

Comune	<b>COMUNE DI SAN MAURO FORTE (PZ)</b>
--------	---------------------------------------

Opera	Valutazione di Impatto Ambientale (Art. 23 D.lgs. 152/06) <b>COSTRUZIONE DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE Pn 19,996 MWp</b> in "Località Tenuta San Gennaro"
-------	--

Localizzazione	Foglio 4 P.lle 16, 26, 237, 241;
----------------	----------------------------------

Committente	<b>SOLAR VICTORIA S.R.L.</b>
-------------	------------------------------

Progettazione	<b>ENERGY PROJECT SYSTEM</b> <b>EPS ENGINEERING SRL</b> P.I. 03953670613   R.E.A. CE-286561 Via Vito di Jasi 20   81031 Aversa (Ce) T. +39 081503-14.00   <a href="http://www.epsnet.it">www.epsnet.it</a>	<b>Società certificata</b> ESCo UNI CEI 11352:2014 EGE UNI CEI 11339:2009 QMS UNI EN ISO 9001:2015
	Direttore Tecnico: ing. Giuseppe ZANNELLI	Team di Progetto: ing. Arduino ESPOSITO ing. Ernesto MISSO arch. Emiliano MIELE geol. Franco GIANCRISTIANO

Oggetto	<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
---------	----------------------------

	Rev.	Descrizione	Data	CRI	Scala	Relazione
	00	Prima emissione	01.10.2021	FTV00434	--	<b>R.13</b>
						Questo documento è di nostra proprietà secondo termini di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta

## **PREMESSA**

Lo scrivente su incarico della ditta richiedente ha redatto il presente studio geologico per la realizzazione di un impianto agrofotovoltaico della potenza complessiva di 19.996 MWP in località "Tenuta San Gennaro" del comune di San Mauro Forte (MT).

Lo studio geologico-tecnico è stato eseguito anche in ottemperanza alla normativa vigente in materia di tutela, governo ed uso del territorio e di microzonazione, segnatamente in conformità 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".
- "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico vigente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale".

Il piano delle indagini geognostiche ha previsto l'esecuzione di indagini sismiche del tipo a rifrazione e masw; in questa fase di progetto definitivo per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento ai risultati provenienti dalla prova penetrometrica dinamica continua.

## **ALLEGATI – TAVOLE GRAFICHE – SCALA 1:2000:**

- ✓ Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche (Elaborato A.16.a.7).
- ✓ Carta Geologica – (Elaborato A.12.a.8).
- ✓ Carta Geomorfologica (Elaborato A.12.a.9).
- ✓ Carta Idrogeologica (Elaborato A.12.a.10).
- ✓ Sezione Geologica (Elaborato A.12.a.11).
- ✓ Corografia dei bacini idrografici (Elaborato A.12.a.12).
- ✓ Carta di sintesi della criticità e pericolosità geologica e geomorfologica (Elaborato A.2.1)
- ✓ Carta di microzonazione sismica di secondo livello (Elaborato A.2.2).

## **DESCRIZIONE DELLE OPERE**

L'intervento progettuale riguarda la realizzazione di un campo fotovoltaico della potenza complessiva di 19.996 MWP per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica utilizzando moduli fotovoltaici in silicio cristallino montati su strutture ad asse orizzontale in acciaio.

Per l'installazione dei pannelli non sono previsti scavi in quanto le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno fissate al terreno attraverso dei pali pilastri di fondazione in acciaio zincati ed infissi nel sottosuolo con battipali fino alla profondità di 2,00 m dal piano campagna, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del “tracker” di sostegno dei pannelli.

Questo procedimento di palificazione consente di evitare la realizzazione di plinti in cemento armato anche per forme di terreno più difficili (pietre ecc.); infatti in caso di sottosuoli in roccia, la macchina può essere attrezzata aggiuntivamente con un gruppo di foratura. Il montaggio è possibile anche su pendii.

All'interno dell'area di impianto sarà realizzata apposita viabilità interna costituita da piste in terra battuta.

La viabilità interna sarà seguendo il più possibile l'andamento delle curve di livello dell'area, in modo da ridurre al minimo scavi e riporti.

## **SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE**

L'elettrodotto in uscita dal parco fotovoltaico una volta collegato alla cabina di consegna si collegherà alla SSE Utente e SE di TERNA SpA esistente.

Raggiunta l'area destinata alla SSE Utente il cavidotto sarà attestato presso lo stallo per l'elevazione di tensione MT/ATM; in uscita dallo stallo, mediante cavo AT interrato raggiungerà la SE di TERNA esistente.

Nella sottostazione utente sono presenti cabine prefabbricate monoblocco in calcestruzzo delle dimensioni pari a 11.92 m per 2.59 m ed altezza pari a 2.65 m. (elaborato A.12.B.10-A)

### **STAZIONE TERNA ESISTENTE (RTN)**

Per l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico in uscita dalla sottostazione utente mediante cavidotto sarà collegata allo stallo assegnato e costituito dalle apparecchiature elettromeccaniche della stazione Terna (RTN) dove sono presenti apparecchiature elettriche all'aperto su piazzale recintato.

La Stazione Terna è stata già realizzata.

### **ELETTRODOTTO INTERRATO**

L'elettrodotto per la connessione dell'impianto prevede l'interramento di un cavidotto MT lungo stradine sterrate esistenti.

Tutte le particelle catastali interessate dall'intervento, comprese quelle relative all'elettrodotto di connessione, sono riportate in maniera dettagliata all'interno del Piano Particellare di cui all'elaborato progettuale.

La messa in posto del cavidotto prevede lo scavo in trincea di modeste dimensioni su terreno agricolo o su strada sterrata.

Lo scavo 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 che sono pianeggianti.

## **INTERFERENZE DELL'ELETTRODOTTO INTERRATO**

L'elettrodotto interrato lungo il suo percorso è situato su un'area caratterizzata da alcune incisioni naturali non vincolate ai sensi del DLgs 42/2004 art. 142 lettera c e prive di aree appartenenti al Demanio Pubblico dello Stato – Ramo Idrico.

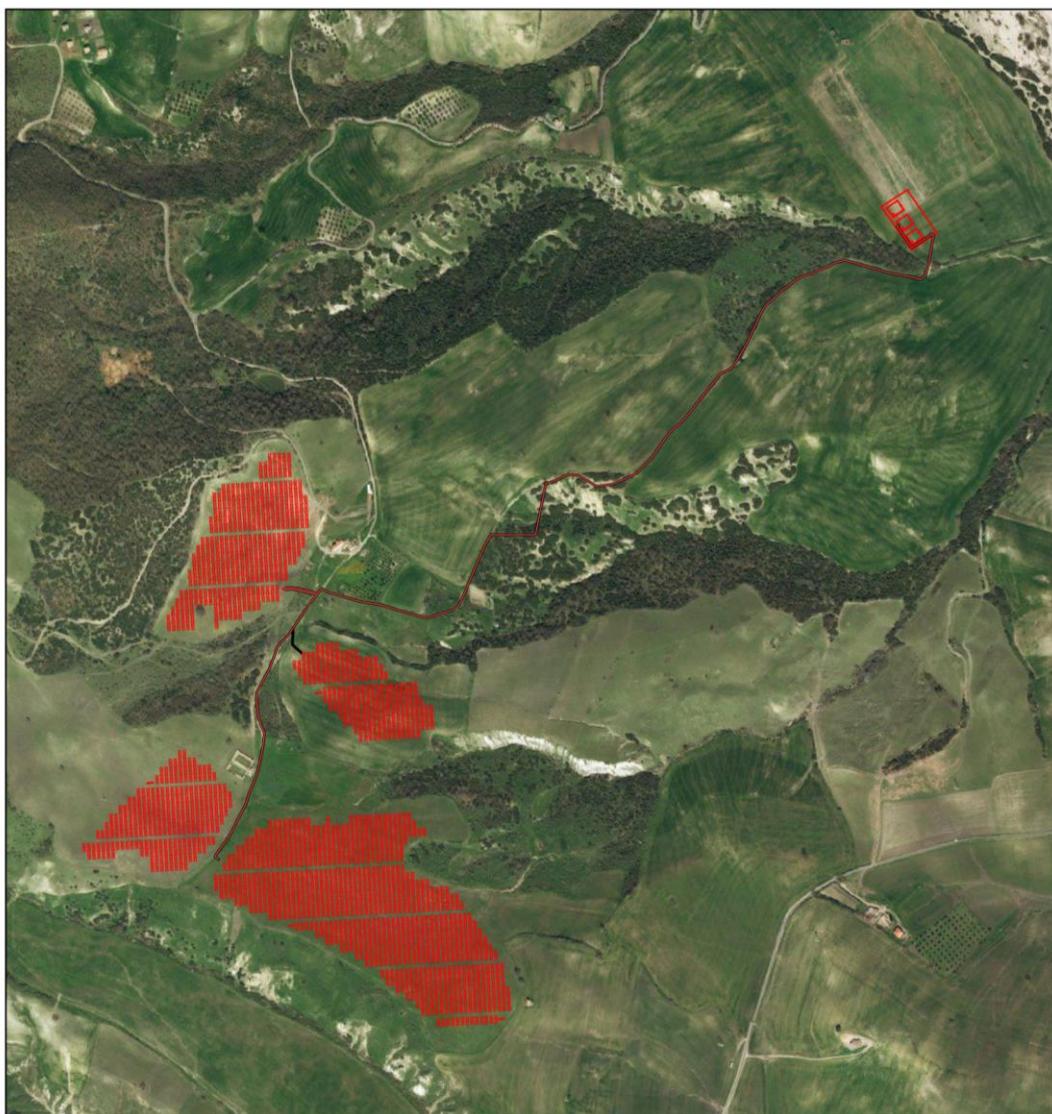
Tuttavia lungo il percorso dell'elettrodotto si rilevano due interferenze con aste e segmenti del reticolo idrografico superficiale a carattere stagionale.

Tali interferenze, in due punti, sono superate mediante la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (t.o.c.) al di sotto dell'alveo, in modo da non interferire con il deflusso idrico.

Per le interferenze si rimanda all'elaborato A.12.a.21.a Planimetria con individuazione delle interferenze.

## COLLOCAZIONE GEOGRAFICA

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato a terra, in un'area che si estende su una superficie agricola posta nella porzione orientale del territorio comunale di Comune di San Mauro Forte (PZ) in località "Tenuta San Gennaro".



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE

L'area di ubicazione del parco fotovoltaico con le relative opere accessorie trovano sul territorio del Comune di San Mauro Forte, Salandra in Provincia di Matera (MT) ed una piccola parte del cavidotto ricade nel Comune di Garaguso insieme alla Sottostazione elettrica utente.

Catastalmente l'impianto fotovoltaico rientra nel Foglio 4 P.lle 16, 24, 188, 237, 241 in località Tenuta San Gennaro del comune di San Mauro Forte (MT).

## **VERIFICA DI CONFORMITA' AL PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ INTERREGIONALE DI BACINO DELLA REGIONE BASILICATA**

Il territorio comunale di San Mauro Forte rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ABDM).

