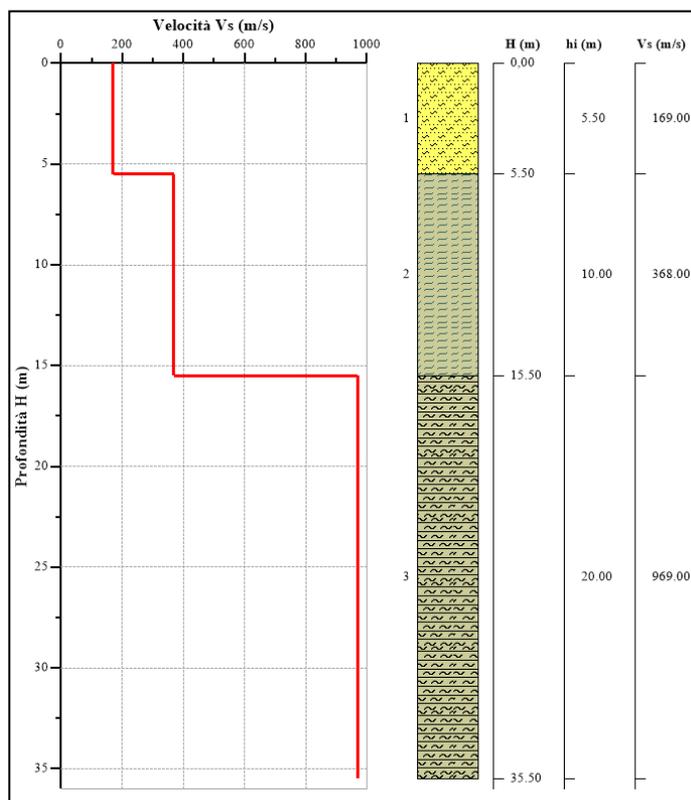
Shear modulus (MPa) (approximate values): 51 269 2089

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 352 766 2017

VsEq (m/s): 360

Il profilo verticale delle onde superficiali ricavato dallo stendimento sismico mostra un primo sismostrato dello spessore medio di 5.5 m con velocità delle onde di taglio pari a 170 m/s; a seguire un secondo sismostrato dello spessore di 10 m con velocità delle onde pari a 368 m/s; alla profondità di circa 16.00 m si individua un terzo sismostrato con Vs pari a 969 m/s che rappresenta il substrato rigido.



PROFILO VS E SISMOSTRATIGRAFIA

SISMICA A RIFRAZIONE SR1

La sismica a rifrazione SR1 mostra un primo sismostrato con profondità media tra 1.80-4.50 m con velocità media delle onde P pari a 361 m/s associabile a terreni meno consistente; a profondità maggiore si individua il sismostrato più consistente con valore di

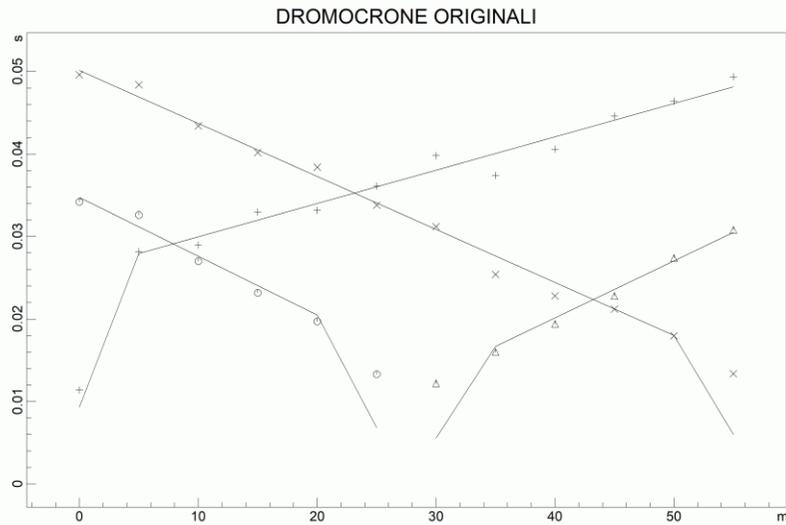
SISMISCA SR 1		
POSIZIONE DELLE BATTUTE		
Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
27.50	0.00	2023-02-04_11-28-59_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat
-2.50	697.00	2023-02-04_11-29-09_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat
57.50	700.00	2023-02-04_11-35-51_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat

Vp pari a 1840 m/s.

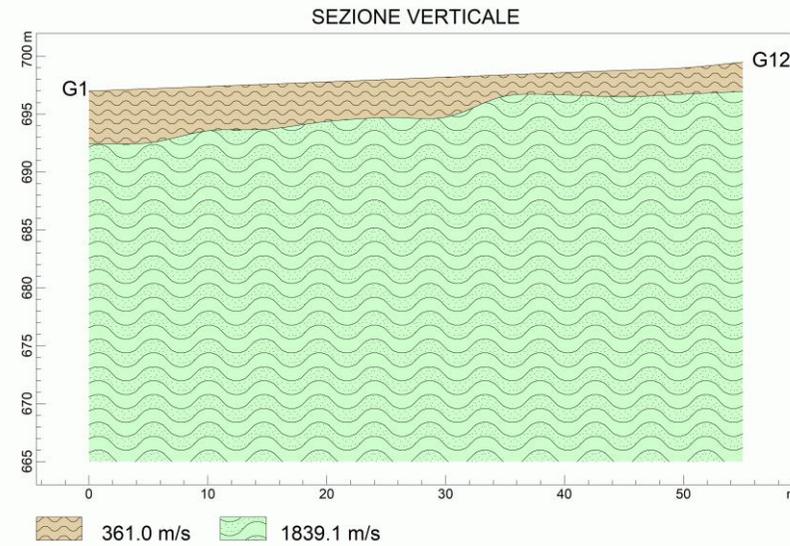
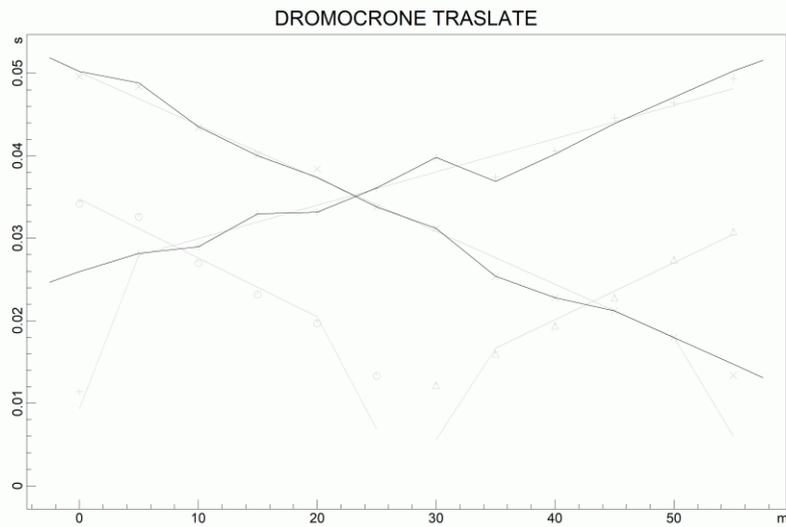
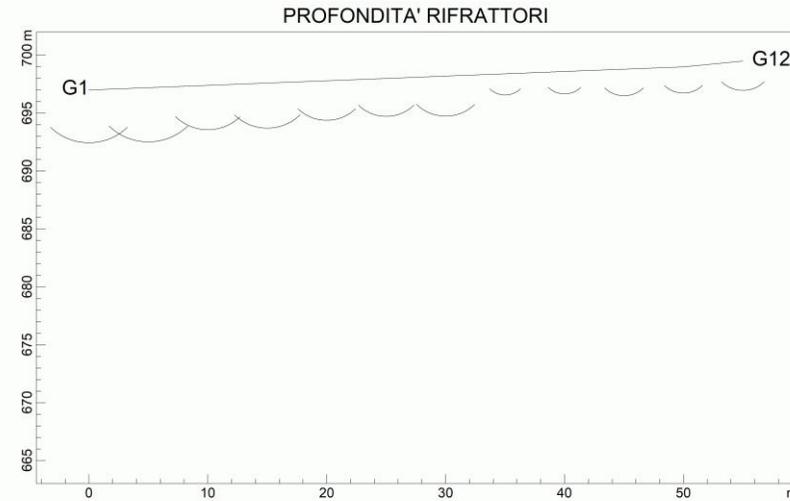
POSIZIONE BATTUTE- GEOFONI E PRIMI ARRIVI							
N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 27.5 [ms]	FBP da -2.5 [ms]	FBP da 57.5 [ms]	Dist Rifratore 1 [m]	Dist Rifratore 2 [m]
1	0.00	697.00	34.20	11.40	49.60	4.6	
2	5.00	697.20	32.60	28.17	48.40	4.7	
3	10.00	697.40	27.00	28.97	43.40	3.8	
4	15.00	697.60	23.17	32.97	40.17	3.9	
5	20.00	697.80	19.70	33.17	38.40	3.4	
6	25.00	698.00	13.30	36.10	33.80	3.3	
7	30.00	698.20	12.20	39.80	31.20	3.5	
8	35.00	698.40	16.00	37.40	25.40	1.8	
9	40.00	698.60	19.40	40.60	22.80	1.9	
10	45.00	698.80	22.80	44.60	21.20	2.3	
11	50.00	699.00	27.40	46.40	17.97	2.3	
12	55.00	699.50	30.80	49.37	13.37	2.5	

SISMOSTRATI	
sismostrato	Velocità delle onde P [m/s]
1	361.0
2	1839.1

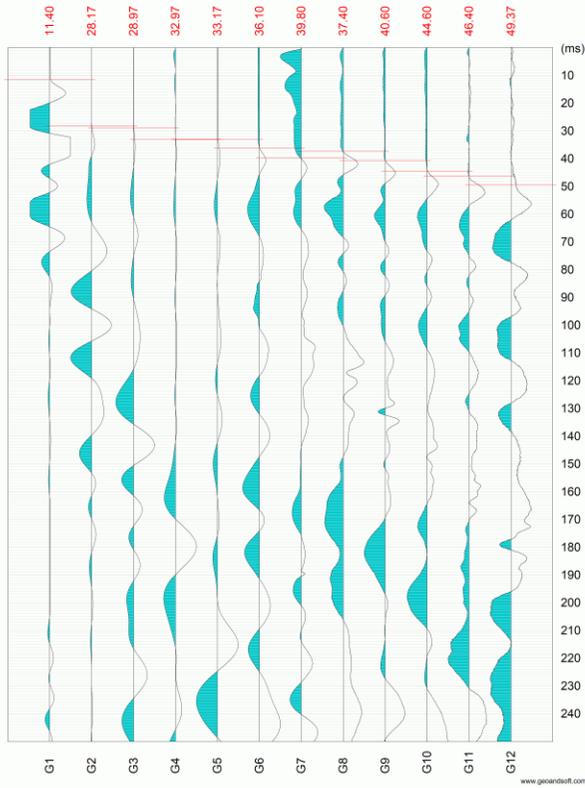
SISMICA A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA' TUFAROLI FORENZA (PZ)



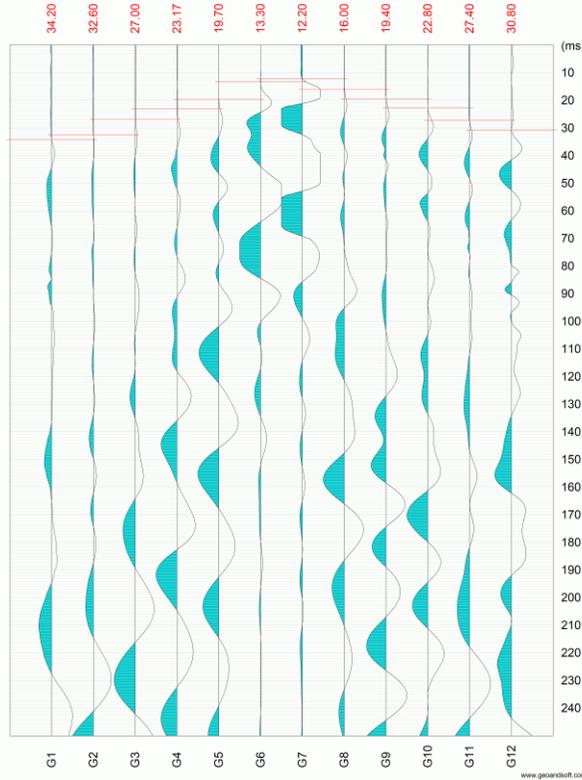
SISMICA A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA' TUFAROLI FORENZA (PZ)



