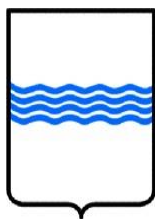


REGIONE BASILICATA



COMUNE DI TRICARICO



IMPIANTO AGRIVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE IN AGRO DI TRICARICO E GARAGUSO - MT

LOCALITA' LA FORESTA

POTENZA NOMINALE 20 MW

N. ALLEGATO

A.2

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

FORENZA 3 SOLAR S.R.L.S.
VIA ANNA MARIA ORTESE N. 6
85100 POTENZA

**Il Geologo
Giancristiano Franchino**



DATA: GIUGNO 2023

Rev n°

PREMESSA

Lo scrivente su incarico della ditta richiedente ha redatto il presente studio geologico per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 20 Mw in località La Foresta del comune di Tricarico (MT) 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. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale”.
-
- “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale”.

Il piano delle indagini geognostiche in questa fase è consistita in due indagini sismiche del tipo masw e di due prove penetrometriche dinamiche continue.

Allegati – tavole grafiche:

- Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche - scala 1:2.000.
- Carta Geologica.
- Carta Geomorfologica.
- Sezione Geologica.
- Carta idrogeologica.
- Corografia dei bacini idrografici.
- Carta di Microzonazione sismica di III livello.
- Carta di sintesi della criticità e della pericolosità geologica e geomorfologica.
- Allegato studio di Risposta sismica locale.

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 Tricarico (MT) in località La Foresta, distante circa 5 Km dal centro abitato in una zona occupata prevalentemente da terreni agricoli.



Sito di progetto

Località: *La Foresta* Luogo: Comune di Tricarico - MT

Coordinate Geografiche Impianto Fotovoltaico

Area 1 Lat. 40.63561° N Long 16.215495° E _ Lat. 40°38'11.436" N Long.

16°12'55.782" E - Area 2 Lat. 40.626489° N Long 16.23379° E – Lat. 40°37'35.360"

N Long. 16°14'1.644

Particelle Catastali Impianto Fotovoltaico

Tricarico Foglio 2 P.lle 3-5-6-9-23-24-56-61-77-102

Coordinate Geografiche Stazione TERNA “Garaguso”

Lat. 40.88797048 ° E Long. 15.92456907° N – Lat. 40°53’16.7’’N Long.
15°55’28.44’’E

Particelle Catastali Stazione Terna “Garaguso”:

Garaguso Foglio 47 particella 415

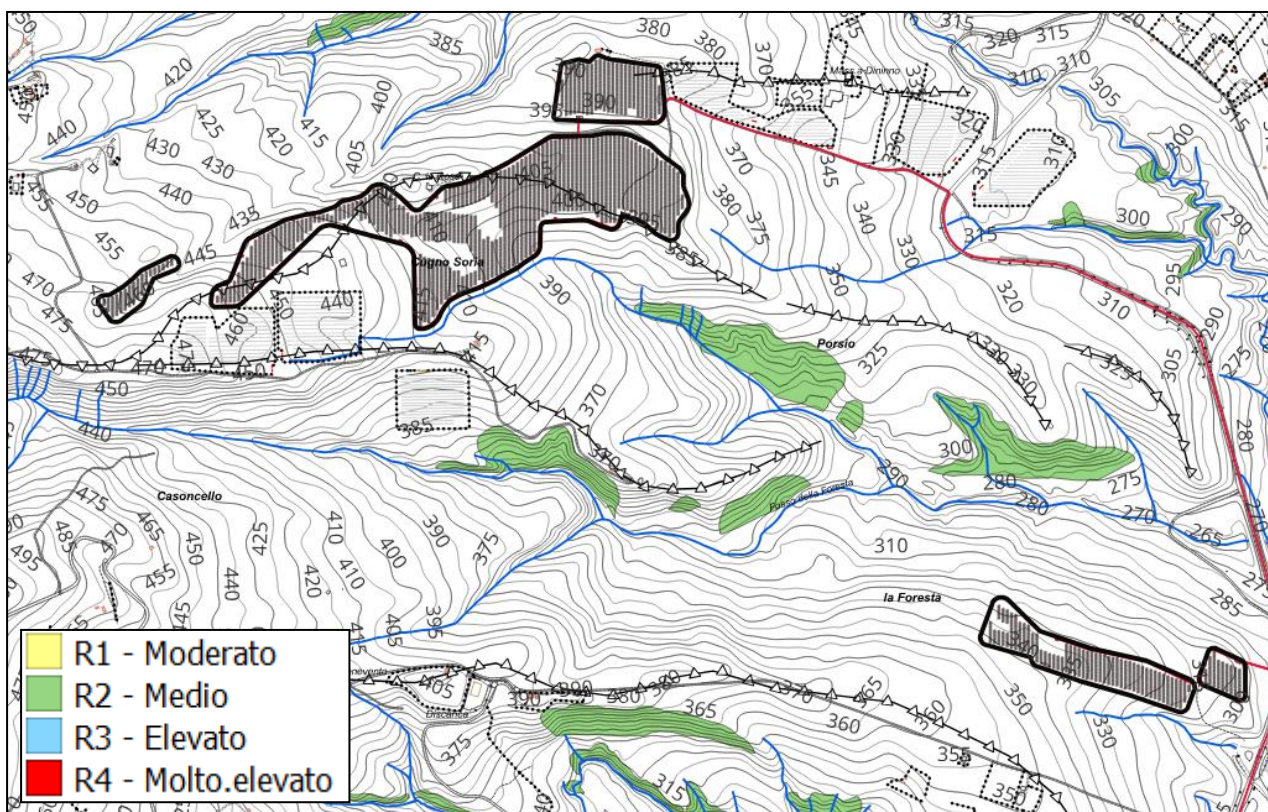
Si fa presente che la Stazione elettrica di Terna denominata Garaguso è esistente.