Dalla consultazione delle Tavole che compongono il Piano per l'Assetto idrogeologico non risultano interferenze del parco fotovoltaico con aree perimetrate a rischio da frana.

interferenze del “parco fotovoltaico” con le aree a rischio da frana se non per un breve tratto del cavidotto che lambisce con un'area classificata come R3 – rischio elevato, in questi casi nelle NdA si fa riferimento all'**art. 22:**

“Realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versante”: - la realizzazione di infrastrutture o impianti lineari o a rete quali ad esempio quelli idrici, fognari, del gas, elettrici, tecnologici, nel caso in cui sia prevista all'interno dell'area di sedime di strade pubbliche o private, è consentita previa trasmissione all'Autorità di Bacino e agli Uffici Regionali chiamati a rilasciare pareri/autorizzazioni di competenza, di uno studio di compatibilità idrogeologica, asseverato dal progettista, che attesti che l'intervento sia nella fase di cantiere sia nella fase di esercizio non determina in alcun modo incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti.

La realizzazione del cavidotto è legata ad una effettiva esigenza di pubblico interesse.

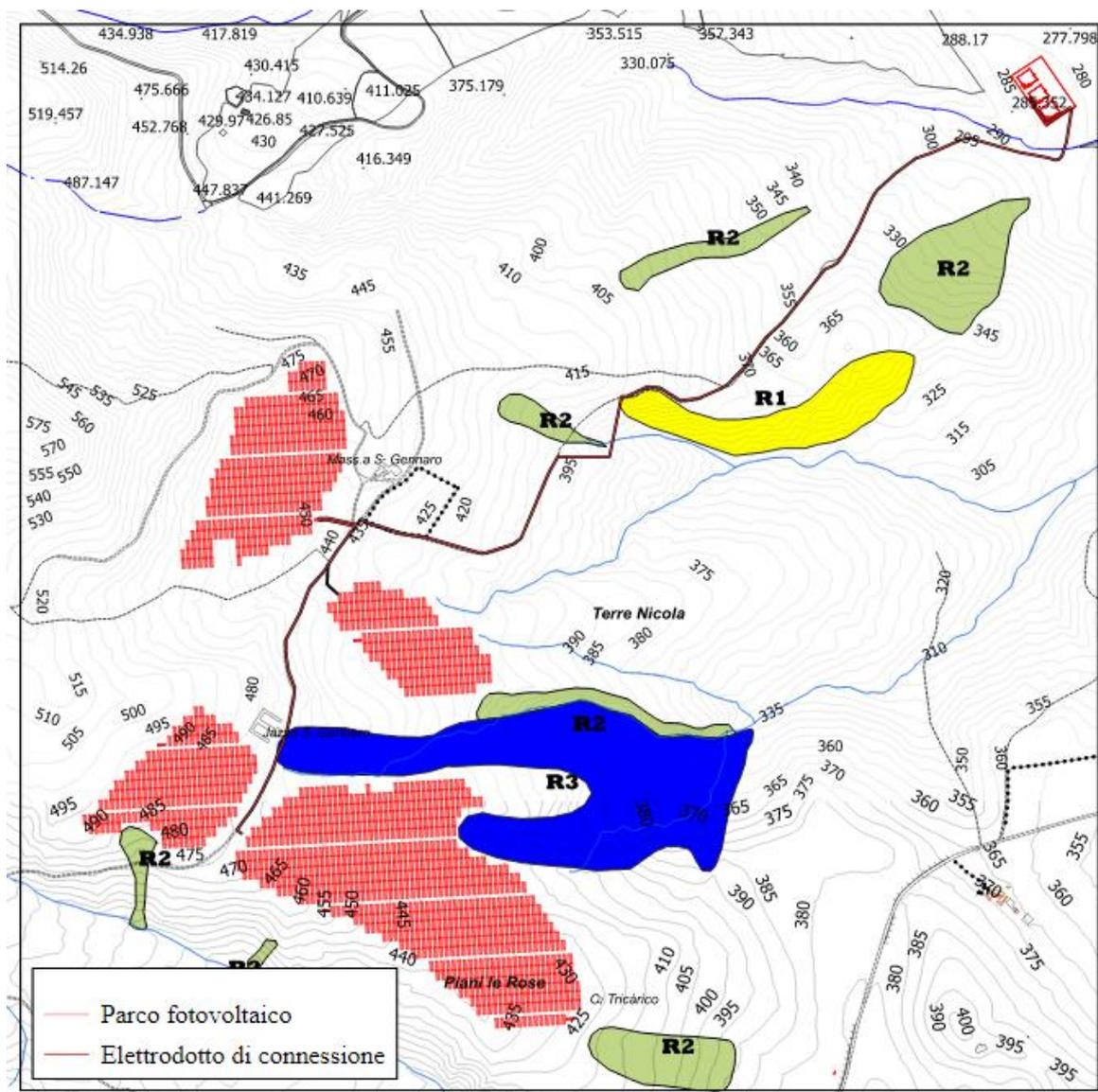
Il tratto di strada che ospita il cavidotto che interferisce con l'area R3 non presenta evidenze di movimenti franosi in atto.

Dai rilievi ed osservazioni condotte lungo i fabbricati rurali presenti ma anche sulla stessa stradina interpodereale non si rilevano segni o evidenze dovuti a movimenti franosi in atto.

Lo scavo per la realizzazione dei cavidotti avrà una profondità di 1,00 m e una larghezza di 0,60 m. Nel fondo di scavo, in un letto di sabbia di 0,25 m, saranno posati i cavi.

L'intervento previsto non aggrava le condizioni di sicurezza del territorio e non costituisce elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti.

Per le aree occupate dell'impianto che non interferiscono con quelle classificate a rischio si applica quanto disposto dall'art. 1 c.8 e dall'art. 4-quater delle NdA del PAI.



ESTRATTO DELLA TAVOLA DEL RISCHIO DA FRANA

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE**

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio in esame che rientra nel tenimento amministrativo di San Mauro Forte al margine della Catena appenninica, in dominio di avanfossa ed è compresa nel Foglio "Stigliano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Più specificatamente il territorio in esame è posto al limite tra il dominio di Avanfossa Bradanica e la catena Appenninica verso sud.

L'Avanfossa rappresenta un bacino tettonico di sedimentazione Plio-pleistocenica (circa 1,5 Ma) lungo 200 km ed ampio da 15-20 fino a 50-60 km, compreso tra la catena appenninica meridionale (segmento Campano-Lucano) ad ovest, ed il Gargano e le Murge ad est; corrisponde alla parte meridionale dell'avanfossa adriatica (avanfossa appenninica post-messiniana) e, come tale, la sua storia si colloca nel contesto evolutivo del sistema catena-avanfossa-avampaese che, sviluppatosi in seguito alla subduzione della placca adriatica con retroflessione verso est sotto quella eurasiatica, migra progressivamente verso E-NE durante il Plio-Pleistocene [Pieri et al., 1996].

In questo quadro paleogeografico si è depositato il complesso di sedimenti che costituisce la nota successione della Fossa Bradanica di età Plio-Pleistocenica, spessa fino 2-3 km e costituita da depositi le cui litologie, facies e spessori variano in funzione della loro posizione rispetto ai margini e che possono schematicamente essere ricondotti a:

- successioni silicoclastiche connesse al margine occidentale del bacino;
- successioni carbonatiche connesse al margine orientale del bacino;
- successioni silicoclastiche e miste di colmamento del bacino.

Nell'area di interesse sono presenti sedimenti marini Pleistocenici costituiti da argille siltose spessi diverse centinaia di metri e noti in letteratura come "Formazione delle Argille Subappennine".

Le soprastanti formazioni silicoclastiche del ciclo bradanico sono denominate in letteratura Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Sabbie dello Staturo e Conglomerato di Irsina.

In posizione stratigrafica superiore alla Formazione delle Argille Subappennine sono presenti con contatto erosivo le litologie regressiva del Calabriano date da terreni sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inferiore costituiti da ciottoli poligenici eterometrici, arrotondati e/o appiattiti; a luoghi, si presentano fossiliferi e cementati e s'individuano intercalazioni di lenti sabbiose di colore giallastro.

Al di fuori del sito di stretto interesse progettuale affiorano litologie ascrivibili alla Formazione di Serra Palazzo costituita da un'alternanza stratificata di arenarie di colore variabile dal giallo al grigio, di calcareniti e di calcari marnosi di colore grigio chiaro, dello spessore decimetrico e di strati di argille grigio-verdi finemente laminate e di marne grigie.

Gli strati arenacei di natura quarzoso-feldspatica raramente si rinvengono in banchi, in superficie gli strati appaiono da scarsamente cementati a debolmente addensati, con il tipico colore giallastro dovuto all'alterazione.

In profondità gli strati arenacei assumono una ed una colorazione grigio plumbea ed una maggiore tenacità, mentre le argille diventano molto consistenti.

La successione è di natura torbidityca si presenta deformata.

## **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI DETTAGLIO DELLE AREE DI PROGETTO**

Il rilevamento geologico ha consentito di riconoscere la natura litologica dei terreni dell'area di stretto interesse progettuale e di quella contermina.

Nelle aree occupate dal parco fotovoltaico sono stati riconosciuti i seguenti depositi:

Depositi marini ascrivibili alla Formazione delle Argille subappennine;

L'area della sottostazione Utente con il tratto finale del cavidotto interessa depositi alluvionali recenti terrazzati del Pleistocene medio e superiore.

### **AREE OCCUPATE DALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO, CABINE ELETTRICHE E CAVIDOTTO DI CONNESSIONE, SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE**

le aree occupate dai vari settori del parco fotovoltaico, dalle cabine elettriche di campo e da gran parte del cavidotto dal punto di vista litologico sono caratterizzate dalla Formazione delle Argille Subappennine.

#### ***Formazione delle Argille Subappennine (Pliocene superiore – Pleistocene inferiore)***

Tale formazione è costituita da argille ed argille siltose grigio azzurre sottilmente stratificate, con intercalazioni di sabbie a grana fine, in strati centimetrici. Intercalate si rinvengono arenarie grossolane e microconglomerati, livelli lenticolari di sabbia a grana fine talora stratificate.

Tali terreni rappresentano il sedime di fondazione del parco fotovoltaico.

L'inclinazione degli strati delle argille limose e sabbiose non supera i 10° con un'immersione verso Est, che di norma è di circa 5°.

La successione è collocabile temporalmente al Pliocene superiore – Pleistocene inferiore.

Dal punto di vista mineralogico le argille affioranti nell'area in oggetto sono costituite prevalentemente da fillosilicati associati a quarzo, calcite, feldspati, plagioclasti e dolomite.

Lungo sezioni naturali la stratificazione è messa in evidenza da interstrati sabbioso-limosi e di sostanze carboniose organizzate in sottilissime bande nerastre.

## **STAZIONE ELETTRICA UTENTE**

L'area della stazione elettrica utente, ubicata in prossimità della Stazione Terna, è caratterizzata da depositi continentali di facies alluvionale.

### ***Depositi alluvionali recenti***

Si tratta di sabbie e di argille più o meno sabbiose con ghiaie poligeniche di natura calcarea, marnosa, arenacea, silicea messi in posto dal Torrente Salandrella.

Questi depositi costituiscono il terreno di sedime della Sottostazione elettrica Utente e della Stazione Terna (RTN), quest'ultima già realizzata ed operativa.

Lo spessore massimo è di circa 10 metri.

## **CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

L'area del campo fotovoltaico è situata in una zona ubicata a NE del comune di San Mauro Forte in prossimità del limite amministrativo con il comune di Garaguso.

Il contesto geomorfologico è rappresentato da un paesaggio di tipo collinare con dorsali aventi forma sommitale debolmente arrotondata a luoghi tabulare, caratterizzati da versanti digradanti a blanda morfologia verso il fondovalle del Torrente Salandrella.