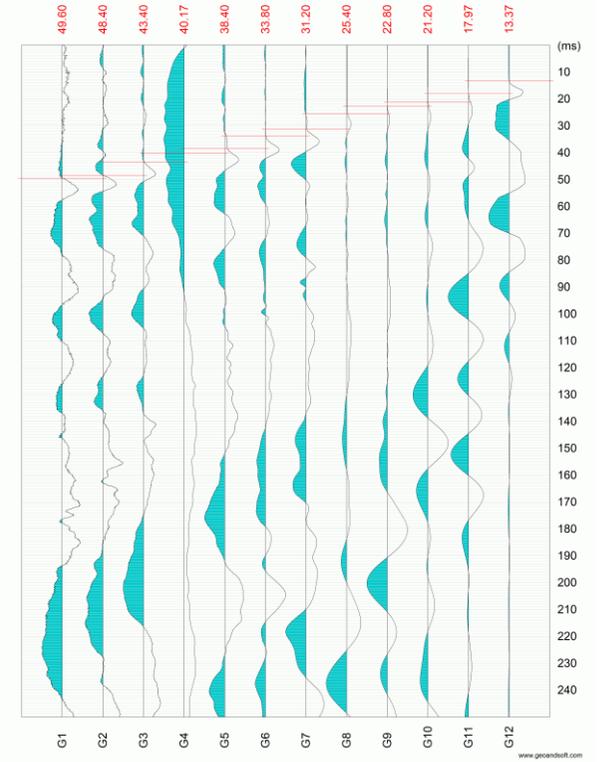
SISMICA A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA' TUFAROLI FORENZA (PZ)



SISMICA A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA' TUFAROLI FORENZA (PZ)



SISMICA A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA' TUFAROLI FORENZA (PZ)



23

23

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO AREA PARCO

Il modello geologico per le aree interessate dai moduli fotovoltaici e dalle cabine elettriche di campo può essere schematizzato in un'unica unità geotecnica principale di tipo argilloso-marnosa con interstrati calcarenitici ascrivibile al Flysch di Faeto.

Dalle prove penetrometriche si ricava la seguente caratterizzazione geotecnica media dei parametri attribuibili all'unità argilloso-marnosa:

UNITA' ARGILLOSO-MARNOSA ALTERATA DA 0.00 – 1.40 metri

- *Peso di volume naturale $\gamma_n = 19 \text{ KN/m}^3$*
- *Coesione $c_u = 19 \text{ kPa}$*
- *Angolo di resistenza al taglio $\phi' = 21^\circ$*

UNITA' ARGILLOSO-MARNOSA A PROFONDITA' MAGGIORE DI 1.40 metri

- *Peso di volume naturale $\gamma_n = 19 \text{ KN/m}^3$*
- *Coesione $c_u = 50 \text{ kPa}$*
- *Angolo di resistenza al taglio $\phi' = 21^\circ$*

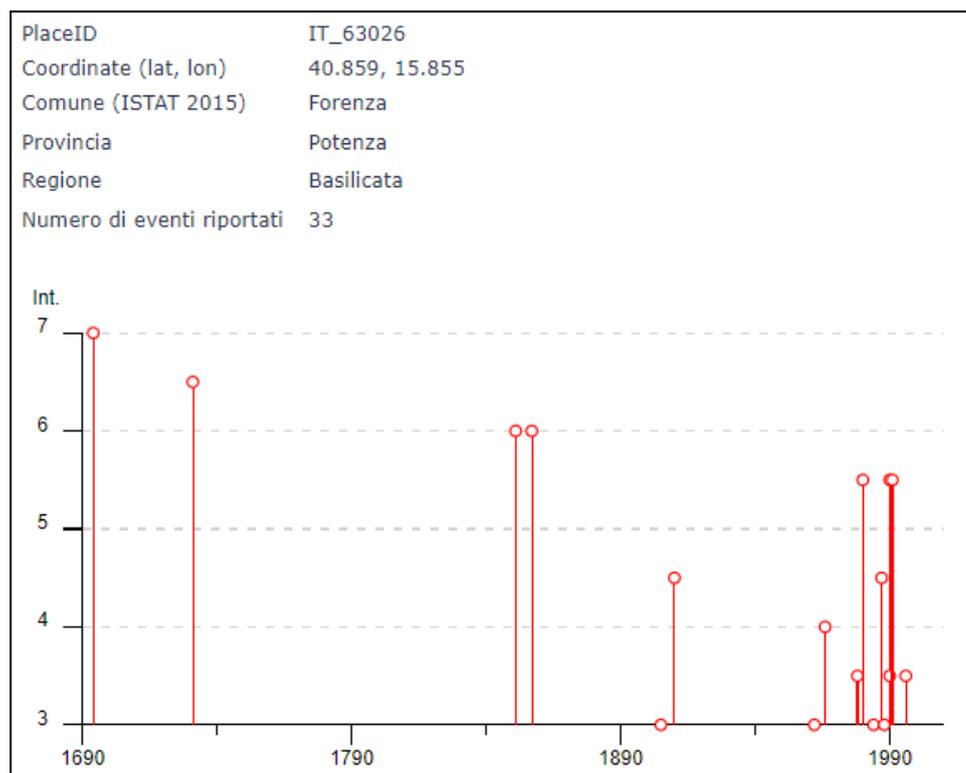
SISMICITA' DELL'AREA

Il comune di Forenza è collocato ai margini delle strutture tettoniche sismogenetiche dell'Appennino meridionale risentendo degli effetti causati da queste sorgenti sismogenetiche.

Il tenimento amministrativo di Forenza non è stato mai sede di epicentri di terremoti ma ha risentito di terremoti che vanno dal 1694 al 2006 come riportato nella figura seguente che mostra la storia sismica del comune di Forenza.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
6	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
NF	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno	32	6	4.57
NF	1905	03	14	19	16		Avellinese	94	6-7	4.90
3	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
4-5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
NF	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
2	1930	11	06	21	56		Alta Murgia	16	5	4.41
NF	1957	05	03	03	29	3	Potentino	36	5	4.09
3	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
NF	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7	5.19
4	1966	07	06	04	24		Alta Murgia	46	4	4.26
3-4	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
5-6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
4-5	1987	01	28	05	33	2	Potentino	62	5	4.54
3	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
NF	1989	05	29	11	19	1	Appennino lucano	77	5	4.34
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3-4	1990	08	28	19	02	5	Potentino	84		4.21
5-6	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3-4	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
2	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
NF	1998	04	26	05	38	0	Potentino	67	4-5	3.76
NF	2002	04	18	20	56	4	Appennino lucano	164	5	4.34
NF	2004	02	23	19	48	4	Appennino lucano	107	4-5	3.82
NF	2004	02	24	05	21	2	Appennino lucano	140	5	4.21
NF	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
2	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64

STORIA SISMICA DI FORENZA (PZ)



CLASSIFICAZIONE SISMICA L.R. 9/2001 – REGIONE BASILICATA

Ai sensi della L.R. 9/2011 zonazione sismica - allegato A e s.m.i. il comune di Forenza è classificato in zona 2d con un valore di PGA pari a 0.175g come riportato nella tabella seguente:

Zona sismica	Nuova zonazione sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
OPCM 3274				
2	2d	0.175	5,2	5

Classificazione della categoria di sottosuolo:

Le misure sismiche eseguite hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio (Vs). La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame rientra nella categoria di sottosuolo “E”.

Classificazione delle condizioni topografiche:

La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.0.

MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari ed utili a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni locali.

Da un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, riportate sia nei capitoli precedenti e negli elaborati allegati al presente studio, i siti prescelti per l'impianto fotovoltaico rientrano in "Zona Stabile Suscettibile di amplificazione locale", dove sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della natura litostratigrafica e morfologica locale.

Il calcolo di tali fattori è stato effettuato mediante appositi abachi, considerando il sottosuolo in esame assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli, con modeste irregolarità morfologiche, in accordo a quanto richiesto dagli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Lo studio di microzonazione sismica è stato eseguito mediante gli abachi.

La litologia prevalente è quella argillosa con abaco a pendenza intermedia e $ag(g) = 0.18g$.

ZONA 1

Dalle sismiche masw eseguite nelle aree di progetto il bedrock sismico è stato individuato a 15.5 metri di profondità.

Si fa presente che l'area presenta un valore dell'angolo di inclinazione dei versanti $i < 15^\circ$ quindi la categoria topografica $T=T1$ ed il coefficiente di amplificazione topografica $ST=1$.

Si ottengono i seguenti valori:

litologia = argilla, abaco a pendenza intermedia con $ag(g) = 0.18g$.

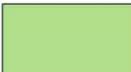
$V_s(h) = V_s(15.5) = 263 \text{ m/s}$

Si ottengono i seguenti valori di F_a e F_v :

FA	2,21
FV	1.61

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

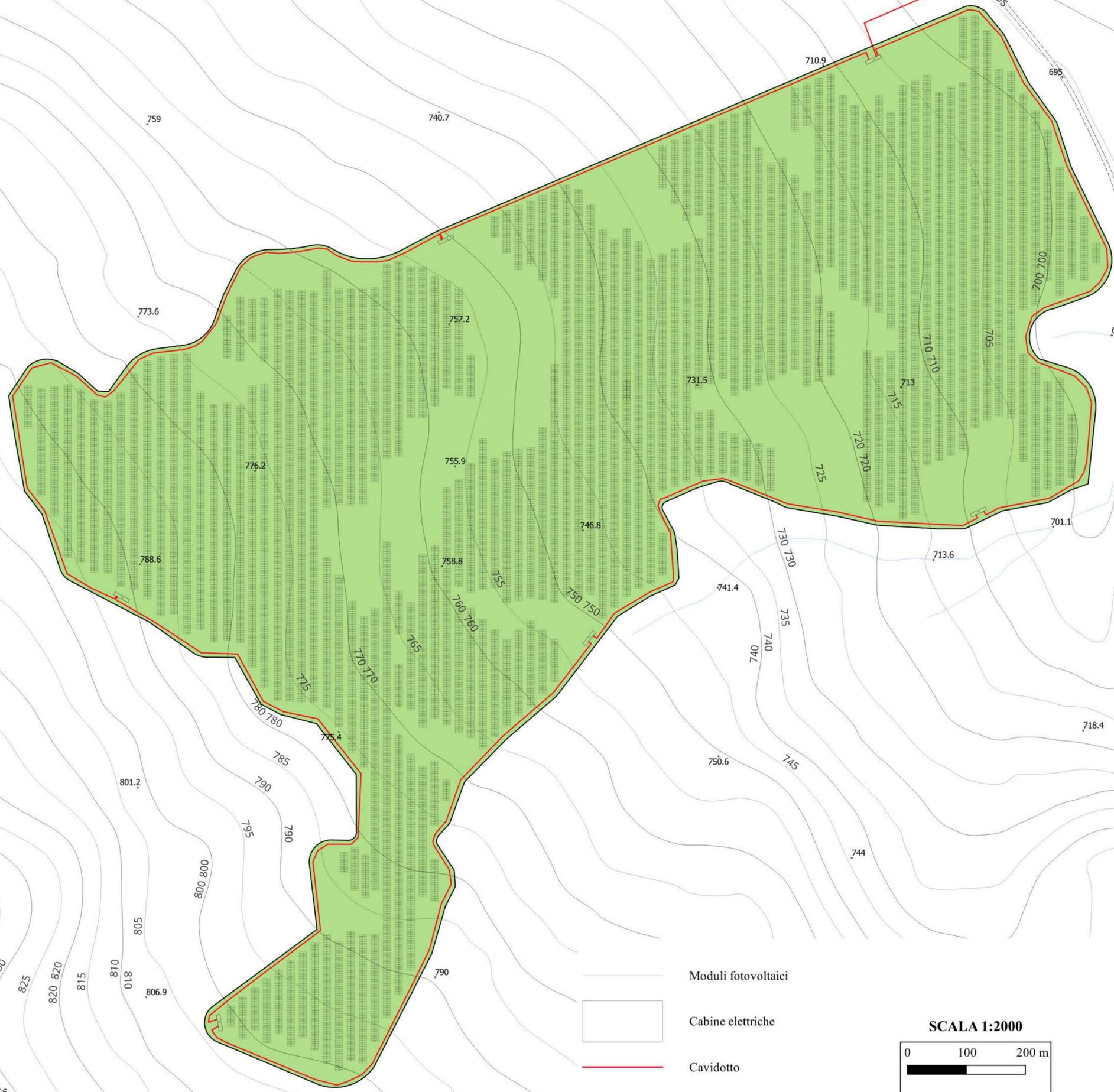
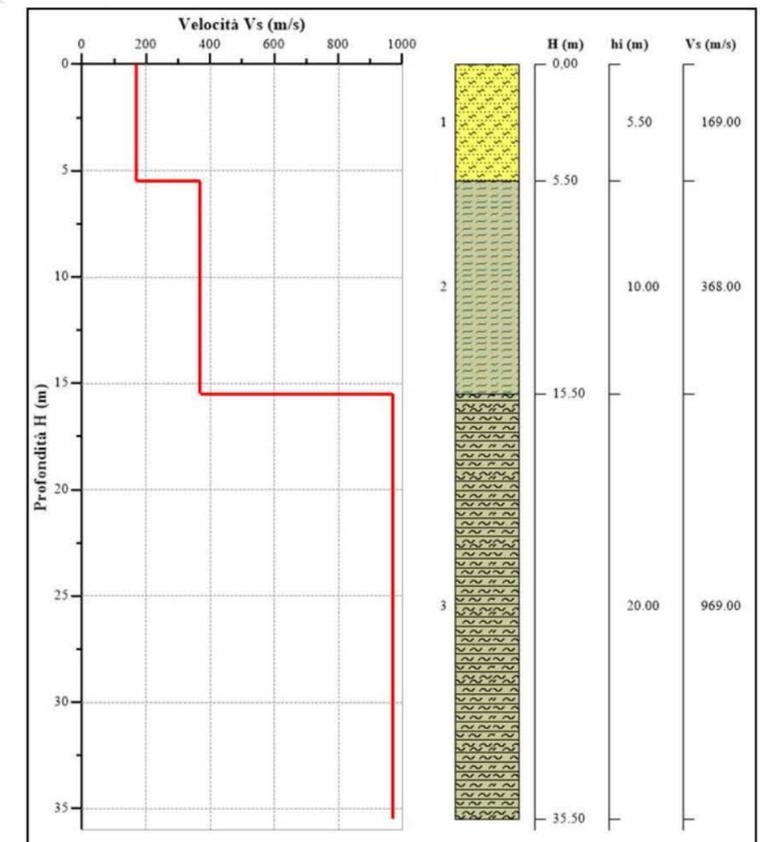
SCALA 1:2000

 ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIIFCAZIONE SISMICA
Litologie argillose

FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

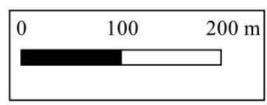
ZONA	Fa	Fv
1	2.21	1.61

SISMOSTRATIGRAFIA - PROFILO Vs



-  Moduli fotovoltaici
-  Cabine elettriche
-  Cavidotto
-  Recinzione

SCALA 1:2000



CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

In conformità alla L.R. 23/99 e del suo Regolamento di Attuazione è stata redatta la “*Carta di Sintesi della Pericolosità e Criticità Geologica e Geomorfologica*” che deriva dalla sovrapposizione analitica e critica dei vari tematismi geologici prodotti.

L’area interessata dalle strutture di progetto è stata classificata per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportato:

28

I AREE NON CRITICHE

Ib – AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ

Queste aree sono ubicate su versanti con acclività $< 15^\circ$, non esondabili.

Le classi Ib sono caratterizzate da unità argilloso-marnose; si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Si esprime la fattibilità geologica e geomorfologica per l’impianto fotovoltaico in progetto.

II AREE CON CRITICITÀ PUNTUALI E MODERATE

IIb AREE SU VERSANTE GLOBALMENTE STABILI CON MODESTI FENOMENI DI INSTABILITÀ PUNTUALI

Queste aree IIb di estensione limitata corrispondono ad aree con evidenze di movimenti di modesta entità tipo creep nella zona di monte del versante; queste vanno messe in sicurezza con opere di regimentazione delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale.

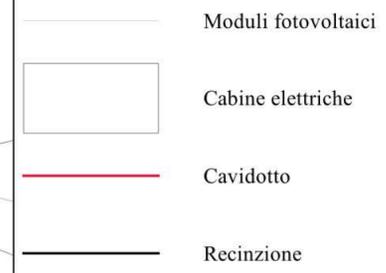
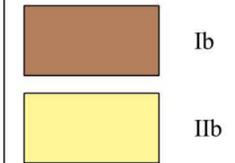
I sostegni dei moduli fotovoltaici che dovranno superare la profondità della coltre sottoposta a creep avranno comunque un effetto di consolidamento.

Si esprime la fattibilità geologica e geomorfologica per l’impianto fotovoltaico in progetto.

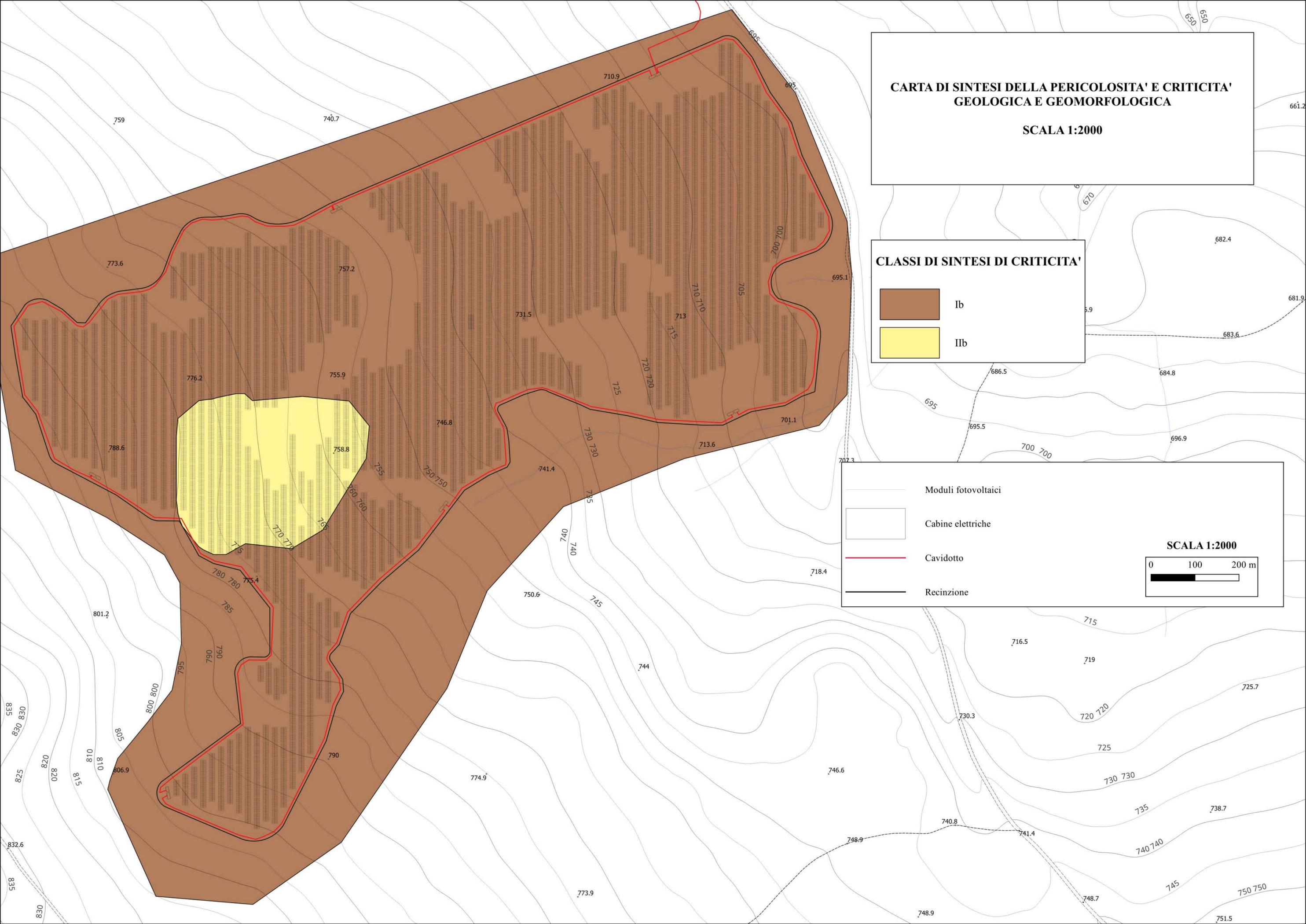
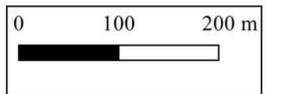
**CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA'
GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

SCALA 1:2000

CLASSI DI SINTESI DI CRITICITA'



SCALA 1:2000

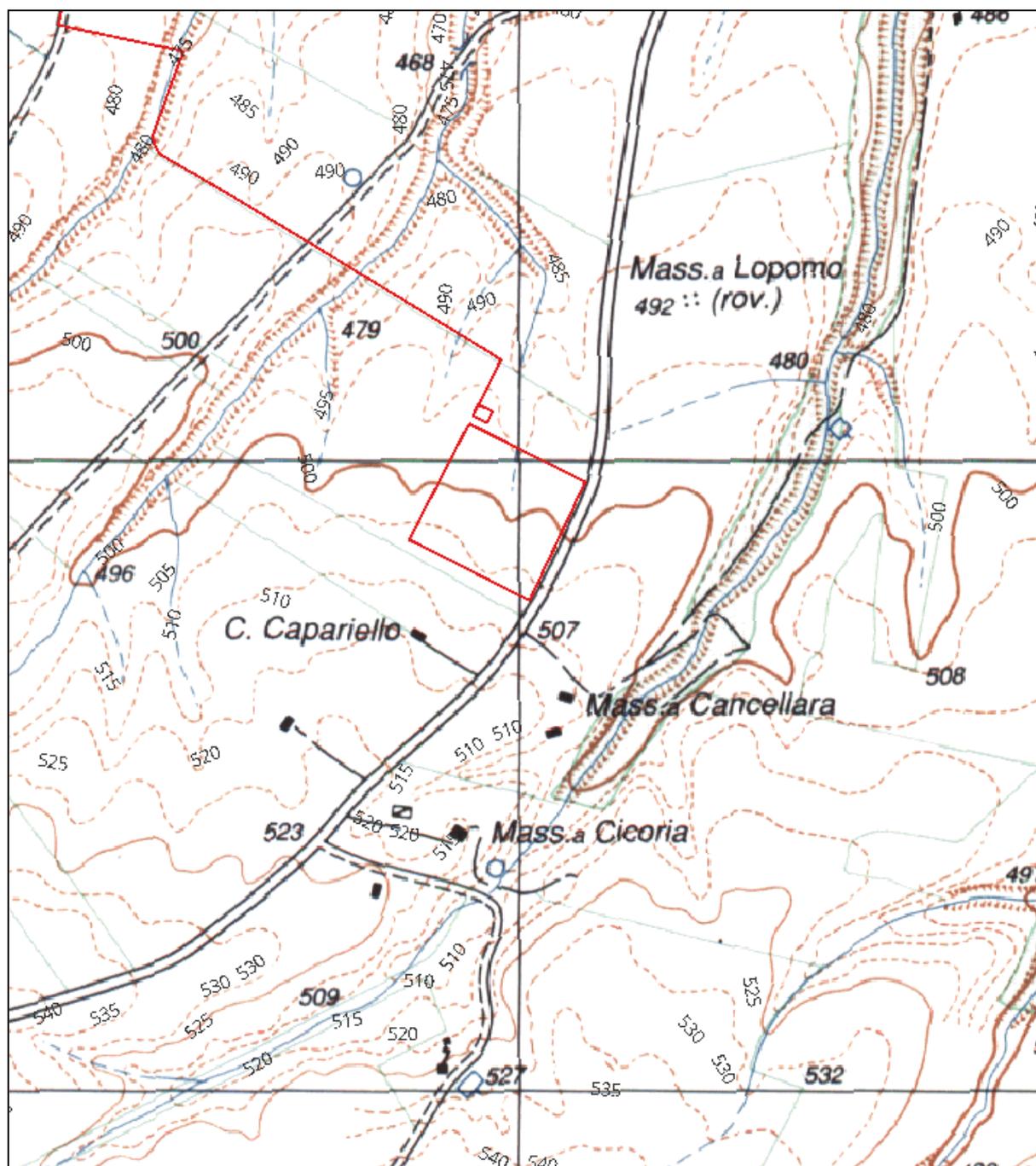


AREA STAZIONE TERNA

La Stazione elettrica Terna è ubicata nel territorio comunale di Palazzo San Gervasio in prossimità di Case Cappariello.