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

Il territorio comunale di Tricarico rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

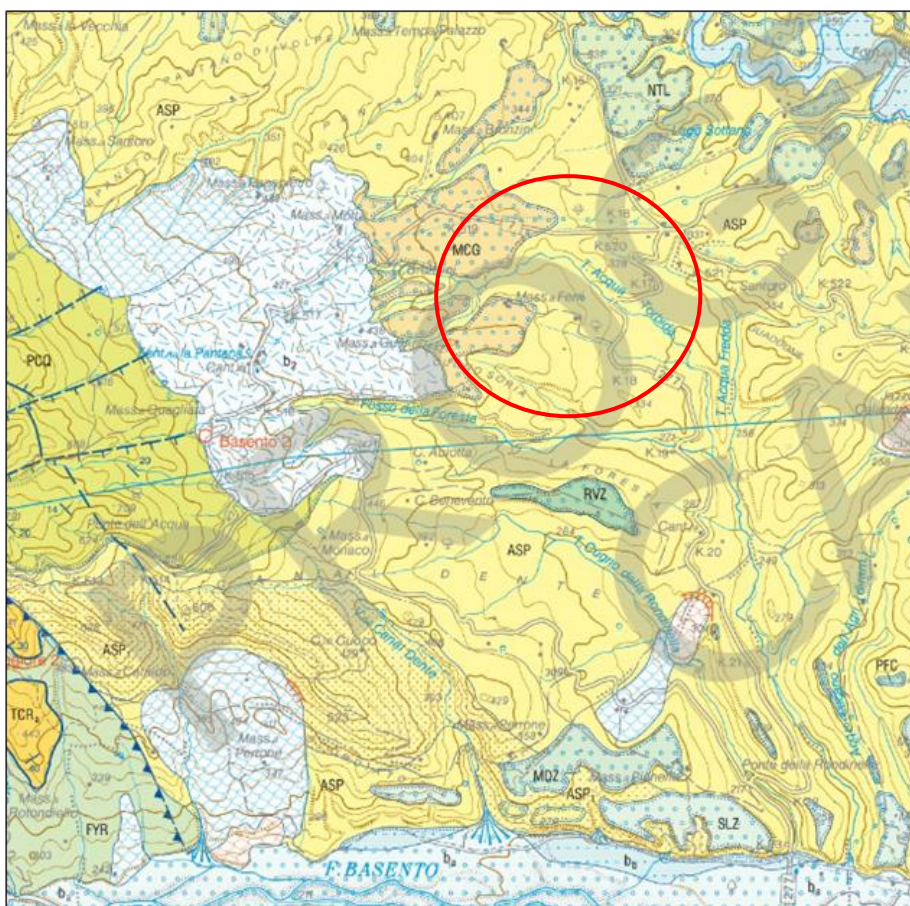
Dalla consultazione delle Tavole del Piano per l'Assetto idrogeologico non risultano interferenze tra le opere in progetto con aree a rischio da frana.

Nella figura seguente si riporto lo stralcio della carta del rischio da frana consultata.



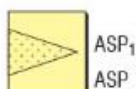
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio in esame che rientra nel tenimento amministrativo di Tricarico (MT) si colloca ad est del margine della Catena appenninica, in dominio di avanfossa ed è compresa nel Foglio 471 “Irsina” della Carta Geologica d’Italia in scala 1: 50.000; nell’area di studio e per un vasto areale affiorano depositi terrigeni ascrivibili alla “Formazione delle Argille Subappennine” (Azzaroli *et alii*, 1968) depositatisi in un esteso bacino di sedimentazione denominato Fossa bradanica (Migliorini, 1937; Sella *et alii*, 1988; Balduzzi *et alii*, 1982; Crescenti, 1975). In posizione stratigrafica superiore alla Formazione delle Argille Subappennine sono presenti con contatto erosivo delle litologie conglomeratiche del Pleistocene inferiore, di spessore esiguo, costituite da ciottoli poligenici eterometrici, arrotondati e/o appiattiti.