Segnatamente la porzione di territorio che ospiterà il parco fotovoltaico presenta valori di pendenze che non superano il 15%, prevalentemente è intorno al 7% e la quota altimetrica varia da 490 a 420 m s.l.m.

L'area interessata dalla sottostazione elettrica utente costituisce una superficie suborizzontale terrazzata di natura alluvionale, con una quota di circa 278 m s.l.m.

Le aree occupate dai moduli fotovoltaici sono prive di elementi riconducibili a forme di dissesto attive o quiescenti, si presentano morfologicamente stabili.

Lungo il versante a valle del parco fotovoltaico sono presenti delle concavità morfologiche dovute a movimenti franosi allo stato attuale senza indizi di evoluzione.

## **PROVA PENETROMETICA DINAMICA CONTINUA**

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 addensamento e di consistenza dei terreni in base al numero di colpi di un maglio del peso di 30 kg per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto.

## **AREA PARCO FOTOVOLTAICO – PROVA P1**

Nell'area del parco fotovoltaico è stata eseguita la prova penetrometrica P1 che ha la presenza di terreni argillosi ed argilloso-limosi con un aumento dei valori del numero di colpi e della resistenza alla penetrazione da circa 1.20 m in poi; la natura dei terreni è ben visibile da una sezione naturale ad altezza pluridecimetrica ben esposta e poco distante dall'area di sedime del parco fotovoltaico.

I parametri geotecnici ricavati mediante la prova penetrometrica sono in accordo a quelli ricavati da prove geotecniche di laboratorio su campioni prelevati nella stessa formazione geologica anche se ubicati in aree distanti dal sito.

## AREA SOTTOSTAZIONE UTENTE – PROVA P2

Nell'area della Stazione elettrica utente è stata eseguita la prova penetrometrica P2 che ha messo

in risalto la presenza di terreni ghiaioso-sabbiosi di facies alluvionale.

Di seguito si riportano i risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue eseguite:

### PROVA ... Nr.1 – AREA PARCO FOTOVOLTAICO

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 15-10-2021

Profondità prova 5.00 mt Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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	3	0.857	0.95	1.11	95.20	111.14
0.20	3	0.855	0.95	1.11	94.98	111.14
0.30	4	0.853	1.26	1.48	126.35	148.18
0.40	6	0.851	1.89	2.22	189.10	222.27
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	7	0.845	2.19	2.59	219.16	259.32
0.80	6	0.843	1.87	2.22	187.45	222.27
0.90	6	0.842	1.78	2.12	178.08	211.61
1.00	6	0.840	1.78	2.12	177.70	211.61
1.10	7	0.838	2.07	2.47	206.89	246.88
1.20	7	0.836	2.06	2.47	206.46	246.88
1.30	10	0.835	2.94	3.53	294.34	352.69
1.40	11	0.833	3.23	3.88	323.11	387.96
1.50	12	0.831	3.52	4.23	351.78	423.22
1.60	12	0.830	3.51	4.23	351.09	423.22
1.70	11	0.828	3.21	3.88	321.20	387.96
1.80	12	0.826	3.50	4.23	349.72	423.22
1.90	11	0.825	3.05	3.70	305.32	370.20
2.00	11	0.823	3.05	3.70	304.75	370.20
2.10	11	0.822	3.04	3.70	304.18	370.20
2.20	11	0.820	3.04	3.70	303.61	370.20
2.30	10	0.819	2.76	3.37	275.51	336.55
2.40	12	0.817	3.30	4.04	330.01	403.86
2.50	12	0.816	3.29	4.04	329.42	403.86
2.60	13	0.764	3.34	4.38	334.37	437.51
2.70	12	0.813	3.28	4.04	328.27	403.86
2.80	13	0.761	3.33	4.38	333.13	437.51
2.90	11	0.810	2.87	3.54	286.76	354.00
3.00	16	0.759	3.91	5.15	390.65	514.92
3.10	17	0.757	4.14	5.47	414.33	547.10
3.20	16	0.756	3.89	5.15	389.28	514.92
3.30	18	0.755	4.37	5.79	437.18	579.28
3.40	20	0.753	4.85	6.44	484.92	643.65
3.50	21	0.702	4.75	6.76	474.52	675.83
3.60	22	0.701	4.96	7.08	496.23	708.01
3.70	21	0.700	4.73	6.76	472.83	675.83
3.80	22	0.698	4.94	7.08	494.48	708.01
3.90	22	0.697	4.73	6.78	472.94	678.33
4.00	22	0.696	4.72	6.78	472.13	678.33
4.10	21	0.695	4.50	6.47	449.91	647.50
4.20	21	0.694	4.49	6.47	449.17	647.50
4.30	18	0.743	4.12	5.55	412.12	555.00
4.40	19	0.741	4.34	5.86	434.36	585.83
4.50	19	0.740	4.34	5.86	433.71	585.83
4.60	21	0.689	4.46	6.47	446.28	647.50
4.70	21	0.688	4.46	6.47	445.58	647.50
4.80	21	0.687	4.45	6.47	444.90	647.50
4.90	22	0.686	4.47	6.51	446.65	651.04
5.00	21	0.685	4.26	6.21	425.70	621.44

## 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	SUND A (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Argilla	4	1.20	24.52	49.03	15.98	38.05	60.90	35.60	71.69	19.61	55.80	49.03
[2] - Limo	13	5.00	86.00	159.36	50.50	125.53	156.61	111.40	142.29	63.74	156.22	159.36

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argilla	4	1.20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Limo	13	5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - Argilla	4	1.20	Meyerhof	16.67
[2] - Limo	13	5.00	Meyerhof	20.01

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - Argilla	4	1.20	Meyerhof	18.34
[2] - Limo	13	5.00	Meyerhof	21.97

### TERRENI INCOERENTI

#### 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)	Meyerhof (1965)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukui 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - Argilla	4	1.20	4	28.14	21.14	29.12	32.2	31.25	<30	22.75	28.2	30.71	23.94
[2] - Limo	13	5.00	13	30.71	23.71	31.64	30.29	34.77	30-32	28.96	30.9	39.14	31.12

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Argilla	4	1.20	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Limo	13	5.00	13	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] - Argilla	4	1.20	4	Terzaghi-Peck 1948	13.72
[2] - Limo	13	5.00	13	Terzaghi-Peck 1948	14.85

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] - Argilla	4	1.20	4	Terzaghi-Peck 1948	18.35
[2] - Limo	13	5.00	13	Terzaghi-Peck 1948	19.05

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 21-10-2021

Profondità prova 4.00 mt Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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	4	0.857	1.27	1.48	126.93	148.18
0.20	4	0.855	1.27	1.48	126.64	148.18
0.30	6	0.853	1.90	2.22	189.53	222.27
0.40	6	0.851	1.89	2.22	189.10	222.27
0.50	9	0.849	2.83	3.33	283.02	333.41
0.60	9	0.847	2.82	3.33	282.40	333.41
0.70	16	0.795	4.71	5.93	471.31	592.72
0.80	19	0.793	5.58	7.04	558.39	703.86
0.90	21	0.742	5.49	7.41	549.21	740.64
1.00	11	0.840	3.26	3.88	325.79	387.96
1.10	17	0.788	4.72	6.00	472.46	599.57
1.20	10	0.836	2.95	3.53	294.94	352.69
1.30	21	0.735	5.44	7.41	544.04	740.64
1.40	14	0.783	3.87	4.94	386.55	493.76
1.50	13	0.781	3.58	4.58	358.17	458.49
1.60	12	0.830	3.51	4.23	351.09	423.22
1.70	16	0.778	4.39	5.64	438.98	564.30
1.80	17	0.776	4.65	6.00	465.46	599.57
1.90	10	0.825	2.78	3.37	277.57	336.55
2.00	12	0.823	3.32	4.04	332.45	403.86
2.10	16	0.772	4.16	5.38	415.51	538.48
2.20	14	0.770	3.63	4.71	362.86	471.17
2.30	18	0.769	4.66	6.06	465.62	605.79
2.40	21	0.717	5.07	7.07	506.84	706.75
2.50	19	0.766	4.90	6.39	489.61	639.44
2.60	12	0.814	3.29	4.04	328.84	403.86
2.70	31	0.663	6.92	10.43	691.52	1043.30
2.80	12	0.811	3.28	4.04	327.70	403.86
2.90	14	0.760	3.42	4.51	342.44	450.55
3.00	19	0.759	4.64	6.11	463.90	611.46
3.10	18	0.757	4.39	5.79	438.71	579.28
3.20	17	0.756	4.14	5.47	413.61	547.10
3.30	24	0.705	5.44	7.72	544.29	772.37
3.40	22	0.703	4.98	7.08	498.02	708.01
3.50	24	0.702	5.42	7.72	542.31	772.37
3.60	26	0.701	5.86	8.37	586.45	836.74
3.70	27	0.700	6.08	8.69	607.93	868.92
3.80	41	0.598	7.90	13.19	789.59	1319.47
3.90	45	0.597	8.29	13.87	828.62	1387.49
4.00	50	0.596	9.19	15.42	918.86	1541.66

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Argilla	4	0.40	24.52	49.03	0.00	15.98	38.05	55.51	35.60	71.69	19.61	65.31	49.03
[2] - Limo	15	4.00	99.34	183.87	0.00	57.96	145.04	194.07	127.49	159.36	73.55	204.66	183.87

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argilla	4	0.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Limo	15	4.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - Argilla	4	0.40	Meyerhof	16.67
[2] - Limo	15	4.00	Meyerhof	20.30

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - Argilla	4	0.40	Meyerhof	18.34
[2] - Limo	15	4.00	Meyerhof	22.36

### TERRENI INCOERENTI

#### 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)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] - Argilla	4	0.40	4	28.14	21.14	29.12	34.59	31.25	0	<30	22.75	28.2	30.97	23.94
[2] - Limo	15	4.00	15	31.29	24.29	32.2	31.17	35.47	38.66	30-32	30	31.5	40.97	32.32

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Argilla	4	0.40	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Limo	15	4.00	15	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