Le Coordinate Geografiche della Cabina elettrica della futura stazione TERNA “Palazzo S. Gervasio” sono le seguenti: Lat. 40.88797048 ° E Long. 15.92456907° N – Lat. 40°53’16.7’’N Long. 15°55’28.44’’E

Dal punto di vista catastale è compresa nel Foglio 27 particelle 81-168-293-294.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

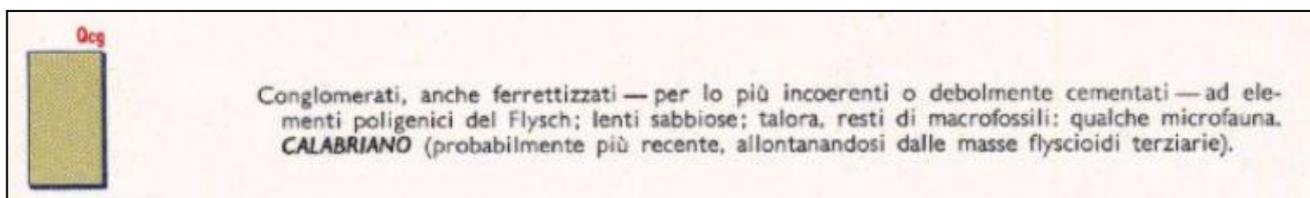
La Stazione Terna con la relativa cabina di consegna è ubicata nel settore esterno dell'Appennino meridionale ed in particolare immediatamente ad est del limite tra le unità alloctone del fronte della catena e le successioni sedimentarie plio-quadernarie dell'Avanfossa bradanica.

La cartografia Geologica ufficiale in cui rientra il sito in esame è rappresentata dal Foglio 187 Melfi della Carta Geologica d'Italia.

30



STRALCIO DELLE CARTA GEOLGICA FOGLIO 187



Dal punto di vista litologico sono presenti i depositi clastici della Fossa Bradanica, che

costituiscono una potente successione plio-pleistocenica spessa 3-4 km (Tropeano et al., 2002).

Le successioni affioranti sono rappresentate da conglomerati (Qcg) di ambiente litorale e continentale, a testimonianza della regressione marina iniziata nel Pleistocene inferiore e legata al sollevamento tettonico che ha interessato anche il settore esterno della catena e l'avampaese apulo (Schiattarella et al., 2006).

I conglomerati si presentano sia clastosostenuti sia matricesostenuti con clasti ben arrotondati con dimensioni variabili da alcuni centimetri ad alcuni decimetri con un assetto geometrico sub-orizzontale.

Alle porzioni più conglomeratiche si alternano a più altezze stratigrafiche strati di sabbie addensate giallastre a spessore metrico, ma la litologia nettamente prevalente è quella conglomeratica.

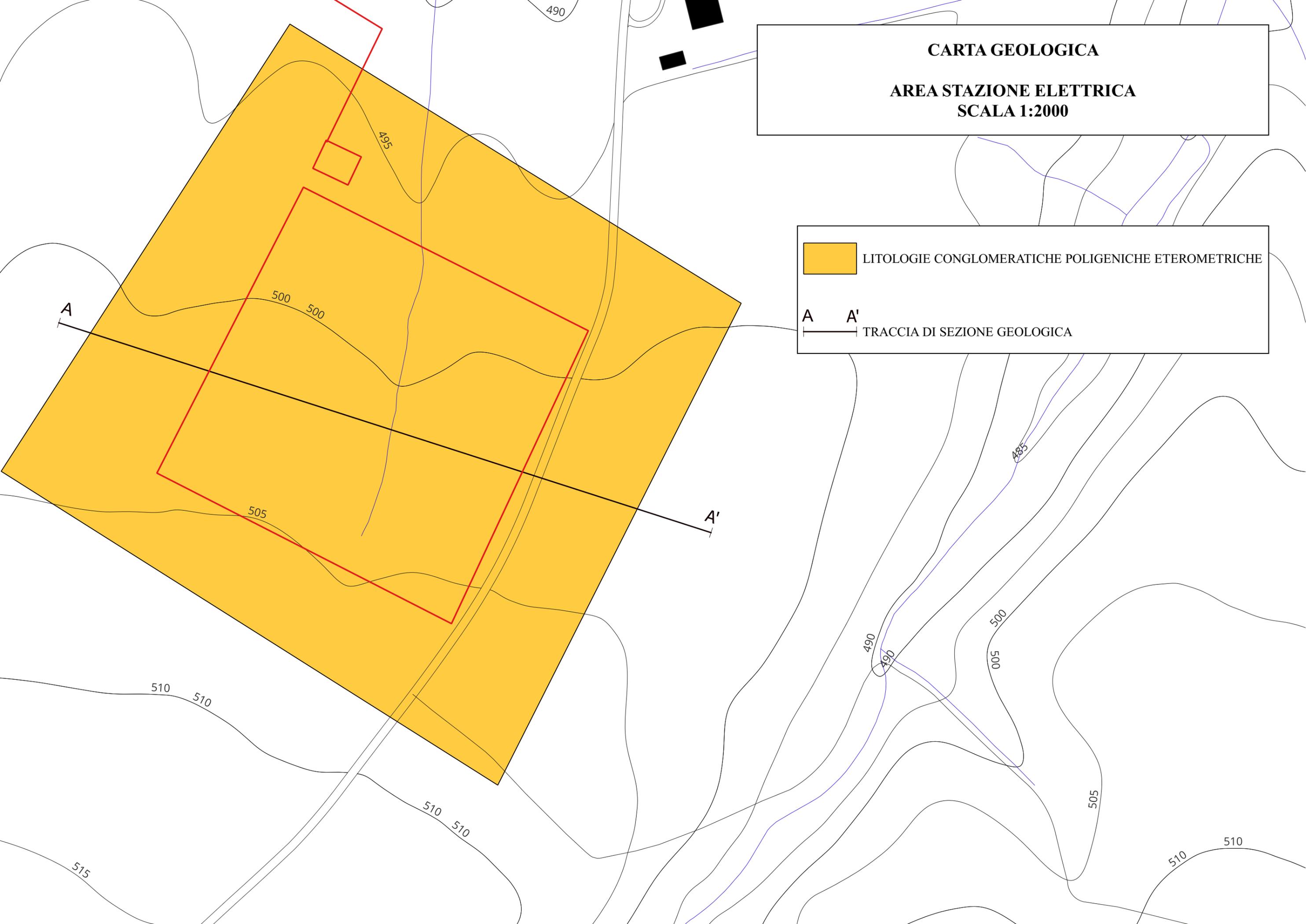
L'assetto geometrico della successione litostratigrafica è sub-orizzontale.

CARTA GEOLOGICA

**AREA STAZIONE ELETTRICA
SCALA 1:2000**

 LITOLOGIE CONGLOMERATICHE POLIGENICHE ETEROMETRICHE

 TRACCIA DI SEZIONE GEOLOGICA

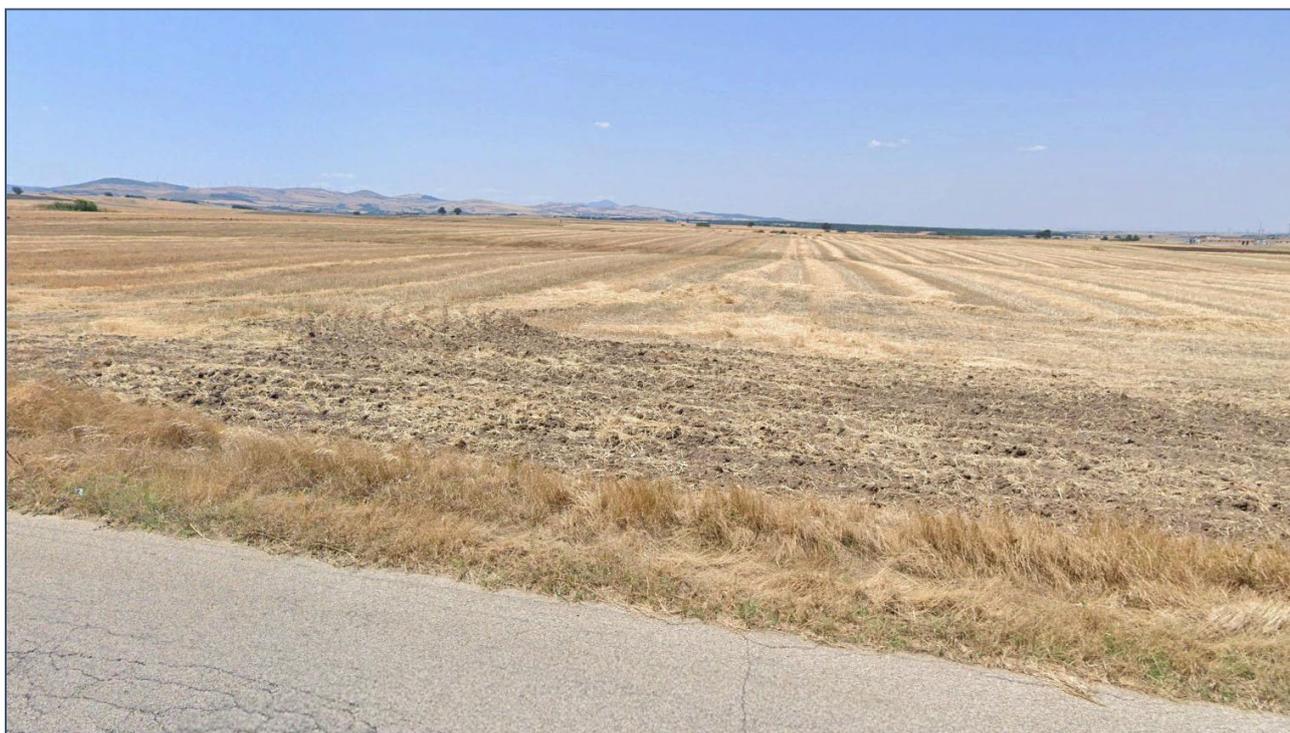


INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO AREA STAZIONE TERNA

Dal punto di vista geomorfologico l'area si presenta subpianeggiante su un antico terrazzo alluvionale dove la pendenza non supera il 6% e la quota altimetrica è di 500 m s.l.m.

Quindi l'acclività di tutte le aree di progetto è bassa e non supera i 15° per cui, con riferimento anche alla risposta sismica locale in funzione delle “condizioni topografiche”, esse rientrano nella categoria T1 “superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ” [punto 3.2.III del Decreto 17 Gennaio 2018: “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”].

L'area è priva di elementi morfologici dovuti a dissesti, si presentano stabili.

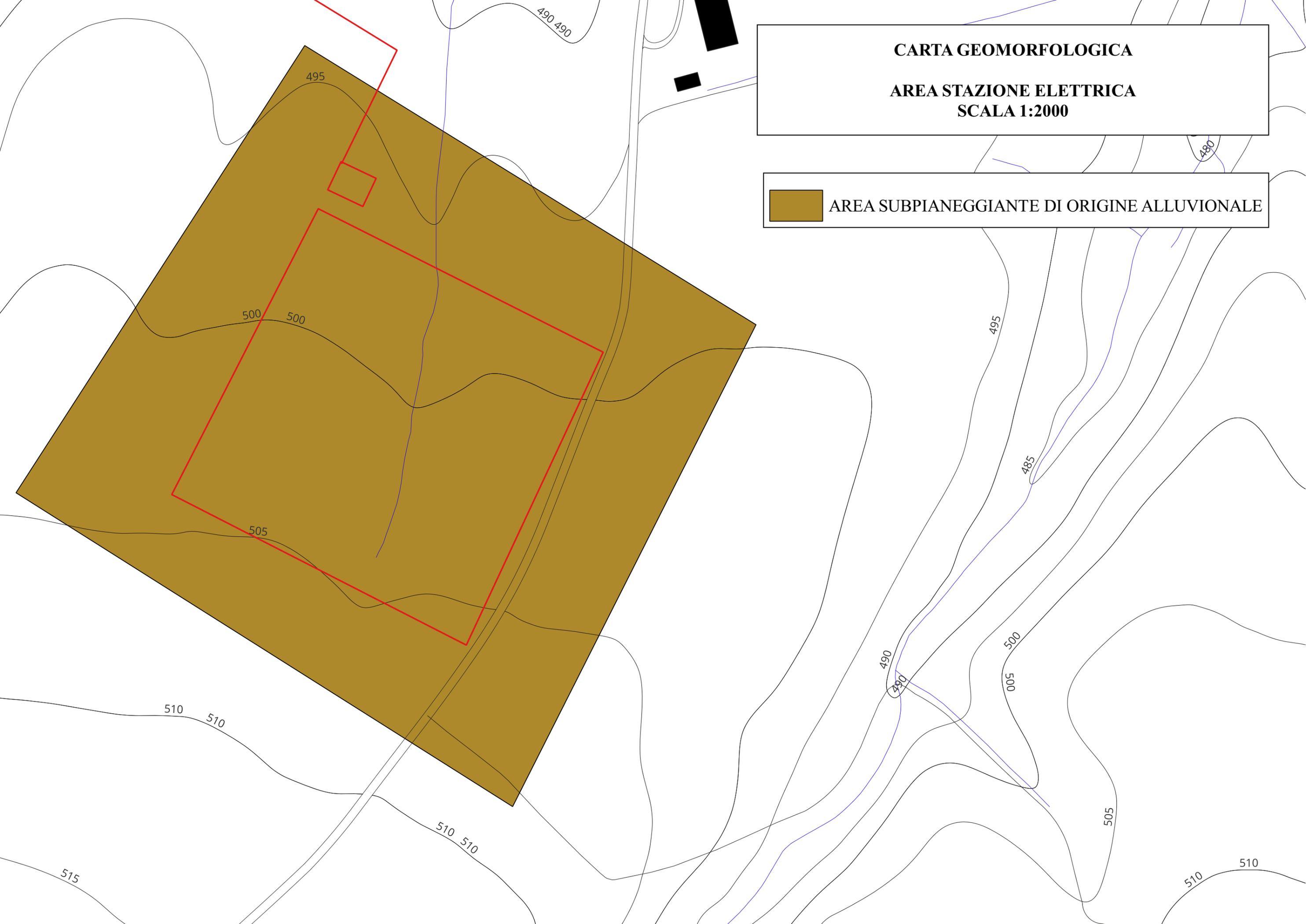


MORFOLOGIA SUB-PIANEGGIANTE DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

Nei pressi dell'area indagata è presente un reticolo idrografico scarsamente ramificato, ciò è legato essenzialmente al clima, caratterizzato da una bassa piovosità media ed alla presenza di litologie affioranti dotate di una buona permeabilità, la quale favorisce l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche rispetto allo scorrimento superficiale.