ARGILLE SUBAPPENNINE

Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, a luoghi con intercalazioni sabbiose o più raramente conglomeratiche, in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad oltre un metro. I caratteri di facies sono indicativi di ambienti di piattaforma s.l. o di rampa. Lo spessore complessivo affiorante è di circa 400 metri. Nella parte alta della formazione è presente uno spesso membro conglomeratico (ASP₁). **PLIOCENE SUP. - SICILIANO** - zona a *Bulimina marginata*, zona a *Hyalinea balthica*, zone MNN19c, MNN19d e MNN19e.



CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI DETTAGLIO

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

Sono state consultate le stratigrafie dei pozzi a carotaggio continuo perforati appositamente per il Progetto CARG dal Servizio Geologico nazionale e le stratigrafie eseguite in zona per la ricerca di idrocarburi da parte delle aziende petrolifere.

Sono stati riconosciuti i seguenti depositi:

Depositi marini ascrivibili alla Formazione delle Argille subappennine;

Depositi continentali terrazzati del Pleistocene medio e superiore e depositi fluviali attuali e recenti.

Formazione delle Argille Subappennine

Dal punto di vista litologico e formazionale l'area è caratterizzata da litologie ascrivibili alla Formazione delle Argille Subappennine.

La successione di età plio-pleistocenica indicata come Formazione delle Argille Subappennine riportate nella Carta Geologica Ufficiale in scala 1:50.000 Foglio Irsina, con il simbolo (ASP) è caratterizzata da argille limose e limi argillosi in strati sottili a laminazione parallela, di colore dal giallastro all'avana nella sua parte alterata, di colore grigio azzurro tendente al grigio scuro in profondità; inoltre sono presenti argille marnose e marne argillose grigio azzurre consistenti collocabili temporalmente al Pliocene superiore – Pleistocene inferiore.

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°.

Depositi Fluviali terrazzati

Costituiti da successioni di conglomerati sabbiosi, con ciottoli poligenici; appartengono al Supersintema del Torrente Bilioso.

Lo spessore riportato in letteratura è di pochi metri; dalla masw si ricava uno spessore di circa 5 metri.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il contesto geomorfologico dell'area di interesse progettuale è rappresentato da un paesaggio di tipo collinare con colline aventi forma sommitale debolmente arrotondata e tabulare, caratterizzati da versanti digradanti con morfologia blanda ed a luoghi accidentata con solchi di ruscellamento superficiale.

Segnatamente la porzione di territorio sede dei vari settori che compongono il parco fotovoltaico presentano valori di pendenze non superiori al 10-12%.

Le quote altimetriche dei tre settori di impianto fotovoltaico variano da 390 a 460, da 400 a 380, e da 310 a 340 m s.l.m.

Dai sopralluoghi eseguiti si conferma che le aree interessate dalla realizzazione del parco fotovoltaico sono prive di elementi riconducibili a forme di dissesto attive o quiescenti, non esistono movimenti franosi nelle aree di interesse progettuale.

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia Superficiale mostra un reticolo superficiale caratterizzato da incisioni con un regime intermittente con 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 si può considerare bassa in quanto, anche se dotati di porosità primaria, sono impermeabili a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione; ne deriva una circolazione nulla o trascurabile, anche nei livelli a prevalenza limosa o sabbiosa in quanto si tratta di sabbie fini con argilla.

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

Non si hanno interferenze tra le opere in progetto e ed il reticolo idrografico superficiale.

La falda acquifera è assente.

PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE

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 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 strumentale.

E' stata eseguita una prova penetrometrica all'interno dei depositi conglomeratici ed una nelle litologie argillose.

Per le litologie ghiaioso-sabbiose (Prova P1) si distingue uno strato superficiale di suolo poco addensato (Classificazione A.G.I. 1977) dello spessore di 30 cm fino ad arrivare 3.60 m dove si incontrano ghiaie in matrice sabbiosa; le litologie argillose (Prova P2) sono caratterizzate da un primo strato dello spessore di 1.10 m moderatamente consistente seguito da strati consistenti e molto consistenti (Classificazione A.G.I. 1977) con una resistenza alla penetrazione che aumenta con la profondità.

Pe le litologie ghiaioso-sabbiose a comportamento attritivo si è utilizzata la correlazione di De Mello mentre per le litologie argillose a comportamento coesivo quella di Terzaghi-Peck.