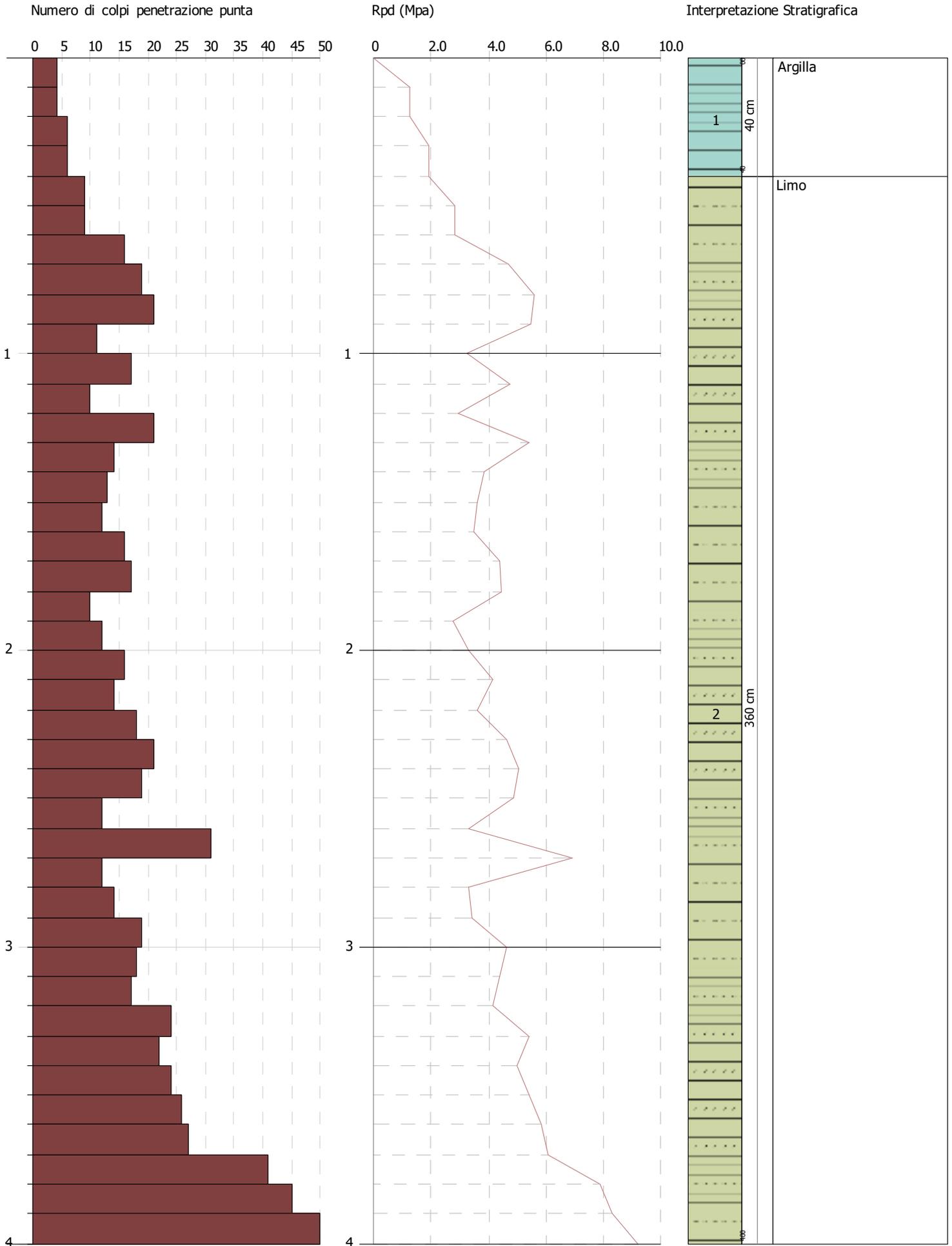
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - Argilla	4	0.40	4	Terzaghi-Peck 1948	13.72
[2] - Limo	15	4.00	15	Terzaghi-Peck 1948	15.09

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - Argilla	4	0.40	4	Terzaghi-Peck 1948	18.35
[2] - Limo	15	4.00	15	Terzaghi-Peck 1948	19.20



Committente:  
Descrizione:  
Località:



## **CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE**

L'idrografia Superficiale mostra un reticolo superficiale caratterizzato da incisioni naturali che consentono un allontanamento naturale delle acque meteoriche dalle aree di interesse progettuale immettendosi in destra idraulica nel Torrente Salandrella affluente del Fiume Cavone.

L'area rientra nel bacino idrografico del Fiume Cavone.

Il regime è caratterizzato da portate molto variabili nel corso dell'anno, con incrementi delle portate nei mesi piovosi invernali ed alvei secchi nei periodi estivi e con scarse precipitazioni.

I terreni sono costituiti da litologie argillose ed argille-limose grigiastre consistenti, ascrivibili Alla Formazione delle Argille Subappennine.

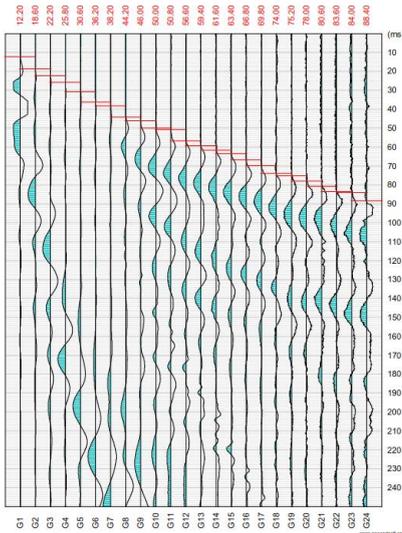
Per quanto riguarda la permeabilità dei litotipi di natura argilloso-limosa della Formazione delle Argille subappennine affioranti nel sito di progetto si può considerare bassa in quanto,

Al complesso argilloso-limoso si attribuisce una permeabilità pari a  $K = 10^{-8} - 10^{-9}$  m/s.

La falda acquifera è assente.

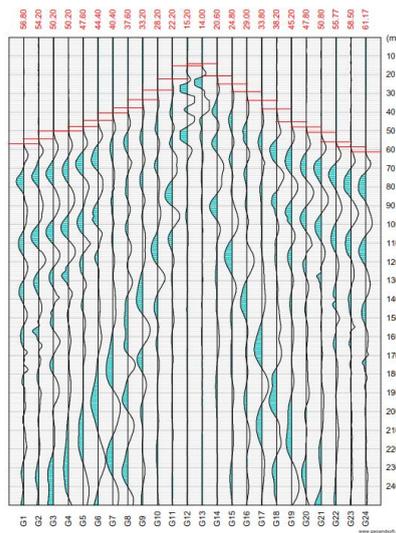
## INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE: AREA PARCO FOTOVOLTAICO

Nell'area occupata dal parco fotovoltaico è stata eseguita uno stendimento di sismica a rifrazione della lunghezza di 120 metri che ha permesso di ricavare un modello caratterizzato da tre sismostrati sovrapposti di spessore variabile e con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.



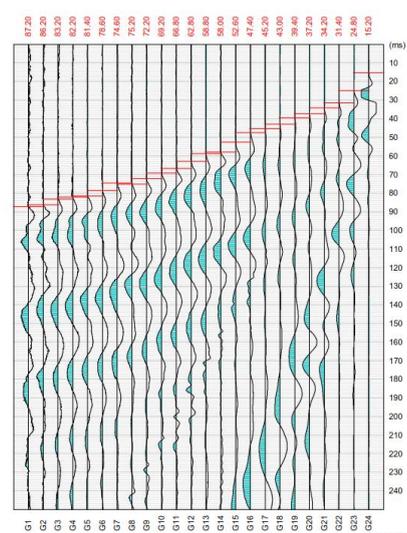
**BATTUTA DI ANDATA**

SANM MAURO FORTE (MT)

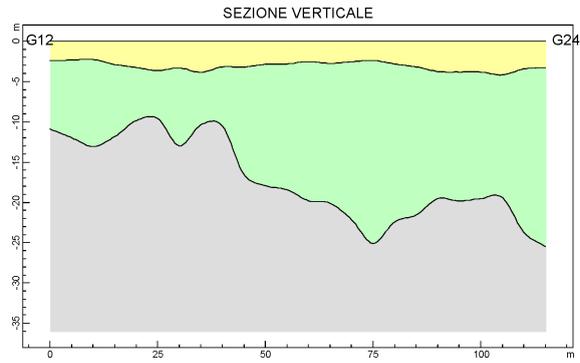
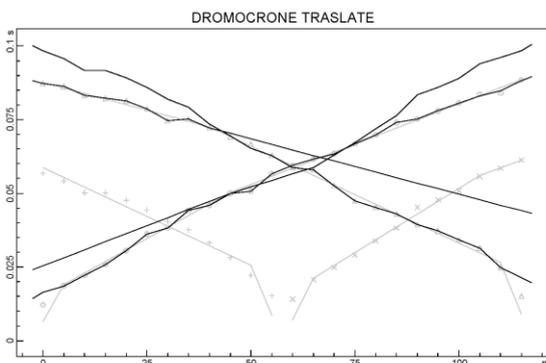
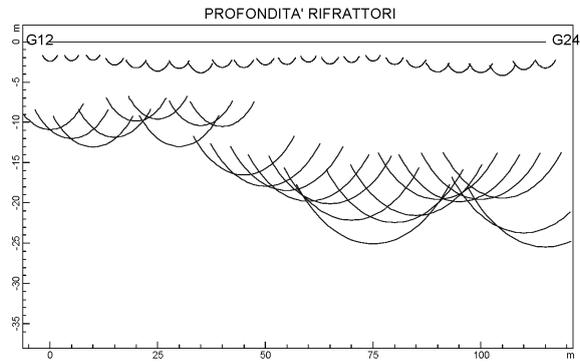
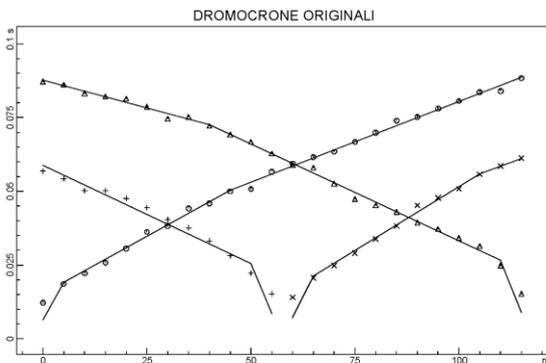


**BATTUTA CENTRALE**

SANM MAURO FORTE (MT)



**BATTUTA DI RITORNO**



324.2 m/s    1413.1 m/s    2150.5 m/s

**POSIZIONE DELLE BATTUTE**

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-2.50	0.00	2021-10-18_12-27-28_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat
117.50	0.00	2021-10-18_12-38-02_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat
57.50	0.00	2021-10-18_12-28-16_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat

**POSIZIONE BATTUTE- GEOFONI E PRIMI ARRIVI**

N.	Ascissa	Quota [m]	FBP da 27.5 [ms]	FBP da 57.5	FBP da -2.5 [ms]	Dist Rifrattore 1	Dist Rifrattore
1	0.00	0.00	12.20	87.20	56.80	1	0.00
2	5.00	0.00	18.60	86.20	54.20	2	5.00
3	10.00	0.00	22.20	83.20	50.20	3	10.00
4	15.00	0.00	25.80	82.20	50.20	4	15.00
5	20.00	0.00	30.60	81.40	47.60	5	20.00
6	25.00	0.00	36.20	78.60	44.40	6	25.00
7	30.00	0.00	38.20	74.60	40.40	7	30.00
8	35.00	0.00	44.20	75.20	37.60	8	35.00
9	40.00	0.00	46.00	72.20	33.20	9	40.00
10	45.00	0.00	50.00	69.20	28.20	10	45.00
11	50.00	0.00	50.80	66.80	22.20	11	50.00
12	55.00	0.00	56.60	62.80	15.20	12	55.00
13	60.00	0.00	59.40	58.80	14.00	13	60.00
14	65.00	0.00	61.60	58.00	20.60	14	65.00
15	70.00	0.00	63.40	52.60	24.80	15	70.00
16	75.00	0.00	66.80	47.40	29.00	16	75.00
17	80.00	0.00	69.80	45.20	33.80	17	80.00
18	85.00	0.00	74.00	43.00	38.20	18	85.00
19	90.00	0.00	75.20	39.40	45.20	19	90.00
20	95.00	0.00	78.00	37.20	47.80	20	95.00
21	100.00	0.00	80.60	34.20	50.80	21	100.00
22	105.00	0.00	83.60	31.40	55.77	22	105.00
23	110.00	0.00	84.00	24.80	58.50	23	110.00
24	115.00	0.00		15.20	61.17	24	115.00

**SISMOSTRATI**

sismostrato	Velocità delle onde P [m/s]	Descrizione litologica
1	324.2	argille limose superficiali
2	1413.1	argille limose mediamente consistenti
3	2150.5	argille limose grigio-azzurre consistenti

Segnatamente dal piano campagna fino a profondità variabile tra 2.30-3.90 m si trova il primo sismostrato meno consistente con velocità media delle onde P pari a 324 m/s; Il secondo sismostrato presenta  $V_p = 1413$  m/s a profondità tra 9.60 e 25 m; a profondità maggiore si individua il terzo sismostrato con valore di  $V_p$  pari a 2150 m/s.