CARTA GEOMORFOLOGICA
AREA STAZIONE ELETTRICA
SCALA 1:2000

 AREA SUBPIANEGGIANTE DI ORIGINE ALLUVIONALE



L'idrografia superficiale è rappresentata da incisioni torrentizie del primo e secondo ordine gerarchico con alvei secchi per gran parte dell'anno al di fuori dell'area della Stazione elettrica Terna.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi indagati la permeabilità è da ritenersi da media ad elevata, in funzione della percentuale della componente sabbiosa e della cementazione dei conglomerati.

Le litologie conglomeratiche sono permeabili per porosità primaria, a luoghi dove cementati e fratturati sono permeabili per porosità secondaria.

Dalla consultazione di una stratigrafia relativa ad un pozzo idrico (con coordinate geografiche WGS84 long. 15,942839 e lat. 40,895381) scavato fino alla profondità di 128 m dal piano campagna ed ubicato a poca distanza dall'area di interesse si rileva una falda acquifera alla profondità di circa 35-40 metri, pertanto è ininfluente ai fini della valutazione di ipotetiche interferenze con le opere relative all'intervento e alla sua gestione futura nel corso del tempo.

Nelle aree interessate dalle opere in progetto non sono presenti sorgenti d'acqua.

 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale																																																													
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																																																															
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine																																																													
Codice: 162782 Regione: BASILICATA Provincia: POTENZA Comune: PALAZZO SAN GERVASIO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 128,00 Quota pc slm (m): 490,00 Anno realizzazione: 1995 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 17,000 Portata esercizio (l/s): 15,000 Numero falde: 3 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 9 Longitudine WGS84 (dd): 15,942839 Latitudine WGS84 (dd): 40,895381 Longitudine WGS84 (dms): 15° 56' 34.23" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 53' 43.37" N																																																															
(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia																																																															
DIAMETRI PERFORAZIONE																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>128,00</td> <td>128,00</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	128,00	128,00	500																																																					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																											
1	0,00	128,00	128,00	500																																																											
FALDE ACQUIFERE																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>35,00</td> <td>40,00</td> <td>5,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50,00</td> <td>55,00</td> <td>5,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>85,00</td> <td>115,00</td> <td>30,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	35,00	40,00	5,00	2	50,00	55,00	5,00	3	85,00	115,00	30,00																																															
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																																												
1	35,00	40,00	5,00																																																												
2	50,00	55,00	5,00																																																												
3	85,00	115,00	30,00																																																												
MISURE PIEZOMETRICHE																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gen/1995</td> <td>50,00</td> <td>90,00</td> <td>40,00</td> <td>17,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	gen/1995	50,00	90,00	40,00	17,000																																																					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																											
gen/1995	50,00	90,00	40,00	17,000																																																											
STRATIGRAFIA																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>5,00</td> <td>5,00</td> <td></td> <td>TERRICCIO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5,00</td> <td>35,00</td> <td>30,00</td> <td></td> <td>CONGLOMERATO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>35,00</td> <td>40,00</td> <td>5,00</td> <td></td> <td>ROCCIA ACQUIFERA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40,00</td> <td>45,00</td> <td>5,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLU</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>45,00</td> <td>70,00</td> <td>25,00</td> <td></td> <td>CONGLOMERATO</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>70,00</td> <td>85,00</td> <td>15,00</td> <td></td> <td>SABBIA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>85,00</td> <td>115,00</td> <td>30,00</td> <td></td> <td>BRECCIA DI FIUME</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>115,00</td> <td>125,00</td> <td>10,00</td> <td></td> <td>SABBIA BLU</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>125,00</td> <td>128,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLU</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	5,00	5,00		TERRICCIO	2	5,00	35,00	30,00		CONGLOMERATO	3	35,00	40,00	5,00		ROCCIA ACQUIFERA	4	40,00	45,00	5,00		ARGILLA BLU	5	45,00	70,00	25,00		CONGLOMERATO	6	70,00	85,00	15,00		SABBIA GIALLA	7	85,00	115,00	30,00		BRECCIA DI FIUME	8	115,00	125,00	10,00		SABBIA BLU	9	125,00	128,00	3,00		ARGILLA BLU			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																																										
1	0,00	5,00	5,00		TERRICCIO																																																										
2	5,00	35,00	30,00		CONGLOMERATO																																																										
3	35,00	40,00	5,00		ROCCIA ACQUIFERA																																																										
4	40,00	45,00	5,00		ARGILLA BLU																																																										
5	45,00	70,00	25,00		CONGLOMERATO																																																										
6	70,00	85,00	15,00		SABBIA GIALLA																																																										
7	85,00	115,00	30,00		BRECCIA DI FIUME																																																										
8	115,00	125,00	10,00		SABBIA BLU																																																										
9	125,00	128,00	3,00		ARGILLA BLU																																																										

ISPRA - Copyright 2018

STRATIGRAFIA POZZO PER ACQUA CONSULTATA

INDAGINI ESEGUITE NELL'AREA DELLA STAZIONE TERNA

Nell'area occupata dalla Stazione Terna è stata eseguita una campagna di indagini e geotecniche in sito e indagini sismiche.

Nello specifico sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche continue ed una prospezione sismica di tipo masw.

PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE

Questa prova, normata dall'Eurocodice 7, è effettuata mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, misurando il numero di colpi necessari all'avanzamento.

La prova è stata effettuata con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m; l'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame.

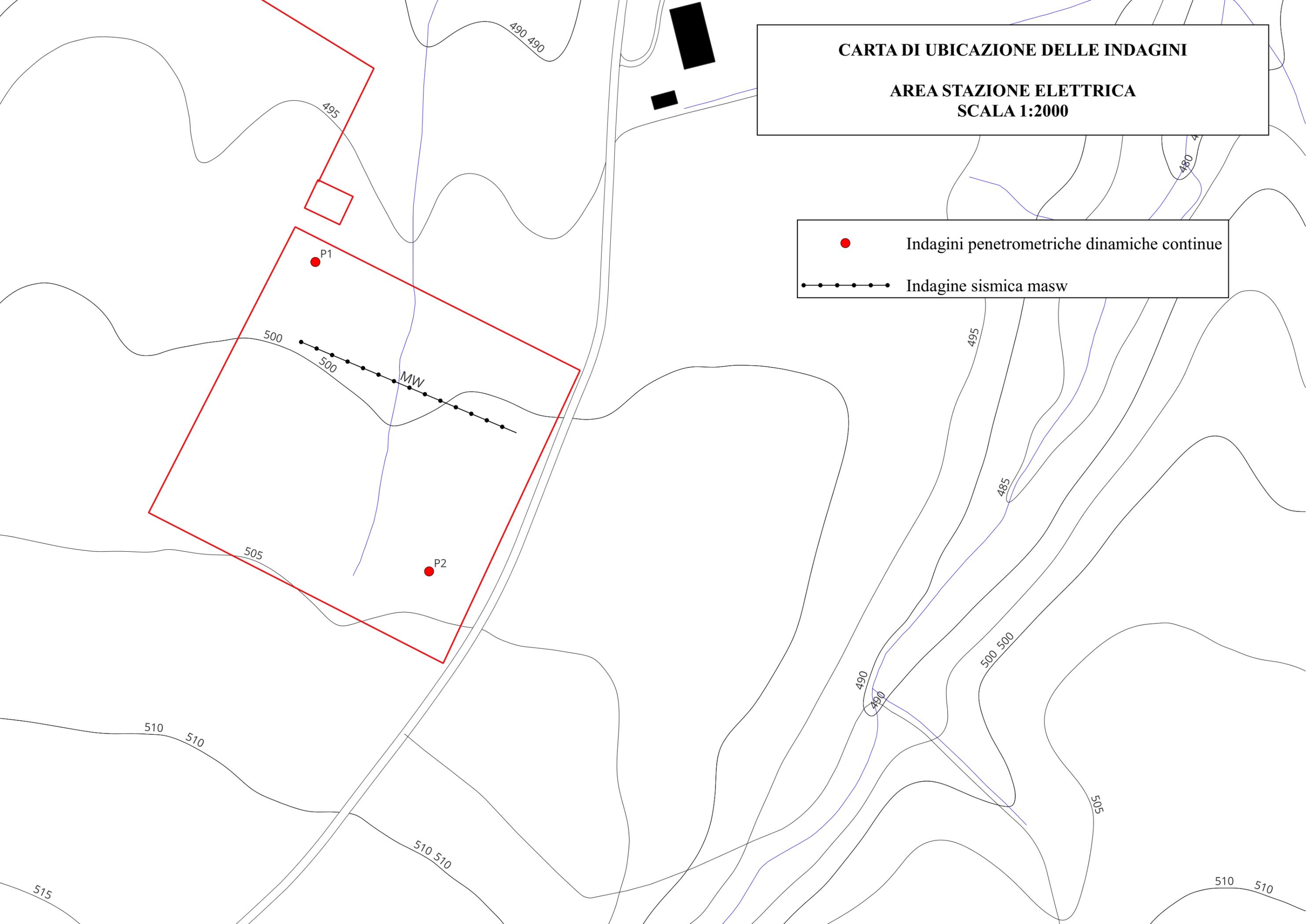
Le prove hanno permesso di ottenere informazioni sullo stato di consistenza del terreno in base al numero di colpi di un maglio per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto; fatta questa premessa, necessaria ai fini della comprensione delle indagini penetrometriche, tenuto conto dei valori rilevati lungo ogni verticale d'indagine.

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati ottenuti per ciascuna prova con il report specifico dei risultati.

CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI

**AREA STAZIONE ELETTRICA
SCALA 1:2000**

- Indagini penetrometriche dinamiche continue
- Indagine sismica masw



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 14-11-2020

Profondità prova 2.50 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	5	0.857	1.59	1.85	158.66	185.23
0.20	4	0.855	1.27	1.48	126.64	148.18
0.30	7	0.853	2.21	2.59	221.12	259.32
0.40	9	0.851	2.84	3.33	283.65	333.41
0.50	6	0.849	1.89	2.22	188.68	222.27
0.60	6	0.847	1.88	2.22	188.26	222.27
0.70	8	0.845	2.50	2.96	250.47	296.36
0.80	9	0.843	2.81	3.33	281.17	333.41
0.90	22	0.742	5.75	7.76	575.36	775.91
1.00	21	0.740	5.48	7.41	547.89	740.64
1.10	25	0.738	6.51	8.82	650.71	881.72
1.20	18	0.786	4.99	6.35	499.15	634.84
1.30	16	0.785	4.43	5.64	442.72	564.30
1.40	13	0.783	3.59	4.58	358.94	458.49
1.50	15	0.781	4.13	5.29	413.28	529.03
1.60	17	0.780	4.67	6.00	467.39	599.57
1.70	25	0.728	6.42	8.82	641.83	881.72
1.80	27	0.726	6.92	9.52	691.65	952.25
1.90	22	0.725	5.37	7.40	536.61	740.41
2.00	24	0.723	5.84	8.08	584.13	807.72
2.10	33	0.672	7.46	11.11	745.93	1110.61
2.20	34	0.670	7.67	11.44	766.80	1144.27
2.30	48	0.619	9.99	16.15	999.35	1615.43
2.40	49	0.617	10.18	16.49	1017.73	1649.09
2.50	50	0.616	10.36	16.83	1036.04	1682.74

36

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa	3	0.80	3	27.86	21.71	28.37
[2] - ghiaia sabbiosa	10	2.50	10	29.86	27.25	38.1

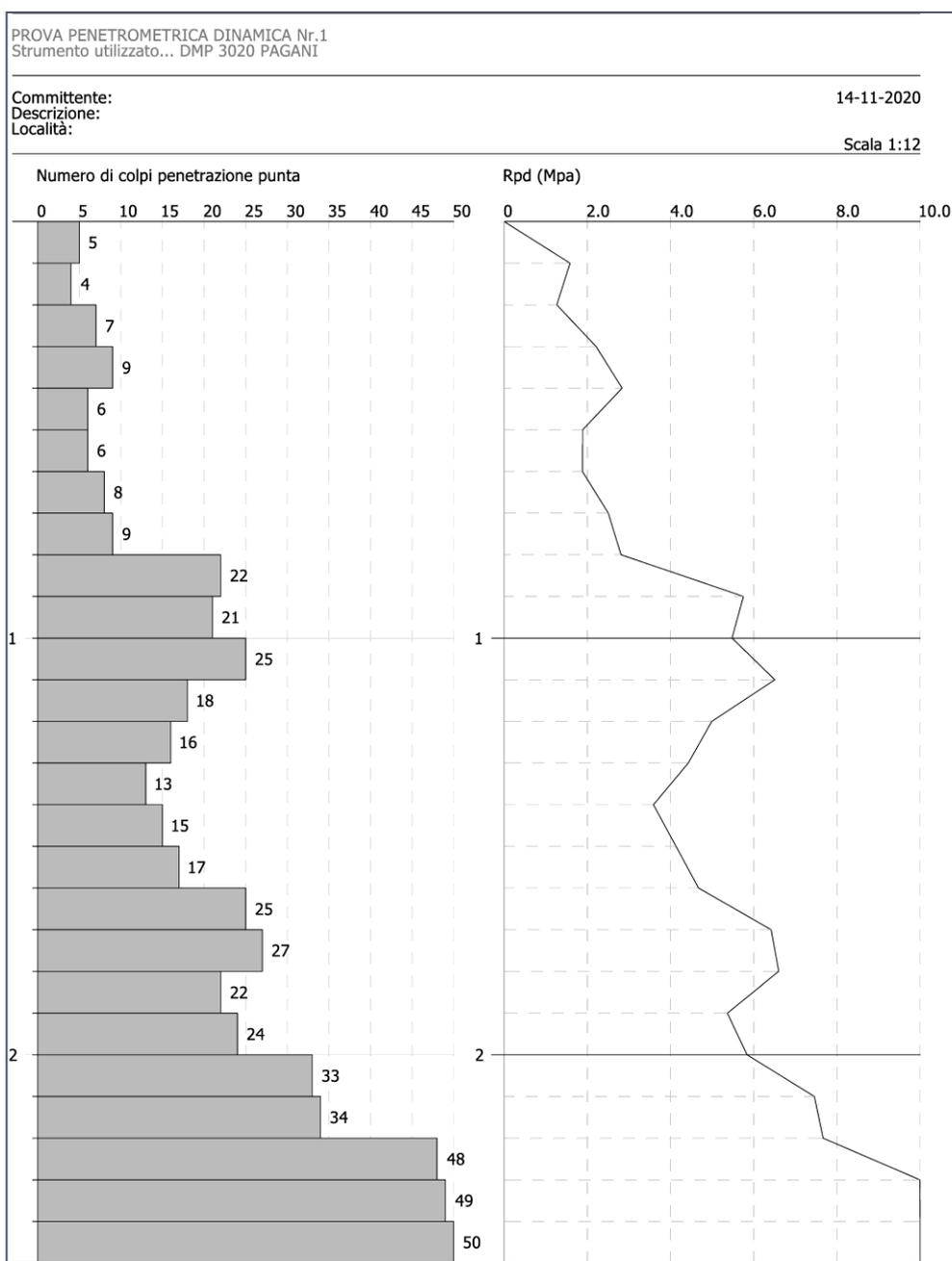
Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa	3	0.80	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - ghiaia sabbiosa	10	2.50	10	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa	3	0.80	3	Meyerhof et al.	14.22
[2] - ghiaia sabbiosa	10	2.50	10	Meyerhof et al.	16.97

37



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 14-11-2020

Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	7	0.857	2.22	2.59	222.13	259.32
0.20	10	0.855	3.17	3.70	316.60	370.45
0.30	12	0.853	3.79	4.45	379.06	444.54
0.40	11	0.851	3.47	4.07	346.69	407.50
0.50	10	0.849	3.14	3.70	314.47	370.45
0.60	11	0.847	3.45	4.07	345.15	407.50
0.70	22	0.745	6.07	8.15	607.30	814.99
0.80	24	0.743	6.61	8.89	660.88	889.08
0.90	18	0.792	5.02	6.35	502.49	634.84
1.00	22	0.740	5.74	7.76	573.98	775.91
1.10	29	0.738	7.55	10.23	754.82	1022.79
1.20	16	0.786	4.44	5.64	443.69	564.30
1.30	16	0.785	4.43	5.64	442.72	564.30
1.40	17	0.783	4.69	6.00	469.38	599.57
1.50	16	0.781	4.41	5.64	440.83	564.30
1.60	15	0.780	4.12	5.29	412.41	529.03
1.70	18	0.778	4.94	6.35	493.86	634.84
1.80	18	0.776	4.93	6.35	492.84	634.84
1.90	16	0.775	4.17	5.38	417.18	538.48
2.00	27	0.723	6.57	9.09	657.14	908.68
2.10	47	0.622	9.83	15.82	983.30	1581.78
2.20	48	0.620	10.02	16.15	1001.77	1615.43
2.30	40	0.619	8.33	13.46	832.79	1346.19
2.40	50	0.617	10.38	16.83	1038.50	1682.74

38

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

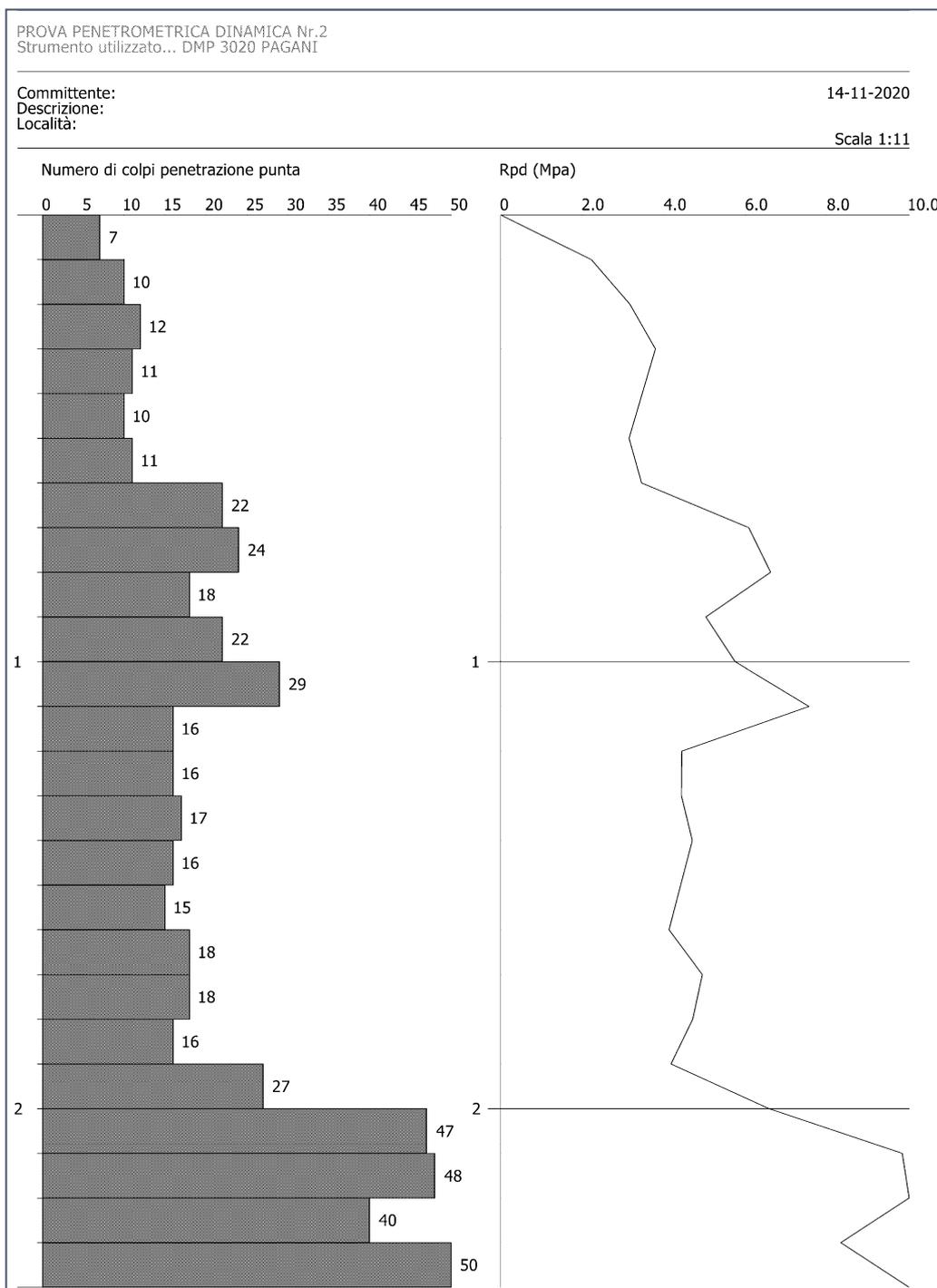
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello
[1] - Strato	5	0.80	5	28.43	23.66	32.82
[2] - Strato	11	2.00	11	30.14	27.85	39.06
[3] - Strato	31	2.40	31	35.86	36.56	47.55

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	5	0.80	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	11	2.00	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	31	2.40	31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

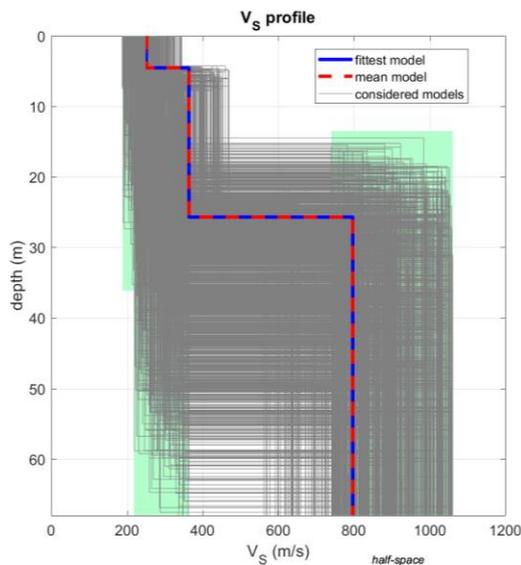
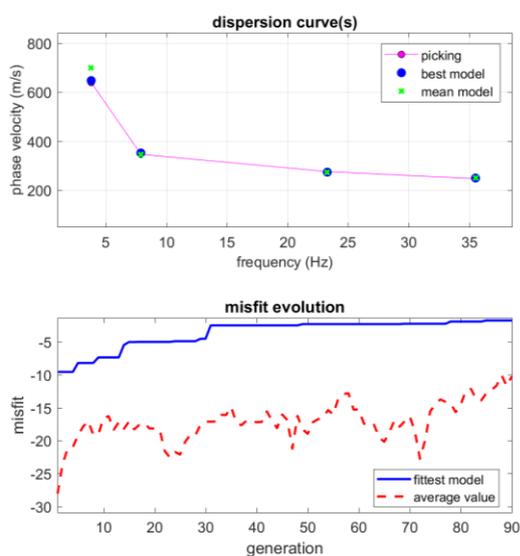
Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] - Strato	5	0.80	5	Meyerhof et al.	15.10
[2] - Strato	11	2.00	11	Meyerhof et al.	17.26
[3] - Strato	31	2.40	31	Meyerhof et al.	20.99



RISULTATI SISMICA MASW AREA STAZIONE TERNA

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva Masw ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro $V_{s(eq.)}$ risultato essere pari al valore di 368 (m/s).