Per i dettagli delle prove si rimanda al report di seguito illustrato.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 21/05/2023

Profondita' prova 3,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0,857	16,18	18,89	0,81	0,94
0,20	5	0,855	16,14	18,89	0,81	0,94
0,30	9	0,853	28,99	34,00	1,45	1,70
0,40	10	0,851	32,14	37,78	1,61	1,89
0,50	21	0,749	59,41	79,33	2,97	3,97
0,60	21	0,747	59,26	79,33	2,96	3,97
0,70	16	0,795	48,06	60,44	2,40	3,02
0,80	15	0,793	44,95	56,66	2,25	2,83
0,90	18	0,792	51,24	64,74	2,56	3,24
1,00	24	0,740	63,85	86,31	3,19	4,32
1,10	21	0,738	55,74	75,52	2,79	3,78
1,20	23	0,736	60,90	82,72	3,05	4,14
1,30	22	0,735	58,12	79,12	2,91	3,96
1,40	23	0,733	60,62	82,72	3,03	4,14
1,50	12	0,831	35,87	43,16	1,79	2,16
1,60	14	0,780	39,25	50,35	1,96	2,52
1,70	32	0,678	78,02	115,08	3,90	5,75
1,80	30	0,726	78,36	107,89	3,92	5,39
1,90	25	0,725	62,18	85,80	3,11	4,29
2,00	24	0,723	59,56	82,36	2,98	4,12
2,10	23	0,722	56,96	78,93	2,85	3,95
2,20	26	0,720	64,26	89,23	3,21	4,46
2,30	35	0,669	80,31	120,11	4,02	6,01
2,40	34	0,667	77,84	116,68	3,89	5,83
2,50	32	0,666	73,10	109,82	3,66	5,49
2,60	30	0,714	73,54	102,96	3,68	5,15
2,70	34	0,663	77,34	116,68	3,87	5,83
2,80	31	0,661	70,37	106,39	3,52	5,32
2,90	30	0,710	69,90	98,45	3,50	4,92
3,00	32	0,659	69,17	105,01	3,46	5,25
3,10	34	0,657	73,34	111,58	3,67	5,58
3,20	34	0,656	73,19	111,58	3,66	5,58
3,30	35	0,655	75,20	114,86	3,76	5,74
3,40	45	0,603	89,11	147,68	4,46	7,38
3,50	48	0,602	94,85	157,52	4,74	7,88
3,60	50	0,601	98,59	164,08	4,93	8,20

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - ghiaie	21	3,60	49,94	92,41	94,23	52,69

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson - Thornburn-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	Owasa ki & Iwasaki
[2] - ghiaie	21	3,60	21	33	33,88	32,01	37,37	40,94	30-32	32,75	33,3	29,08	35,49

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - ghiaie	21	3,60	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[2] - ghiaie	21	3,60	21	Terzaghi-Peck 1948	1,61

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[2] - ghiaie	21	3,60	21	Terzaghi-Peck 1948	2,00

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - ghiaie	21	3,60	21	(A.G.I.)	0,31

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 21/05/2023

Profondita' prova 6,00 mt Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0,857	16,18	18,89	0,81	0,94
0,20	5	0,855	16,14	18,89	0,81	0,94
0,30	7	0,853	22,55	26,44	1,13	1,32
0,40	10	0,851	32,14	37,78	1,61	1,89
0,50	11	0,849	35,27	41,55	1,76	2,08
0,60	11	0,847	35,20	41,55	1,76	2,08
0,70	16	0,795	48,06	60,44	2,40	3,02
0,80	16	0,793	47,95	60,44	2,40	3,02
0,90	6	0,842	18,16	21,58	0,91	1,08
1,00	6	0,840	18,12	21,58	0,91	1,08
1,10	6	0,838	18,08	21,58	0,90	1,08
1,20	10	0,836	30,08	35,96	1,50	1,80
1,30	14	0,785	39,50	50,35	1,98	2,52
1,40	15	0,783	42,23	53,95	2,11	2,70
1,50	15	0,781	42,14	53,95	2,11	2,70
1,60	14	0,780	39,25	50,35	1,96	2,52
1,70	14	0,778	39,17	50,35	1,96	2,52
1,80	11	0,826	32,69	39,56	1,63	1,98
1,90	9	0,825	25,47	30,89	1,27	1,54
2,00	11	0,823	31,08	37,75	1,55	1,89
2,10	9	0,822	25,38	30,89	1,27	1,54
2,20	13	0,770	34,36	44,61	1,72	2,23
2,30	12	0,819	33,71	41,18	1,69	2,06
2,40	10	0,817	28,04	34,32	1,40	1,72
2,50	10	0,816	27,99	34,32	1,40	1,72
2,60	8	0,814	22,35	27,45	1,12	1,37
2,70	10	0,813	27,89	34,32	1,39	1,72
2,80	9	0,811	25,06	30,89	1,25	1,54
2,90	9	0,810	23,92	29,54	1,20	1,48
3,00	10	0,809	26,54	32,82	1,33	1,64
3,10	12	0,807	31,79	39,38	1,59	1,97
3,20	11	0,806	29,10	36,10	1,45	1,80
3,30	10	0,805	26,41	32,82	1,32	1,64
3,40	9	0,803	23,73	29,54	1,19	1,48
3,50	9	0,802	23,69	29,54	1,18	1,48
3,60	9	0,801	23,65	29,54	1,18	1,48
3,70	10	0,800	26,24	32,82	1,31	1,64
3,80	20	0,748	49,12	65,63	2,46	3,28
3,90	20	0,747	46,99	62,88	2,35	3,14
4,00	15	0,746	35,18	47,16	1,76	2,36
4,10	16	0,745	37,47	50,31	1,87	2,52
4,20	17	0,744	39,75	53,45	1,99	2,67
4,30	18	0,743	42,02	56,59	2,10	2,83
4,40	19	0,741	44,29	59,74	2,21	2,99
4,50	23	0,690	49,92	72,31	2,50	3,62
4,60	23	0,689	49,84	72,31	2,49	3,62
4,70	25	0,688	54,09	78,60	2,70	3,93
4,80	21	0,687	45,37	66,03	2,27	3,30
4,90	21	0,686	43,48	63,37	2,17	3,17
5,00	25	0,685	51,68	75,44	2,58	3,77
5,10	25	0,684	51,60	75,44	2,58	3,77
5,20	28	0,683	57,71	84,49	2,89	4,22
5,30	30	0,682	61,74	90,53	3,09	4,53
5,40	35	0,631	66,65	105,62	3,33	5,28
5,50	34	0,630	64,65	102,60	3,23	5,13