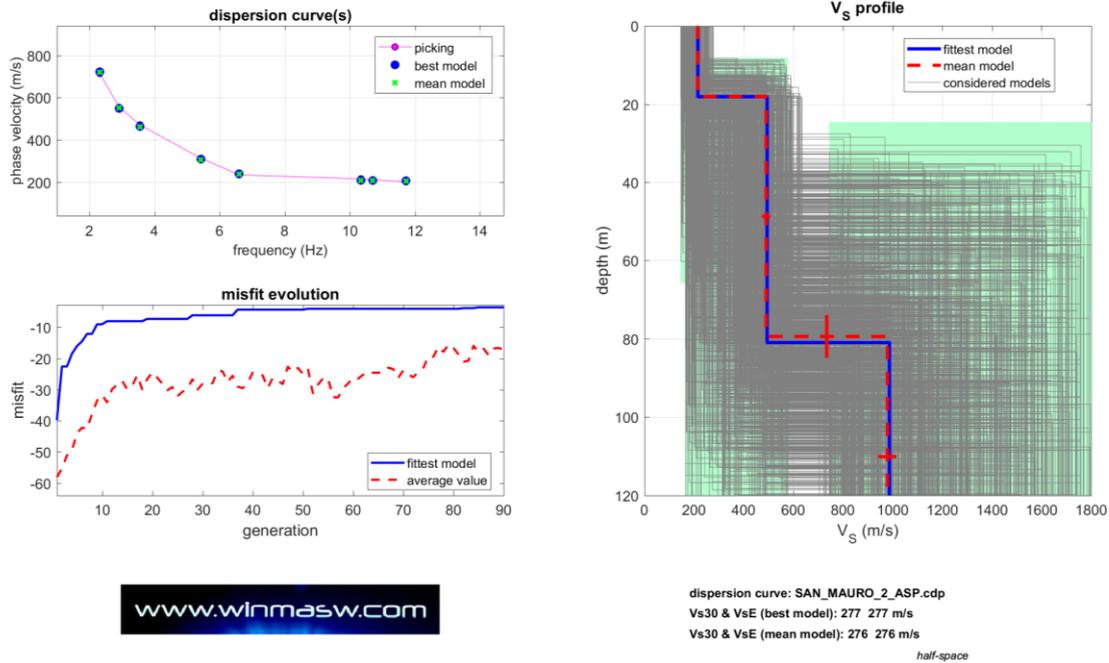
## INDAGINI MASW

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  $V_s$ .

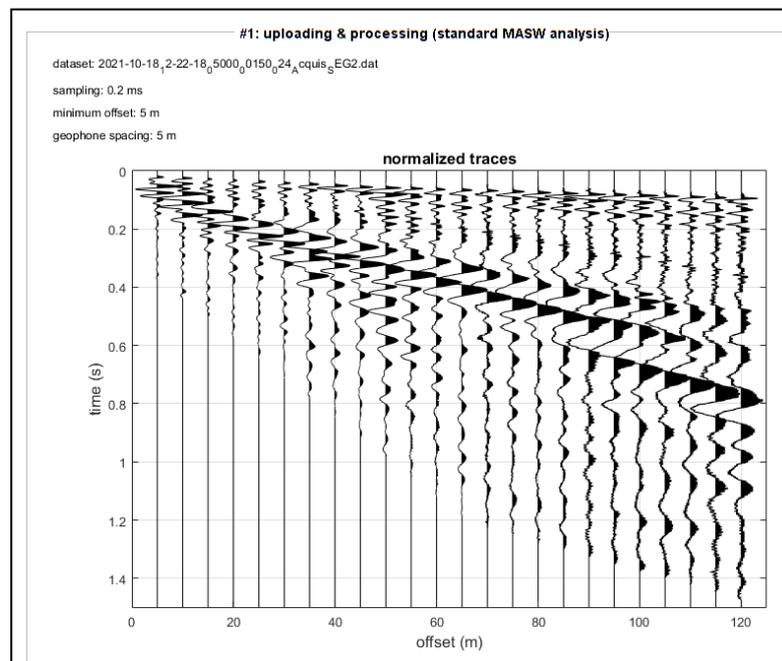
SIGLA MASW	UBICAZIONE	TIPO DI ONDE SISMICHE	TIPO DI SOTTOSUOLO (NTC/018)
MASW1	PARCO FOTOVOLTAICO	Rayleigh	C
MASW2	STAZIONE ELETTRICA	Rayleigh	C

## MASW 1

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio:



**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.**



**TRACCE NORMALIZZATE**

## CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018

Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 rientra nella categoria di sottosuolo di tipo C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati all'interno della Formazione delle Argille Subappennine.

### Analyzing Phase velocities Considered dispersion curve: SAN\_MAURO\_2\_ASP.cdp Analysis: Rayleigh Waves

#### Subsurface Model

V<sub>s</sub> (m/s): 214, 490, 979

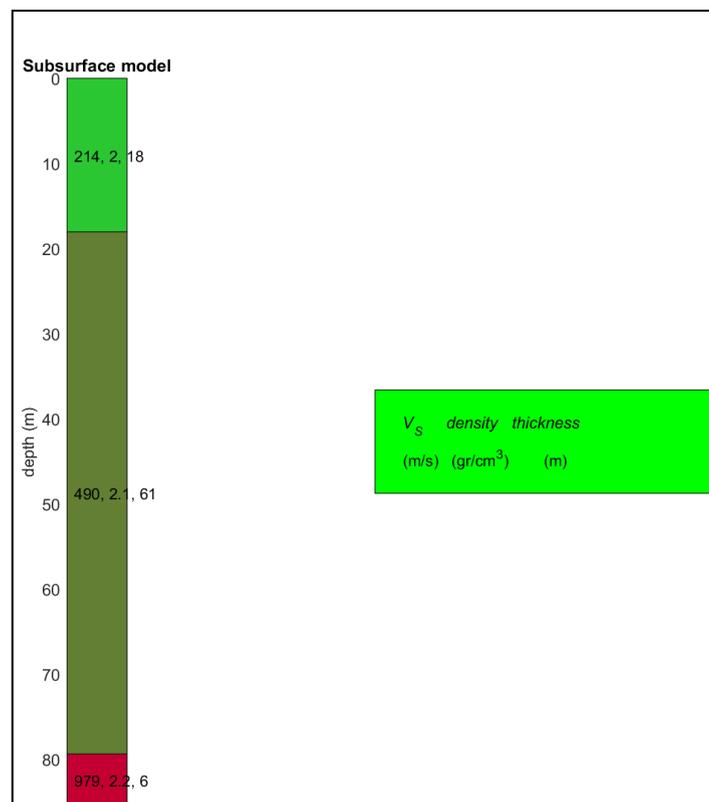
Thickness (m): 18.1, 61.3

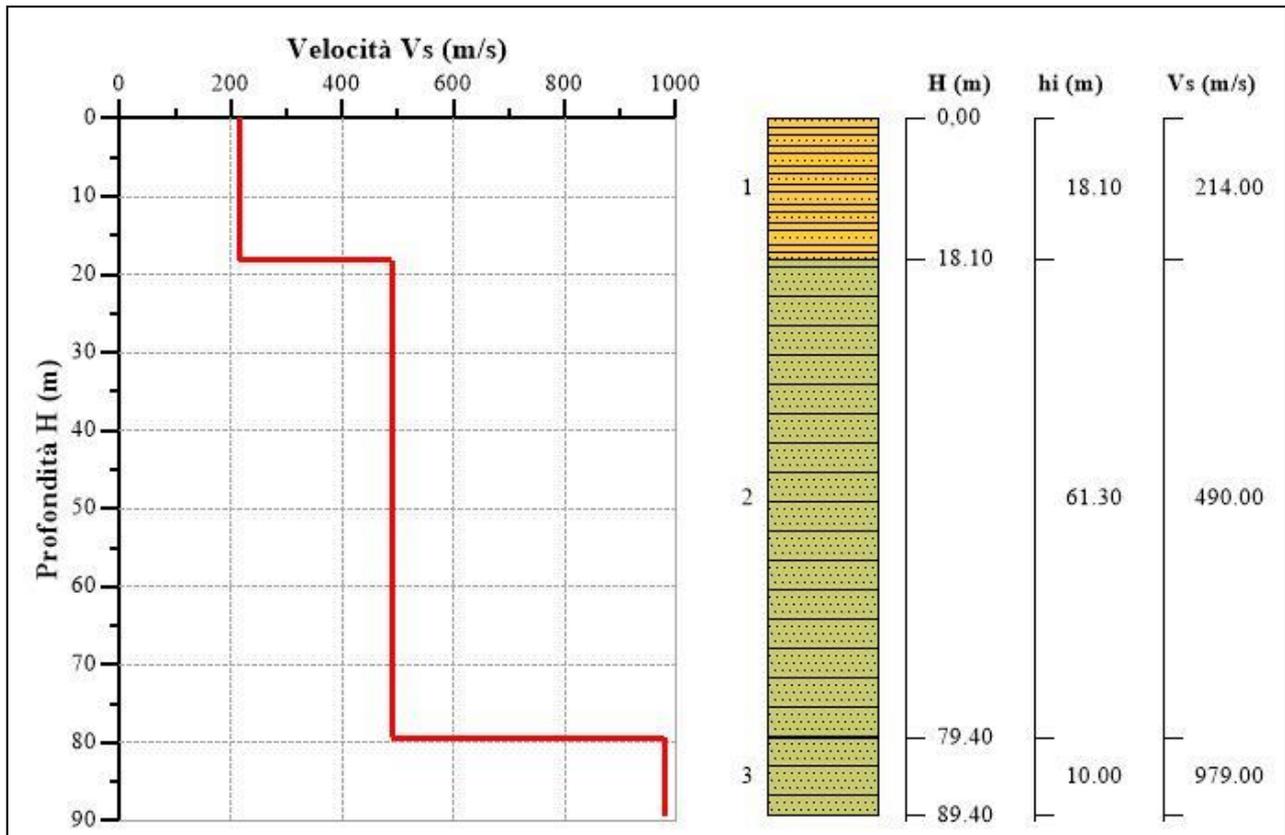
Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.97 2.10 2.23

Shear modulus (MPa) (approximate values): 90 504 2135

Poisson: 0.45 0.40 0.35

V<sub>sE</sub> (m/s): 276



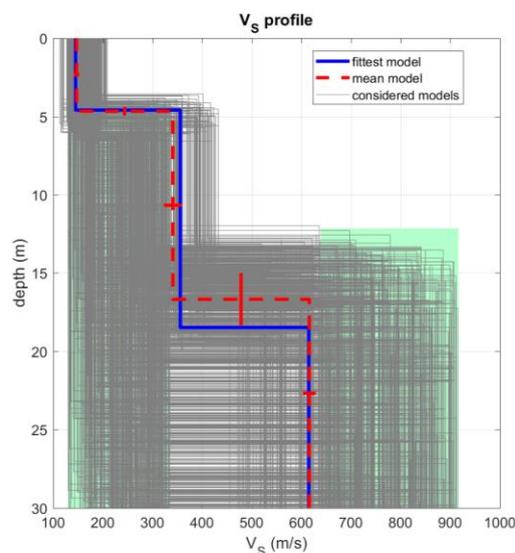
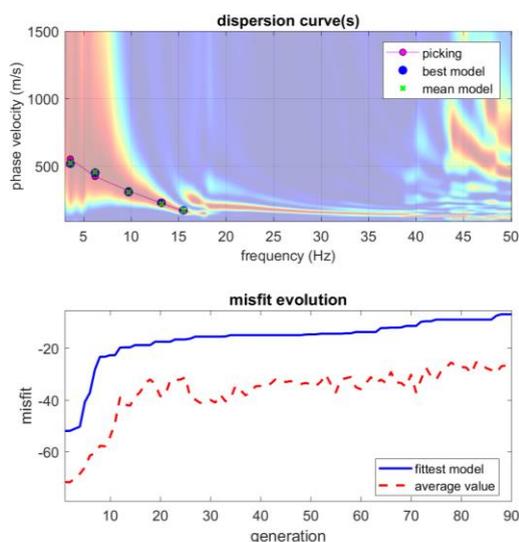


## AREA SOTTOSTAZIONE UTENTE MASW 2

Questa Masw è stata eseguita ai bordi della strada lungo cui corre parte dell'elettrodotto che giunge alla sottostazione elettrica utente.