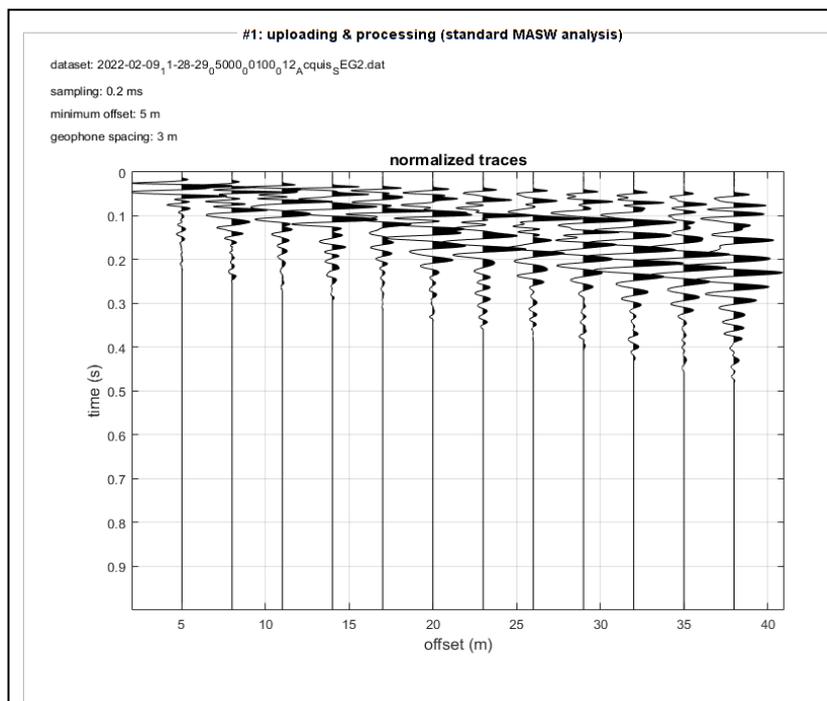


dataset: 2022-02-09_11-28-29_05000_00100_012_Acquis_SEG2.dat
dispersion curve: FORENZA_3_STAZIONE_TERNA_MASW.cdp
Vs30 & VsE (best model): 368 368 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 368 368 m/s

IN
M

INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE VS IDENTIFICATO.

PI
O



SISMOGRAMMA TRACCE NORMALIZZATE

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: FORENZA_2_STAZIONE_TERNA_MASW.cdp.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 252, 364, 797

Standard deviations (m/s): 1, 0, 0

Thickness (m): 4.5, 21.2

Standard deviations (m/s): 0.0, 0.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.90 1.99 2.18

Shear modulus (MPa) (approximate values): 121 263 1383

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 525 758 1659

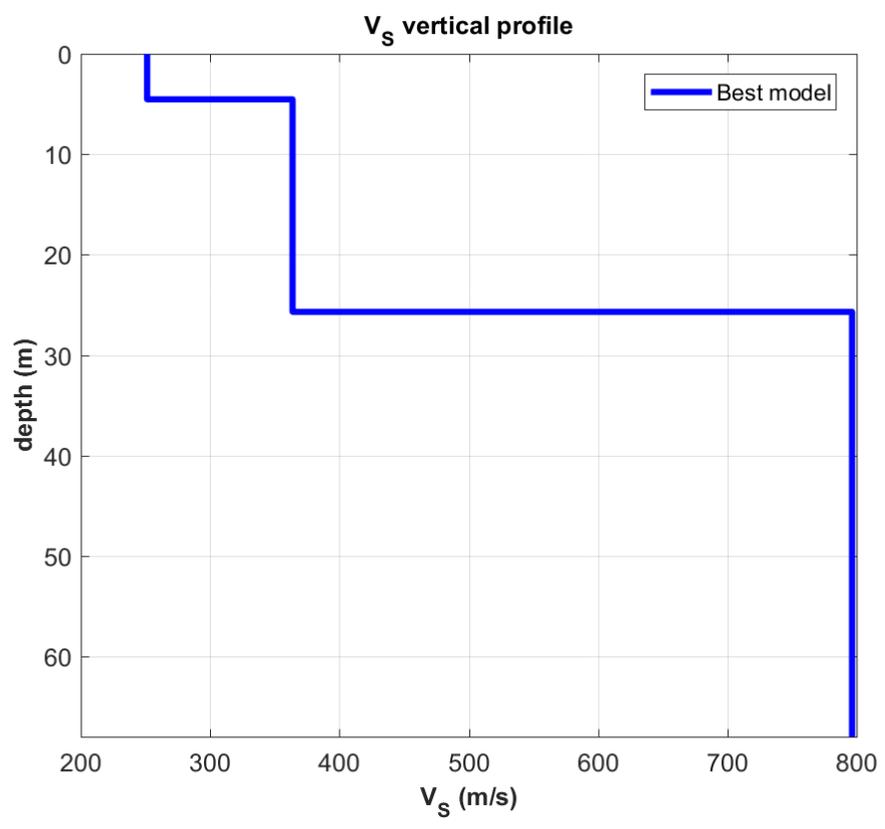
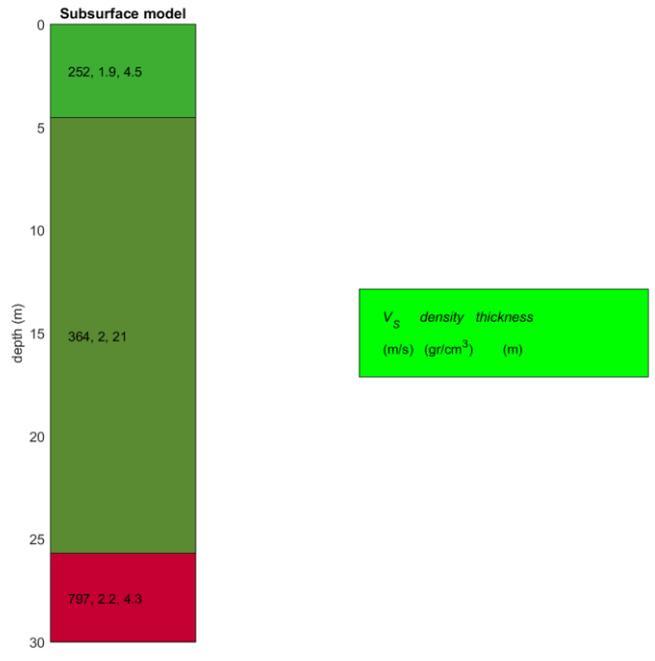
Vs30 and VsE (m/s): 368

Il profilo verticale delle onde S ricavato dallo stendimento sismico mostra un primo strato dello spessore medio di 4.50 m con velocità delle onde di taglio pari a 252 m/s; a seguire un secondo sismostrato dello spessore medio di 21.00 m con velocità delle onde pari a 364 m/s; alla profondità di circa 26.00 m si individua un terzo sismostrato con Vs pari a circa 800 m/s ascrivibile al substrato sismico.

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018

Il sottosuolo del sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 rientra nella categoria di tipo B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità di taglio con la profondità come ben evidente dalle immagini seguenti dove si riporta la sismostratigrafia ed il profilo verticale delle Vs:



MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO - AREA STAZIONE TERNA

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione, sono estrapolate da correlazioni con dati acquisiti con le indagini geognostiche realizzate nel sito di stretto interesse progettuale.

Per il modello geologico si è cercato di accorpare e sintetizzare gli strati litologici riportati nella stratigrafia in due unità litotecniche prevalenti.

1) 0.00 a circa 0.80 m limo-sabbioso con pochi ciottoli, poco addensato.

da 0.80 m in poi compare la componente più marcatamente conglomeratico-sabbiosa addensata.

Nella tabella seguente si riporta il modello geotecnico con i valori dei parametri geotecnici medi e cautelativi attribuibili alle litologie riscontrate in loco:

Unità litotecnica	Profondità (m)	Densità naturale (γ_n) <i>KN/m³</i>	Coesione drenata (C') <i>KN/m²</i>	coefficiente dell'angolo di attrito interno ($\phi_{,,}$)
1	0.00 – 0.80	18.50	-	23°
2	0.80 - 2.00 (2.50 m)	19,10	-	27°
3	➤ 2.50 m			30°

CLASSIFICAZIONE SISMICA L.R. 9/2001

Ai sensi della L.R. 9/2011 zonazione sismica - allegato A e s.m.i. il comune di Palazzo San Gervasio è classificato in zona 2c con un valore di PGA pari a 0.200g come riportato nella tabella seguente:

Zona sismica OPCM 3274	Nuova zonazione sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
2	2c	0.200	6,7	50

44

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

Lo studio di microzonazione sismica è stato redatto in base alle disposizioni dell'art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica" ed è stato predisposto il secondo livello di approfondimento facendo riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

In assenza degli abachi regionali di riferimento sono stati utilizzati quelli riportati nel Volume 2 Parte III degli ICMS.

Gli abachi sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido identificabile come bedrock sismico; il

deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante in modo da descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidezza dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Questa suddivisione consente di descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidezza dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

45

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 ad un massimo di 150 m, per un totale di 19 valori.

La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori ed ognuno con tre diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo di velocità è fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi consentito orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Da un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche le aree occupate dalle opere sono state classificate come "Zona Stabile Suscettibile di amplificazione locale".

Dalla sismica masw eseguita nell'area di progetto è stato individuato il substrato sismico alla profondità di 26 metri dal piano campagna.

Si fa presente che le aree indagate presentano un valore dell'angolo di inclinazione $i < 15^\circ$ quindi la categoria topografica $T=T1$ ed il coefficiente di amplificazione topografica $ST=1$.

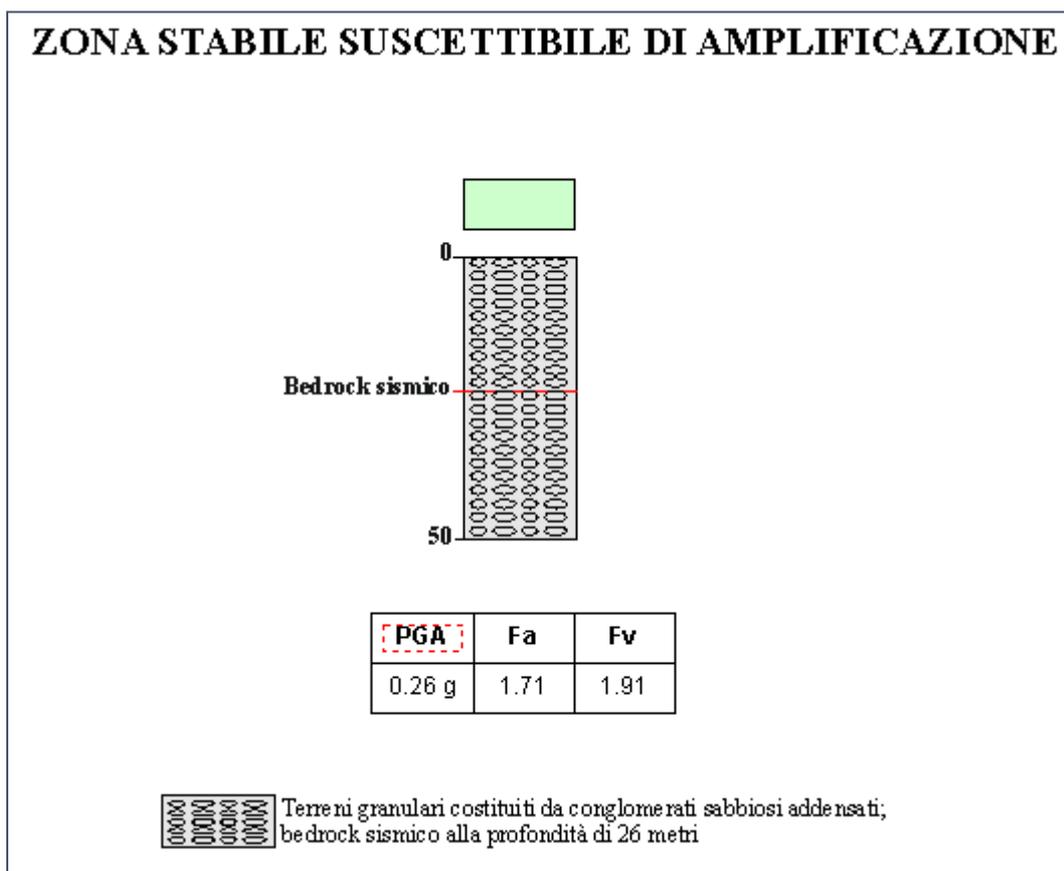
ZONA 2 (AREA STAZIONE TERNA)

Tipo di terreno: ghiaia; $ag(g)$: 0.26g - Profilo di velocità: Lineare pendenza intermedia