5,60	38	0,629	72,14	114,67	3,61	5,73
5,70	38	0,628	72,03	114,67	3,60	5,73
5,80	41	0,577	71,42	123,72	3,57	6,19
5,90	50	0,576	83,60	145,04	4,18	7,25
6,00	50	0,575	83,47	145,04	4,17	7,25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2 TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] - Limo Argilloso	7	1,10	0,44	0,88	0,25 - 0,50	0,63	0,96	0,35	1,10	0,88
[2] - Limo Argilloso	9	3,70	0,61	1,13	0,50 - 1,00	0,80	1,12	0,45	1,09	1,13
[3] -	22	6,00	1,49	2,75	1,00 - 2,00	1,85	2,27	1,10	3,02	2,75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Limo Argilloso	7	1,10	32,12	--	73,19	87,50
[2] - Limo Argilloso	9	3,70	41,29	--	93,59	112,50
[3] -	22	6,00	100,94	--	226,18	220,00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Limo Argilloso	7	1,10	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Limo Argilloso	9	3,70	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	22	6,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Limo Argilloso	7	1,10	Meyerhof	1,86
[2] - Limo Argilloso	9	3,70	Meyerhof	1,94
[3] -	22	6,00	Meyerhof	2,11

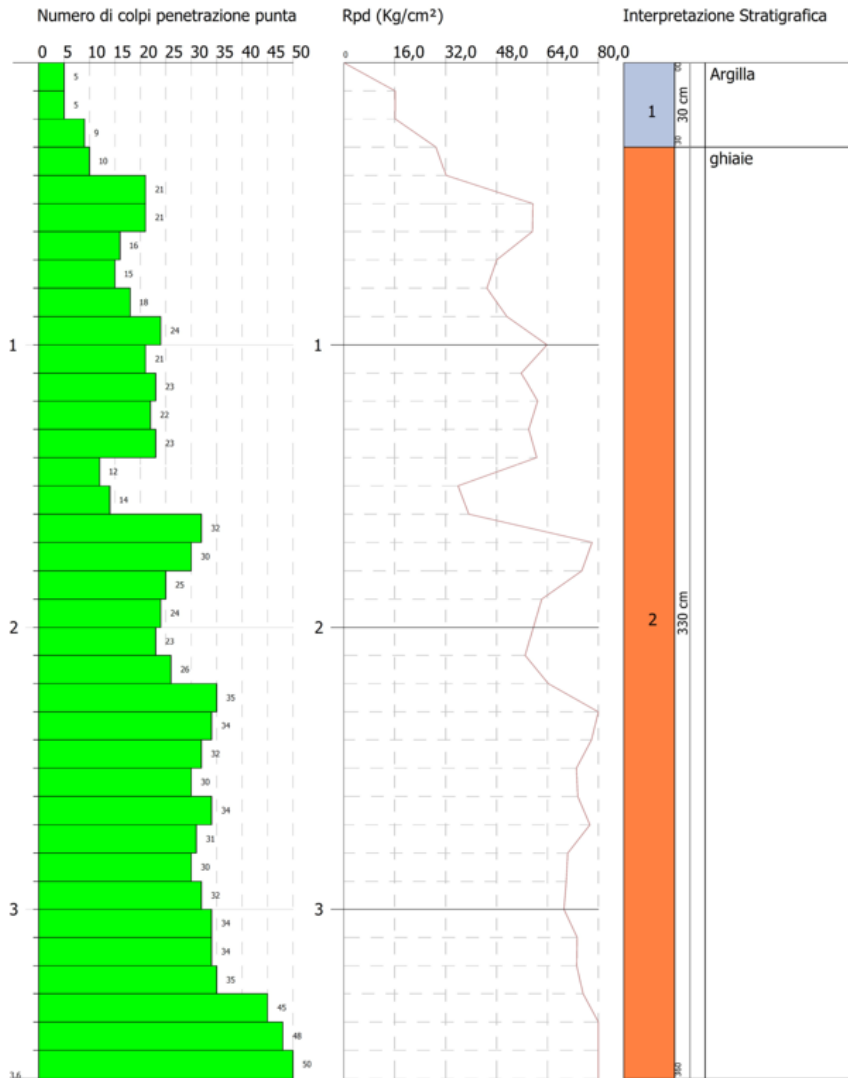
Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Limo Argilloso	7	1,10	Meyerhof	1,90
[2] - Limo Argilloso	9	3,70	Meyerhof	2,13
[3] -	22	6,00	Meyerhof	2,14

Realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 20 Mw in località La Foresta del Comune di Tricarico (MT)

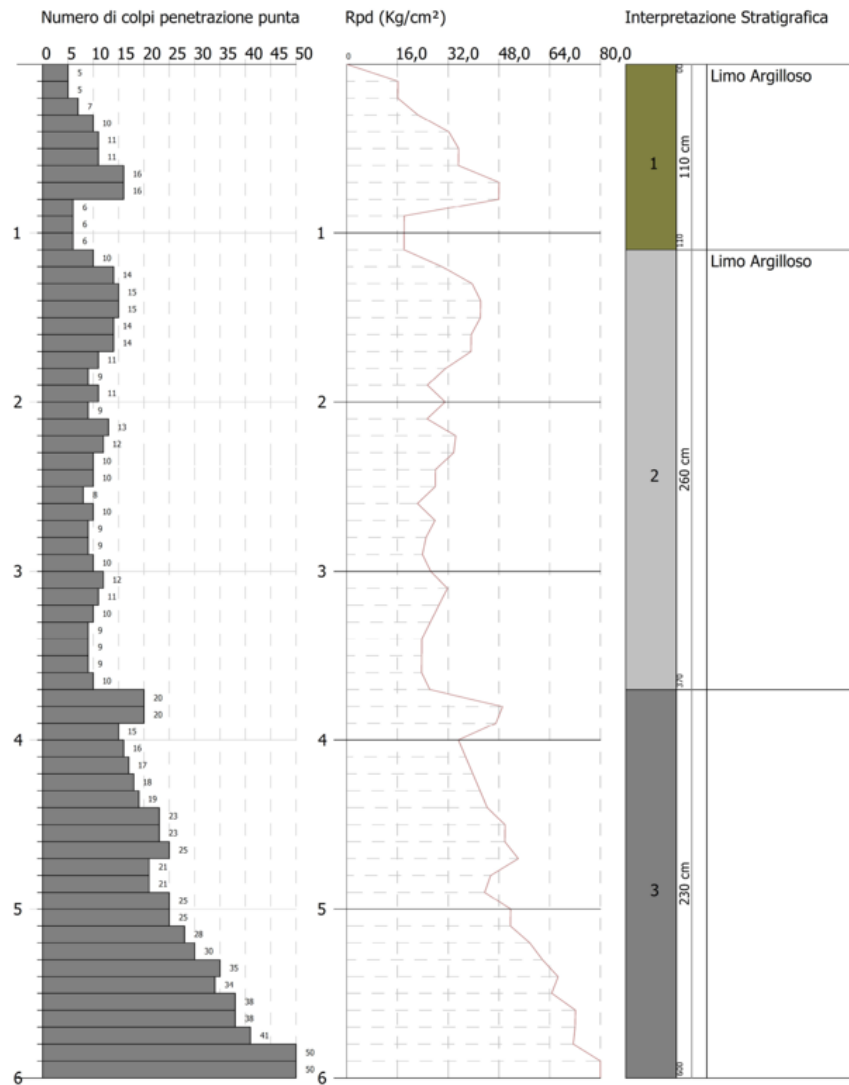
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:
24/06/2023
Scala 1:18