La stazione elettrica utente poggia sui terreni sabbioso ed argillosi di origine fluvio-lacustre.

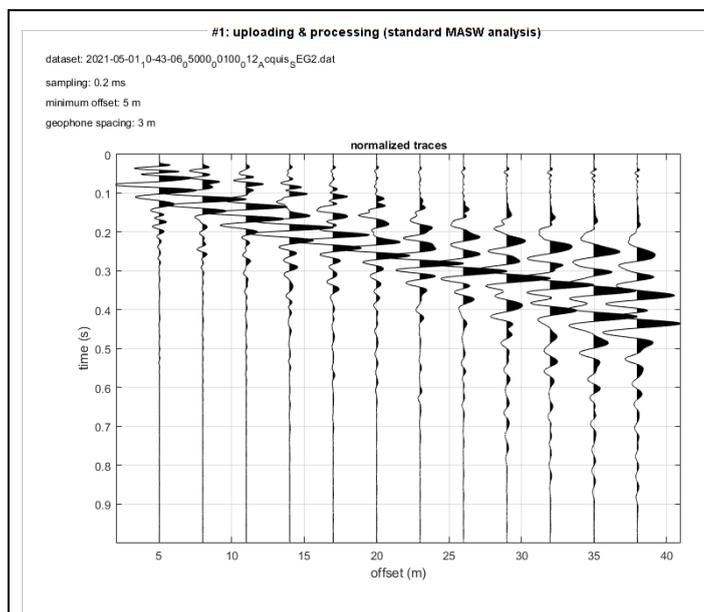
L'indagine ha restituito il seguente profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs(eq.) risultato essere pari al valore di 339 m/s.



dataset: 2021-05-01\_10-43-06\_05000\_00100\_012\_Acquis\_SEG2.dat  
 dispersion curve: SAN\_MAURO\_2\_SSE.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 336 336 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 339 339 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.**



## 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 C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati.

**Analyzing Phase velocities**  
**Considered dispersion curve: SAN\_MAURO\_2\_SSE.cdp**  
**Analysis: Rayleigh Waves**

### Subsurface Model

Vs (m/s): 147, 341, 616

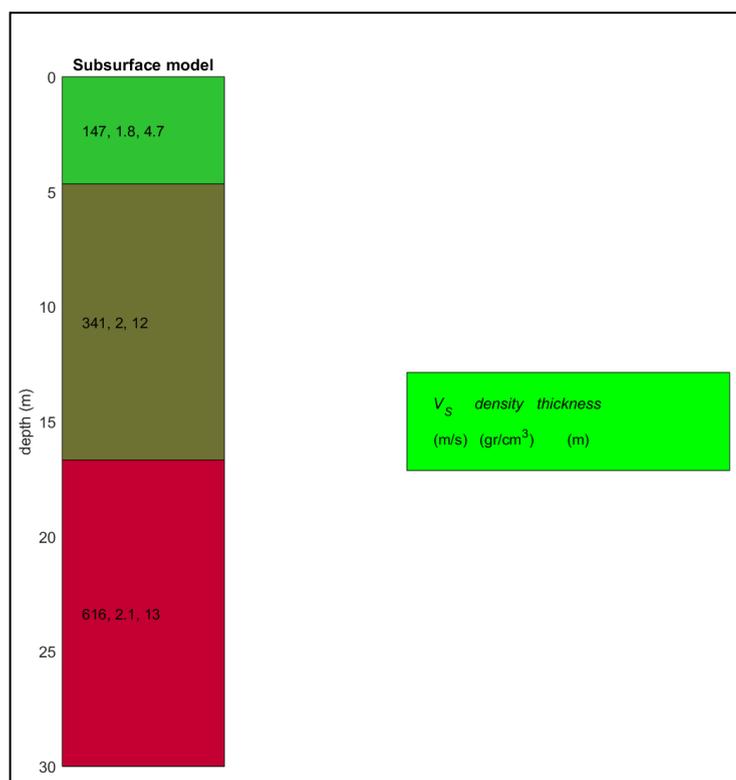
Thickness (m): 4.7, 12.0

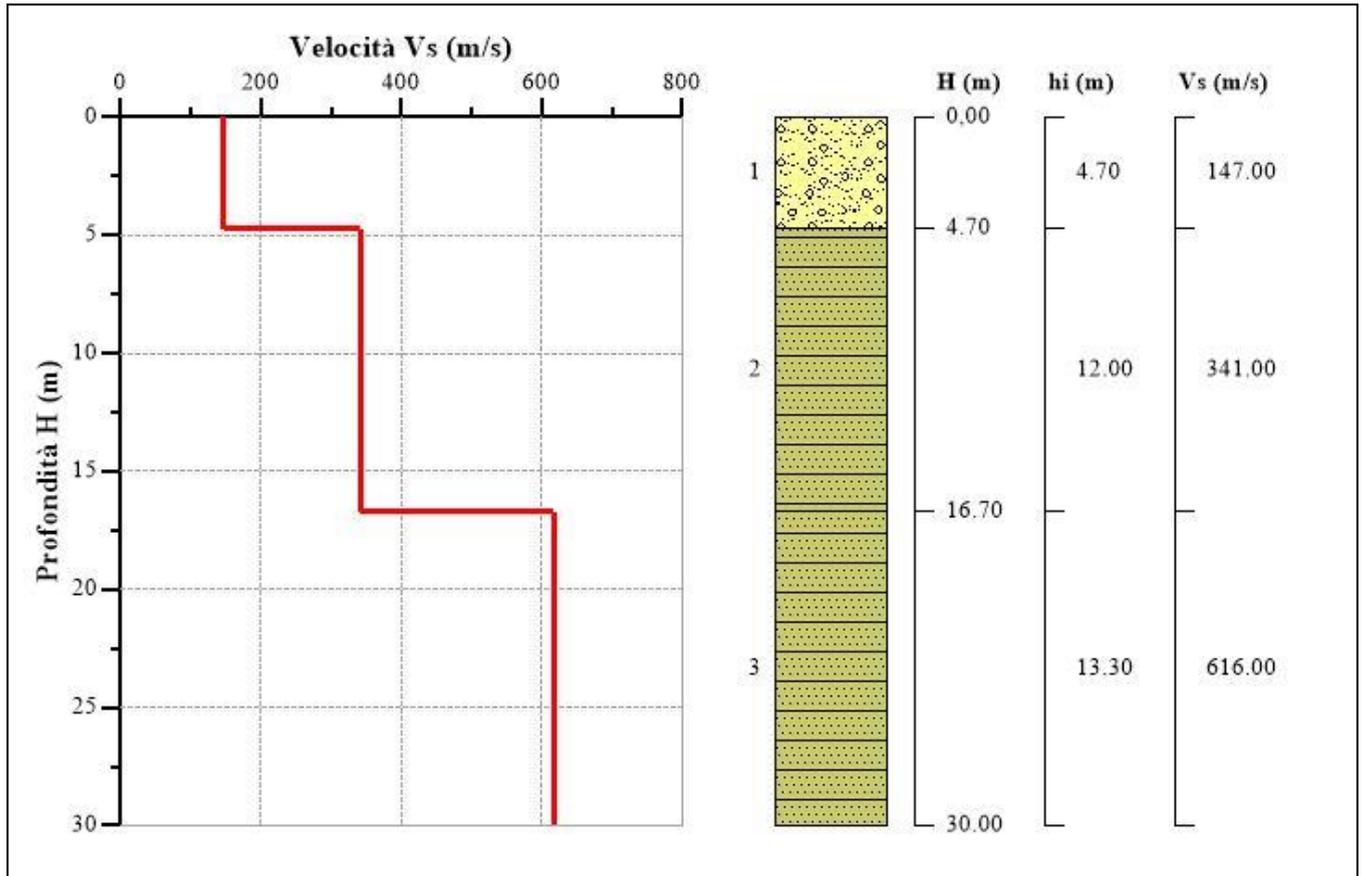
Standard deviations (m/s): 0.3, 1.7

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.77 1.97 2.11

Shear modulus (MPa) (approximate values): 38 229 80

VsEq (m/s): 339





## PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITA' STORICA DEL SITO

Il Comune di San Mauro Forte è stato interessato da una scarsa attività sismica infatti, dalla consultazione del database macrosismico italiano "DBMI15" (2015) redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), relativo alle osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, emerge quanto esposto nella figura seguente, in cui viene visualizzata la storia sismica di San Mauro Forte che va dal 1694 al 2006.

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
7-8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11 7.12
6-7	1885	12	24	10	50		Basilicata	7	6-7 5.09
NF	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7 5.15
3	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7 5.01
NF	1897	05	28	22	40	02	Ionio	132	6 5.46
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
NF	1905	11	26				Irpinia	122	7-8 5.18
5	1908	03	26	13	49		Materano	21	5 4.31
4-5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
4	1910	10	03	11	04		Basilicata meridionale	36	5-6 4.62
NF	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11 7.08
3	1966	07	06	04	24		Alta Murgia	46	4 4.26
4-5	1978	09	24	08	07	44	Materano	121	6 4.75
5	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
NF	1990	08	28	19	02	5	Potentino	84	4.21
4-5	1991	04	18	19	24	0	Piana di Metaponto	26	4.13
6	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7 5.08
3	1995	05	29	20	44	2	Val d'Agri	103	5 4.18
3	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6 4.90
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409	5.26
3	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5 4.41
NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabro settentrionale	161	4.70

### PRINCIPALI EVENTI SISMICI REGISTRATI NEL TERRITORIO DI SAN MAURO FORTE (PZ)



**DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DI SAN MAURO FORTE**

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche cui alle NTC 2018 e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, si riporta quanto segue:

***Classificazione della categoria di sottosuolo:***

Le misure sismiche eseguite hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito occupato dal parco fotovoltaico con le cabine elettriche e la Sottostazione elettrica utente presentano un suolo di fondazione di tipo C.

***Classificazione delle condizioni topografiche:***

Per le aree occupate dalle opere in progetto la categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.0.

**PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO**

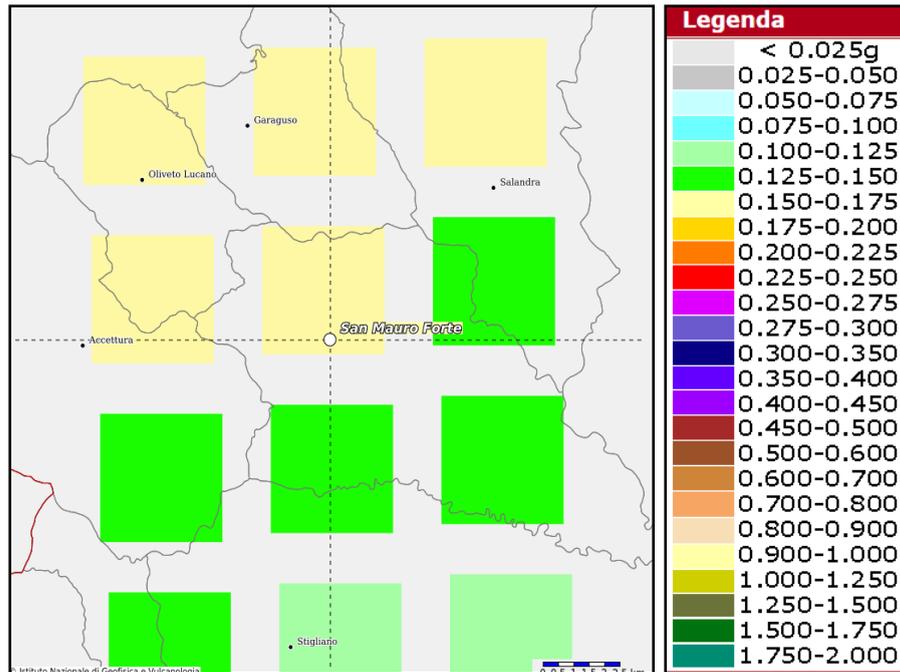
Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e l’aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni D.M. 17/01/2018 raccoglie in forma unitaria le regole che disciplinano la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valutano i diversi stati limite considerati, si definiscono dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. I dati di pericolosità

sismica prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), costituiscono l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato periodo avvenga un evento sismico di entità almeno pari a un valore prefissata e rappresenta la frequenza e la forza dei terremoti che interessano un dato territorio, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) di nostro interesse. Per la determinazione dei valori della pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato Suddiviso in molteplici griglie aventi passo di  $0.05^\circ$ , come ben visibile nelle figure seguenti dove è riportata la mappa della Basilicata con i valori di pericolosità sismica (dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido; i parametri sismici calcolati per il sito sono quelli riportati di seguito dove i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  definiscono le forme spettrali. Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, tale periodo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento"  $V_R$  e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento"  $RVP$ .

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento a un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero.



**VALORI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL COMUNE DI SAN MAURO FORTE (fonte INGV)**

Le stime di pericolosità sismica per il tratto di territorio in esame hanno fornito valori di accelerazioni di picco al suolo (PGA) con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni comprese tra 0.125 e 0.150 g.

## MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

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.

Oramai è noto nella comunità scientifica che fattori stratigrafici e geomorfologici locali possono variare le caratteristiche del moto sismico, modificando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie con una redistribuzione dell'energia ed amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze. Il Riferimento legislativo nazionale e regionale per gli studi finalizzati alla caratterizzazione sismica del territorio sono gli: "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)" approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS - 2008)", che sviluppando le istanze delle Regioni e degli Enti Locali e recependo quanto elaborato e sperimentato dalla comunità scientifica, definisce metodi d'indagini ed un criterio di utilizzo dei risultati degli studi di microzonazione sismica.

Lo studio di microzonazione sismica ha tenuto conto delle 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.

Secondo la zonazione sismica della L.R. 9/2011 e s.m.i. il comune di San Mauro Forte è classificato in zona 2d con un valore di PGA pari a 0.175g come riportato nella tabella seguente:

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

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati della modificazione locale del moto sismico in superficie individuando zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

La quantificazione numerica per il sito è riportata nella *Carta di microzonazione sismica* redatta ai sensi degli Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica (ICMS).

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 nella 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 rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

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

(VsH) 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 Vs (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di VsH, 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, riportate sia nei capitoli precedenti e negli elaborati allegati al presente studio, il sito prescelto 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. Applicando la metodologia di Studio di Microzonazione Sismica di II livello si è giunti al calcolo dei fattori di amplificazione FA a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione) ed FV a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità) per ogni zona individuata.

Le zone stabili suscettibili di amplificazione individuate sono due e sono:

**ZONA 1 PARCO FOTOVOLTAICO – CABINE ELETTRICHE DI CAMPO - CAVIDOTTO**

**ZONA 2 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE -CAVIDOTTO**

### ZONA 1: PARCO FOTOVOLTAICO - CABINE ELETTRICHE DI CAMPO

Dall'analisi delle velocità delle onde S misurate mediante gli stendimenti sismici tipo MASW si è ricavato che il bedrock sismico è stato rilevato alla profondità 80 m dal piano campagna.

Individuata la profondità del substrato sismico è possibile accedere agli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici.

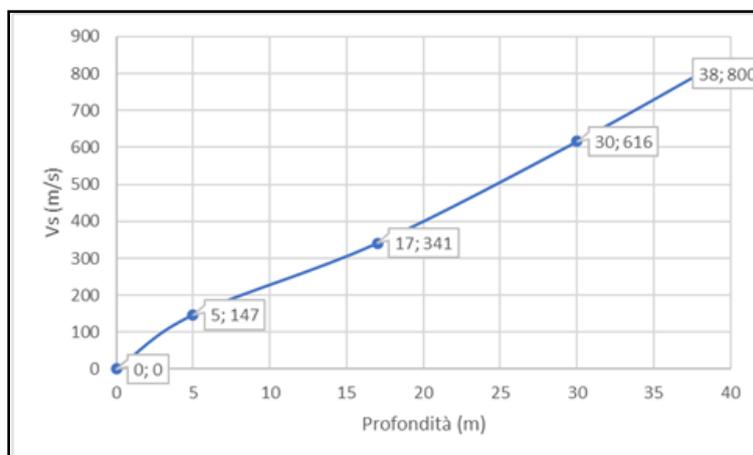
ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE AREA PARCO				
TIPO DI TERRENO	PGA	PROFILO	COPERTURA (m)	VELOCITA'
Argilla	0.18	Lineare pendenza	80	503

Dall'abaco corrispondente per una profondità di 80 m con velocità pari a 500 m/s si ottengono i valori  $FA = 1.23$  e  $FV = 1.44$ .

### ZONA 2: SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE – ELETTRODOTTO

Dall'analisi delle velocità delle onde sismiche di tipo S della masw il bedrock sismico non si rinviene nei primi 30 metri di profondità pertanto per individuarlo si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati ricavati dalla masw o considerando un aumento costante del gradiente di velocità nell'ultimo sismostrato fino a quando la velocità non raggiunge gli 800 m/s; la litologia prevalente con spessori di diverse centinaia di metri è quella argillosa.

Dal grafico ottenuto utilizzando i valori di velocità e di profondità della masw 2 si ottiene che il bedrock sismico si rileva alla profondità 38 m dal piano campagna.



**ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE AREA STAZIONE ELETTRICA**

TIPO DI TERRENO	PGA	PROFILO	COPERTURA (m)	VELOCITA'
Argilla	0.18	Lineare pendenza	38	370

Dall'abaco corrispondente per una profondità d 40 m con velocità pari a 400 m/s si ottengono i valori  $FA = 1.52$  e  $FV = 1.59$ .

**SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI**

ZONA	$V_{SH}$ (m/s)	H (m)	ag (g)	TIPO DI TERRENO	FA	FV
<b>PARCO FOTOVOLTAICO - CABINE ELETTRICHE - ELETTRODOTTO</b>						
<b>ZONA 1</b>	350	80	0.18	ARGILLA	1.23	1.44
<b>STAZIONE ELETTRICA UTENTE -ELETTRODOTTO</b>						
<b>ZONA 2</b>	370	40	0.18	ARGILLA	1.52	1.59

A conclusione dello Studio di Microzonazione Sismica di II livello è stata elaborata la Carta di Microzonazione Simica con l'identificazione delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale occupate dalle opere in progetto.

## **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 Geomorfológica*”.

Le aree interessate dal campo fotovoltaico sono state classificate per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportato:

### **I – AREE NON CRITICHE**

#### **Ia – AREE DI PIANURA NON ESONDABILI ED ESENTI DA CRITICITÀ IDRAULICHE ED IDROLOGICHE)**

In questa area rientra la stazione elettrica utente ed in parte il cavidotto in vicinanza della Stazione Terna esistente; le litologie sono del tipo ghiaiose con ciottoli eterometrici e poligenici con uno spessore di circa 5.00 metri per il sito di stretto interesse progettuale; non si rinviene una falda acquifera.

Si esprime la fattibilità geologica dell'intervento in quest'area.

#### **Ib - AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ**

Quest'area comprende i settori del parco fotovoltaico ubicato lungo il versante poco acclive, stabile ed esenti da criticità idrauliche ed idrologiche.

L'area è caratterizzata da terreni argilloso-limosi consistenti, si presenta stabile ed esente da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

La falda acquifera è assente.

Le strutture di fondazione dell'impianto vanno ad interessare il terreno fino ad una profondità di infissione di circa 2.00 m.

#### **IVB - AREE CON CRITICITÀ DI LIVELLO ELEVATO SIA PUNTUALE CHE DIFFUSE**

Quest'area coincide con le incisioni interferenti con l'elettrodotto di connessione; si tratta di incisioni a carattere stagionale, a deflusso ridotto.

In quest'area la criticità è superata con la tecnica t.o.c. con il passaggio dell'elettrodotto al di sotto dell'alveo.

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dal parco fotovoltaico sono stati consultati i risultati di analisi di prove di laboratorio geotecnico eseguite nei terreni della stessa formazione geologica di quella sito progettuale, segnatamente si tratta di campioni prelevati mediante escavatore meccanico dove affiorano le identiche litologie argillose appartenenti alla stessa formazione geologica.

Di seguito si riporta l'ubicazione del campionamento di terreno T1 eseguito in località Siano poco distante dal sito di interesse:

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti prevalentemente come limo con argilla debolmente sabbioso.

## FORMAZIONE ARGILLE SUBAPPENNINE - AREA PARCO FOTOVOLTAICO

In tabella seguente si riportano i parametri fisici e meccanici ricavati dalle prove penetrometriche comparate con quelle geotecniche di laboratorio ascrivibili ai terreni argilloso-limosi della Formazione delle Argille Subappennine:

litologia	$\gamma_n$ (KN/m <sup>3</sup> )	C'k (KPa)	$\Phi_k$ (°)
substrato argilloso-limoso	18.60	0.15	24

## DEPOSITI GHIAIOSI - AREA STAZIONE ELETTRICA UTENTE

I valori assegnati a queste litologie sono stati ricavati dalla prova penetrometrica dinamica continua, in quanto non sono terreni campionabili con la fustella.

litologia	$\gamma_n$ (KN/m <sup>3</sup> )	C'k (KPa)	$\Phi_k$ (°)
terreni ghiaiosi	20	-	28°

## VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità in condizioni ante e post-opera sono state condotte lungo la traccia A-A' con il metodo di Bishop (1965) considerando superfici di forma circolare.