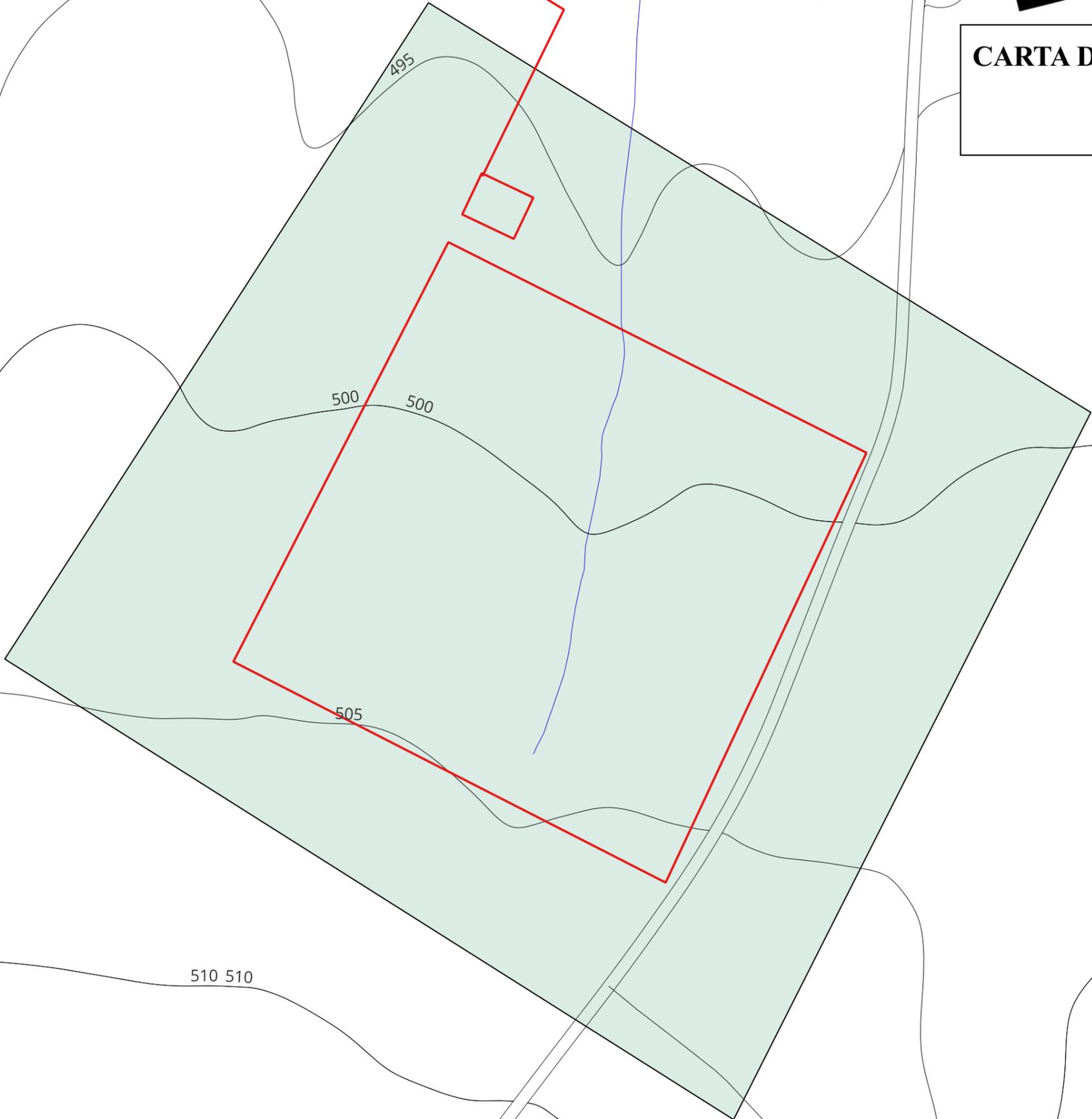
$V_{SH} = V_{Seq} (25.7) = 321$ m/s e $H = 25$ m; Abaco terreni ghiaiosi con profilo di velocità a pendenza intermedia; ag pari a 0,26g.

46

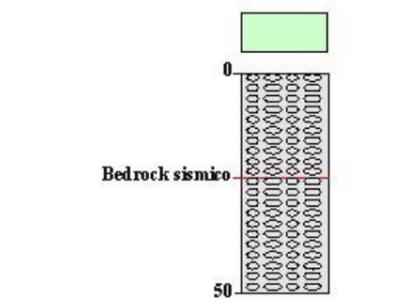
Si ottengono i seguenti valori dei parametri $FA = 1.71$ e $FV = 1.91$.



**CARTA DI MICROZOAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO
AREA STAZIONE ELETTRICA
SCALA 1:2000**



ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE



PGA	Fa	Fv
0.26 g	1.71	1.91

Terreni granulari costituiti da conglomerati sabbiosi addensati;
bedrock sismico alla profondità di 26 metri



CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA AREA STAZIONE TERNA

Le aree di intervento occupata dalla stazione Terna è classificabile come area non critica:

I - AREE NON CRITICHE

Ia AREA PIANEGGIANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ

Si tratta di un'area priva di criticità geologiche con morfologia è subpianeggiante non esondabile ed esente da criticità idrauliche ed idrologiche.

Il sottosuolo è caratterizzato da di terreni conglomeratici che si spingono fino a circa 130 metri di profondità dove si rinvencono le argille.

L'area è esente da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Per le fondazioni dell'impianto fotovoltaico non sono previsti nè opere di sbancamento nè fondazioni in calcestruzzo, in quanto la struttura dei moduli sarà sostenuta da puntali metallici infissi nel terreno con macchina battipali fino ad una profondità non inferiore ad 1.50 m.

Le cabine elettriche da installare sono costituite da strutture in cemento prefabbricate di dimensioni modeste e di forma regolare, in tipologia monoblocco fondate su di un basamento di appoggio (chiamato vasca) anch'esso prefabbricato e posato ad una profondità di 0.60 – 0.70 m dal piano campagna.

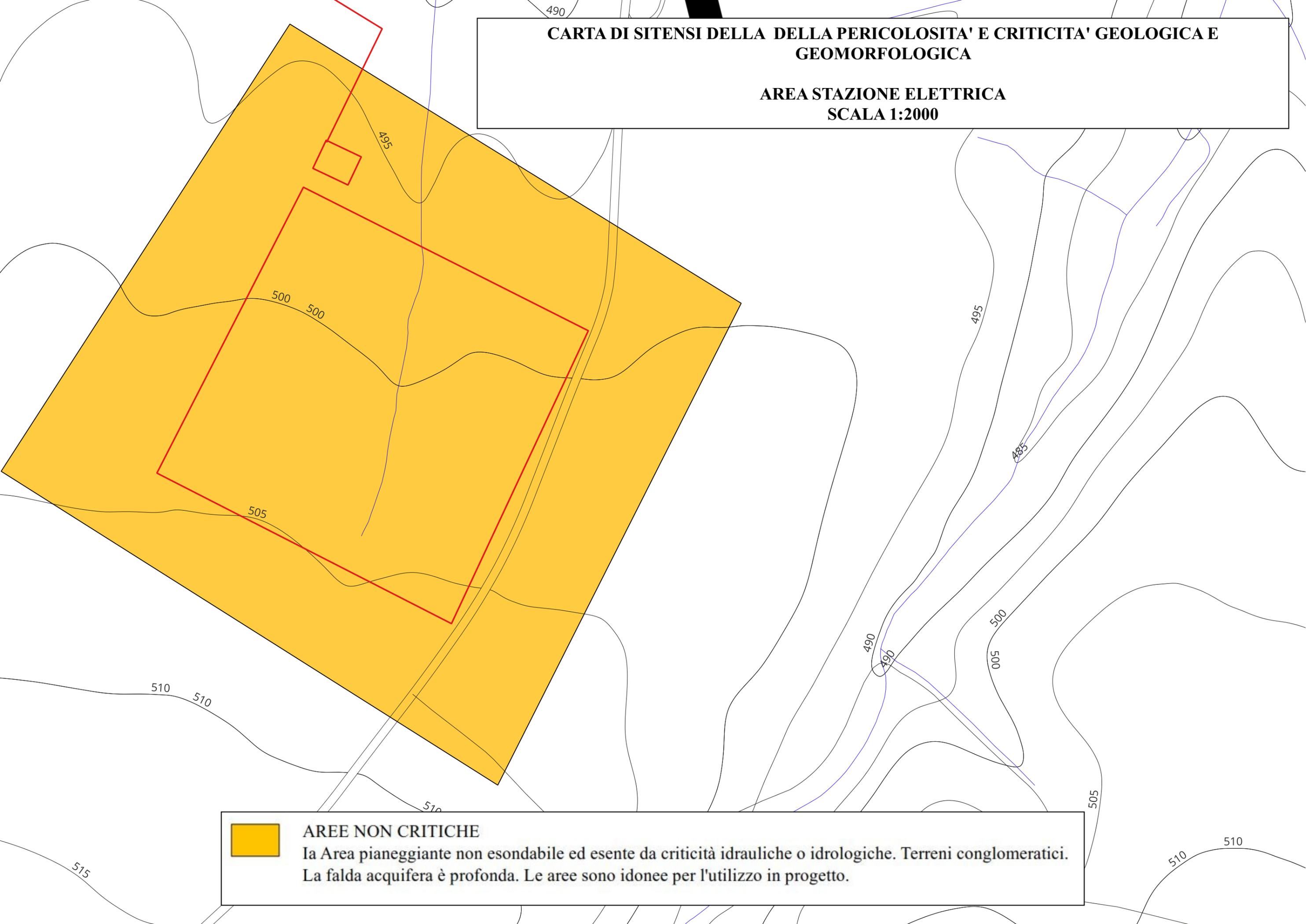
La messa in posto dell'elettrodotta prevede lo scavo di una trincea larga 0.40 m e profonda circa 1.20 m, scavo che immediatamente dopo la posa del cavidotto viene colmato con materiale idoneo, ripristinando l'originario stato morfologico dei luoghi.

Le fasi di scavo, di messa in posto del cavidotto ed il successivo reinterro e ripristino morfologico proprio per le modalità operative e per i tempi di esecuzione rapidi non producono alterazioni della morfologia preesistente e non incidono sulle condizioni di stabilità delle aree attraversate.

Le aree individuate per la realizzazione della stazione Terna sono utilizzabili per l'intervento in progetto.

**CARTA DI SITENSI DELLA DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E
GEOMORFOLOGICA**

**AREA STAZIONE ELETTRICA
SCALA 1:2000**



AREE NON CRITICHE

La Area pianeggiante non esondabile ed esente da criticità idrauliche o idrologiche. Terreni conglomeratici. La falda acquifera è profonda. Le aree sono idonee per l'utilizzo in progetto.

VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico è stato redatto supporto del Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 19.99 Mw in località Tufaroli nel territorio comunale di Forenza (PZ).

Lo studio eseguito ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del sito di progetto localizzato a nord dell'abitato di Forenza.

L'area occupata dal fotovoltaico non evidenziano morfologie riconducibili a movimenti franosi, si presentano come aree globalmente stabili.

Nella parte alta del versante si notano circoscritti fenomeni di creep superficiali che coinvolgono la porzione satura in conseguenza degli eventi meteorici invernali.

Pertanto le acque di deflusso meteoriche vanno allontanate dalle aree occupate dal parco fotovoltaico mediante opere di regimentazione opportunamente previste e dimensionate, in tal modo lo scorrimento delle acque non determina fossi di scolo, in modo da poter essere convogliate nelle linee di scolo naturali presenti in loco.

Per le fondazioni dell'impianto fotovoltaico non sono previsti nè opere di sbancamento nè fondazioni in calcestruzzo, in quanto la struttura dei moduli sarà sostenuta da puntali metallici infissi nel terreno con macchina battipali fino ad una profondità di 2.00 m.

Le cabine elettriche da installare sono costituite da strutture in cemento prefabbricate di dimensioni modeste e di forma regolare, tipologia monoblocco fondate su di un basamento di appoggio (chiamato vasca) anch'esso prefabbricato e posato ad una profondità di 0.60 m dal piano campagna.

Il comune di Forenza è compreso nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino della Puglia. dal PAI vigente si evince come l'area dell'impianto non rientra in perimetrazioni classificate a pericolosità

geomorfologica.

Nell'areale indagato non vi sono interferenze delle opere in progetto e la falda acquifera e altre opere di captazione idrica.

Dallo studio geologico condotto in questa fase progettuale definitiva lo scrivente conferma che l'intervento a farsi è compatibile rispetto all'assetto geomorfologico ed agli aspetti geologico-tecnici dell'area analizzata.