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:
10/06/2023
Scala 1:30

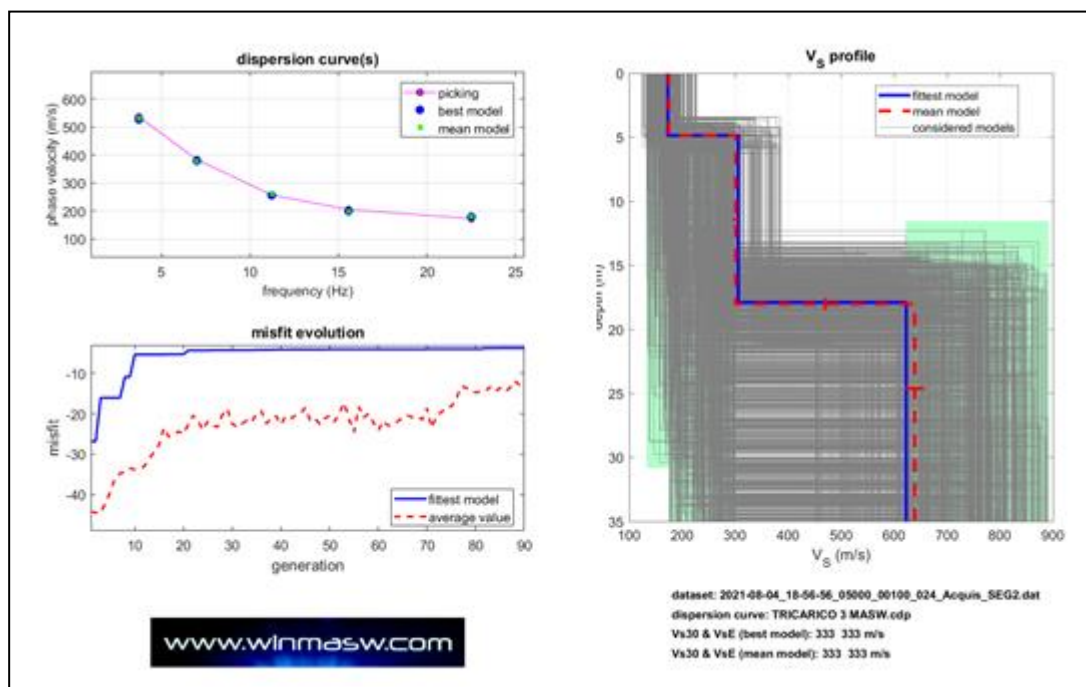


INDAGINI SISMICHE MASW

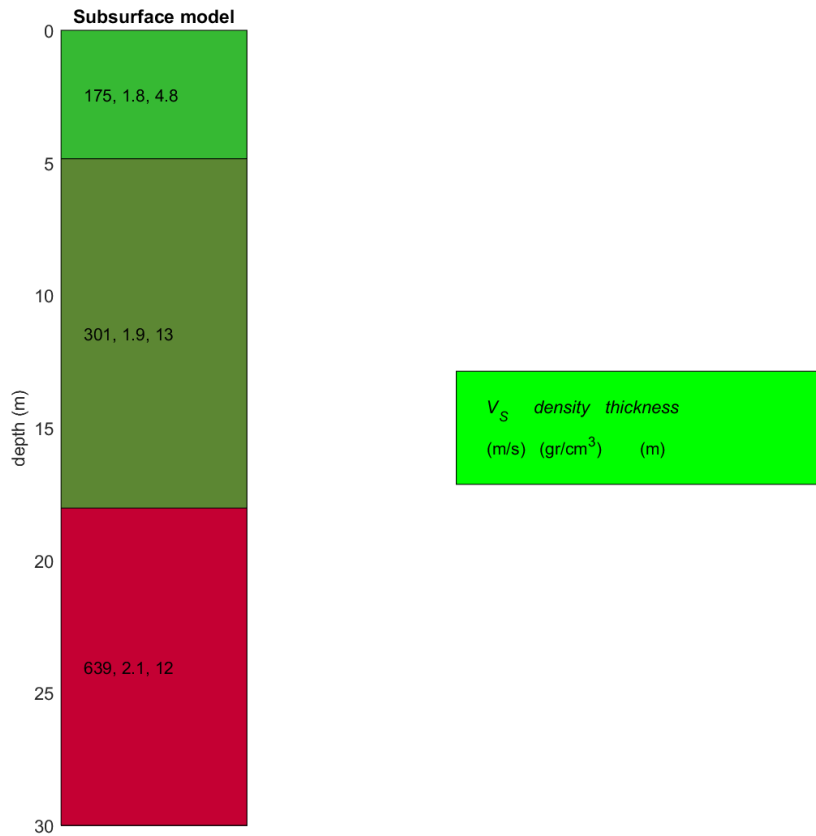
MASW 1

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 .