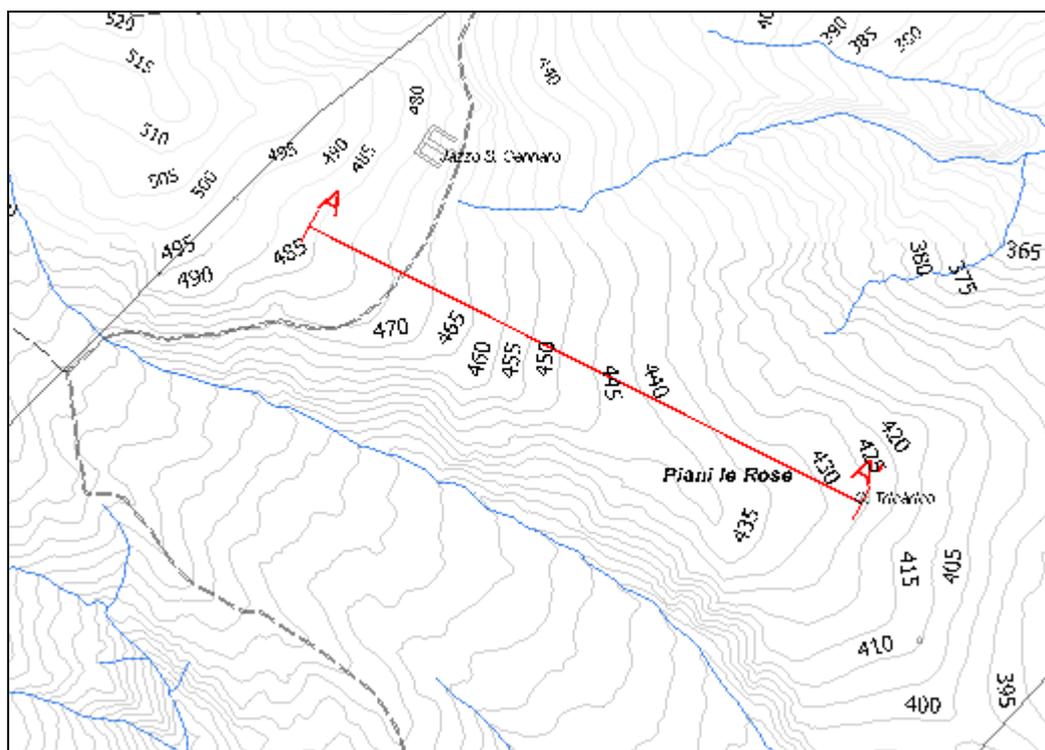
Nelle verifiche la condizione da soddisfare è:  $Ed \leq Rd$  con Ed azione di progetto, ed Rd valore della resistenza di progetto; alla luce delle NTC/018, si segue l'Approccio 1, con la combinazione 2: (A2, M2, R2).

Il software utilizzato è "Slope" della Geostru che permette di effettuare anche la riduzione dei parametri geotecnici anche se non necessaria come previsto dalle NTC/018.

Nelle verifiche sono stati inseriti i carichi esercitati dai moduli fotovoltaici, sovrastimati a vantaggio di sicurezza.

Sempre a vantaggio di sicurezza nelle verifiche si sono considerate condizioni più sfavorevoli ovvero con valori bassi dei parametri di resistenza meccanica che sono anche stati ridotti con i coefficienti parziali di riduzione.

La falda acquifera è assente.



### TRACCIA DI VERIFICA DI STABILITA'

Come riportato di seguito i valori del fattore di sicurezza sono risultati superiori a quanto stabilito dalla normativa vigente sia nelle condizioni ante-opera sia in quelle post-opera.

#### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	40.508754/16.269541
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	37.24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	534.18 m
Ascissa vertice destro superiore xs	222.37 m
Ordinata vertice destro superiore ys	569.02 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.41	0.29
S.L.D.	50.0	0.56	2.47	0.32
S.L.V.	475.0	1.51	2.49	0.36
S.L.C.	975.0	1.91	2.53	0.37

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.645	0.2	0.0132	0.0066
S.L.D.	0.84	0.2	0.0171	0.0086
S.L.V.	2.2196	0.24	0.0543	0.0272
S.L.C.	2.6823	0.24	0.0656	0.0328

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.054  
Coefficiente azione sismica verticale 0.027

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	479.0
2	5.0	480.0
3	20.0	481.0
4	30.0	482.0
5	55.0	485.0
6	75.0	487.0
7	115.0	491.0
8	125.0	492.0
9	135.0	493.0
10	145.0	494.0
11	160.0	496.0
12	175.0	498.0
13	195.0	501.0
14	205.0	502.0
15	220.0	505.0
16	230.0	506.0
17	235.0	507.0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25  
Coesione efficace 1.25  
Coesione non drenata 1.4  
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.10	22	19	19.5	Argilla - argilla limosa	

### Carichi distribuiti – Moduli fotovoltaici

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	20	481	30	482	0.5
2	30	482	55	485	0.5
3	55	485	75	487	0.5
4	75	487	115	491	0.5
5	115	491	125	492	0.5
6	125	492	135	493	0.5
7	135	493	145	494	0.5
8	145	494	160	496	0.5
9	160	496	175	498	0.5
10	175	498	195	501	0.5
11	195	501	205	502	0.5

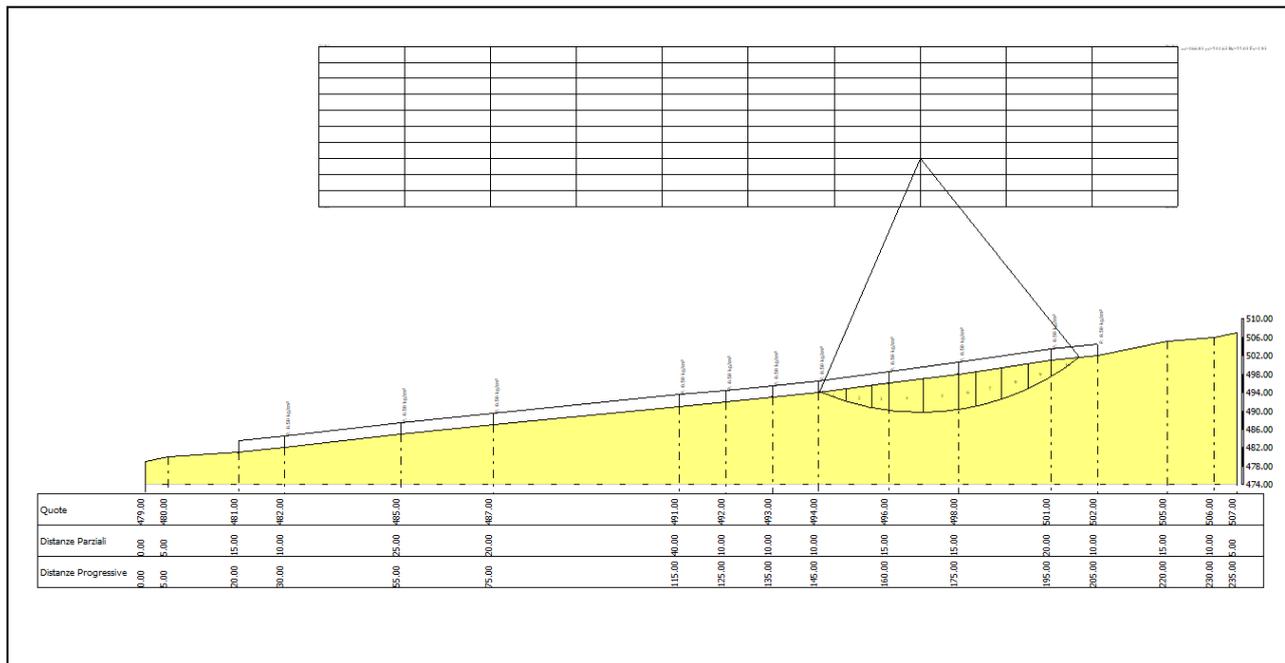
### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 1.95  
Ascissa centro superficie 166.83 m  
Ordinata centro superficie 558.57 m  
Raggio superficie 64.94 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**xc = 166.831 yc = 558.569 Rc = 64.937 Fs=1.952**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.42	-10.2	4.49	27823.6	1502.47	751.24	0.08	17.9	0.029361.6	6092.3	
2	2.43	-7.1	2.45	20157.61	1088.51	544.26	0.08	17.9	0.020819.7	4045.9	
3	6.4	-3.2	6.41	65447.15	3534.15	1767.07	0.08	17.9	0.066242.4	12363.4	
4	4.42	1.6	4.42	51954.4	2805.54	1402.77	0.08	17.9	0.051715.2	9432.0	
5	4.18	5.4	4.25	1708.01	2792.23	1396.12	0.08	17.9	0.051065.9	9252.6	
6	4.65	9.3	4.71	58076.72	3136.14	1568.07	0.08	17.9	0.057153.4	10361.2	
7	4.42	13.4	4.54	53170.0	2871.18	1435.59	0.08	17.9	0.052376.0	9576.9	
8	4.42	17.4	4.63	48429.71	2615.2	1307.6	0.08	17.9	0.047952.9	8944.2	
9	4.42	21.6	4.75	40725.54	2199.18	1099.59	0.08	17.9	0.040672.5	7892.8	
10	4.42	25.8	4.91	29275.47	1580.88	790.44	0.08	17.9	0.029491.2	6268.2	



## **VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE**

Il presente studio ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di San Mauro Forte in località Tenuta San Gennaro dove la ditta richiedente vuole realizzare un impianto fotovoltaico.

Sia il rilevamento geologico sia le indagini geognostiche eseguite e consultate confermano che il complesso di natura argilloso-limoso del parco fotovoltaico e le litologie sabbioso-ghiaiose fluviali presentano caratteristiche fisiche idonee nell'ipotesi di utilizzo in progetto.

Le aree di impianto fotovoltaico si presentano morfologicamente stabili.

Il comune di San Mauro Forte è compreso nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale; dal PAI vigente si evince come le aree di progetto non rientrano in perimetrazioni classificate a rischio da frana se non per una porzione a rischio R3 lambita dal passaggio del cavidotto di connessione.

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

La posa dei moduli fotovoltaici avrà un effetto di consolidamento dei terreni per l'effetto di chiodatura e costipamento dei pali di ancoraggio dei pannelli fotovoltaici; inoltre la superficie dei pannelli porterà ad una riduzione della velocità di impatto della pioggia sul terreno, riducendone al contempo la forza erosiva.

**Autorità di Bacino Distrettuale  
dell'Appennino meridionale – sede  
operativa Basilicata Via Corso Umberto 1°  
n. 28 85100 Potenza**

**Oggetto:** *progetto di costruzione ed esercizio impianto fotovoltaico monoassiale Est-Ovest nel comune di San Mauro Forte (PZ).*

Lo scrivente in qualità di geologo incaricato dalla società richiedente per lo studio geologico relativo progetto di costruzione ed esercizio impianto fotovoltaico e relative opere di connessione in località Tenuta San Gennaro nel comune di San Mauro Forte (PZ), dichiara che lo studio geologico è stato redatto ai sensi dell'art. 4 quater c.1 e c.2.

Lo scrivente **assevera** l'esenzione delle opere progettuali rispetto al rischio idrogeologico ai sensi dell'art. 4 quater c.3.

20/09/2021

IN FEDE



A circular blue ink stamp from the Ordine dei Geologi. The text inside the stamp reads: "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top, "GEOLOGO FRANCHINO GIANCRISTIANO" in the center, and "SEZ. A BASILICATA" at the bottom. A handwritten signature in black ink is written across the stamp.