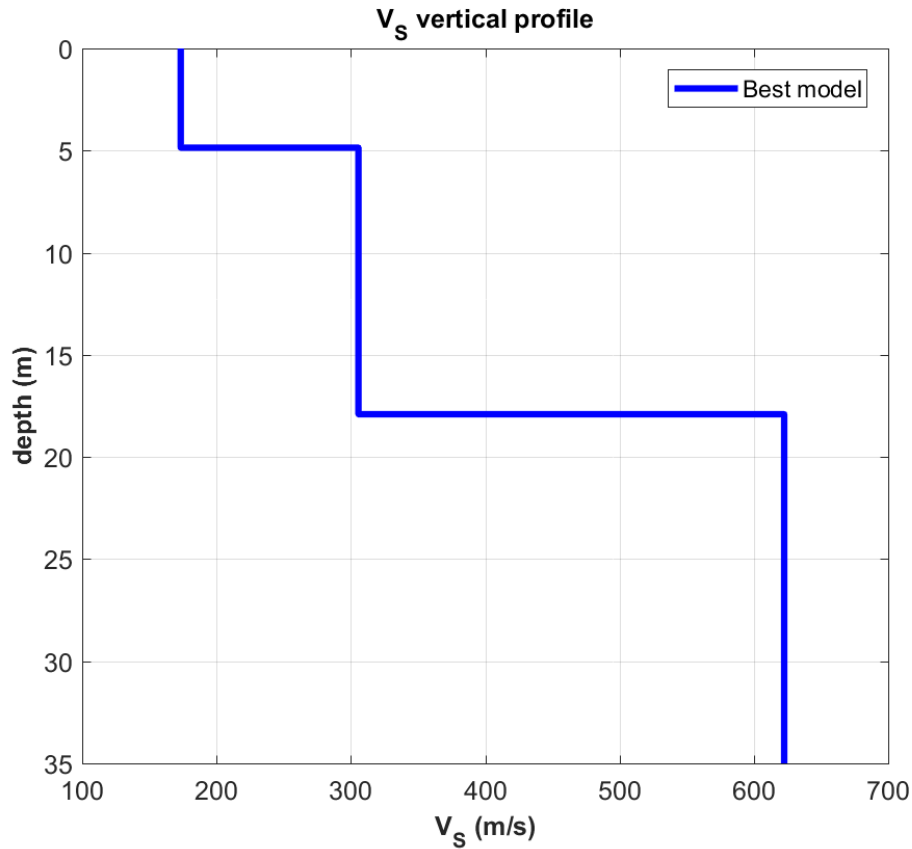
Dall'inversione della curva di dispersione determinata tramite software Win-Masw si ottiene il seguente modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio:



PROFILO DELLE VS E CURVA DI DISPERSIONE



SISMOSTRATIGRAFIA



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 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: TRICARICO 3 MASWI.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 175, 301, 639

Standard deviations (m/s): 1, 5, 18

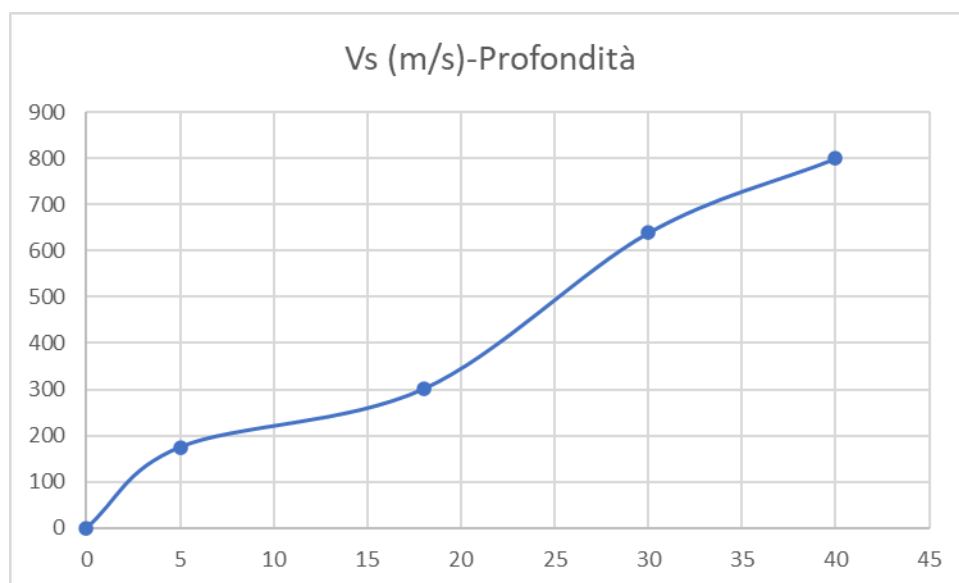
Thickness (m): 4.8, 13.2

Standard deviations (m/s): 0.1, 0.4

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.81 1.94 2.12

Shear modulus (MPa) (approximate values): 55 176 867

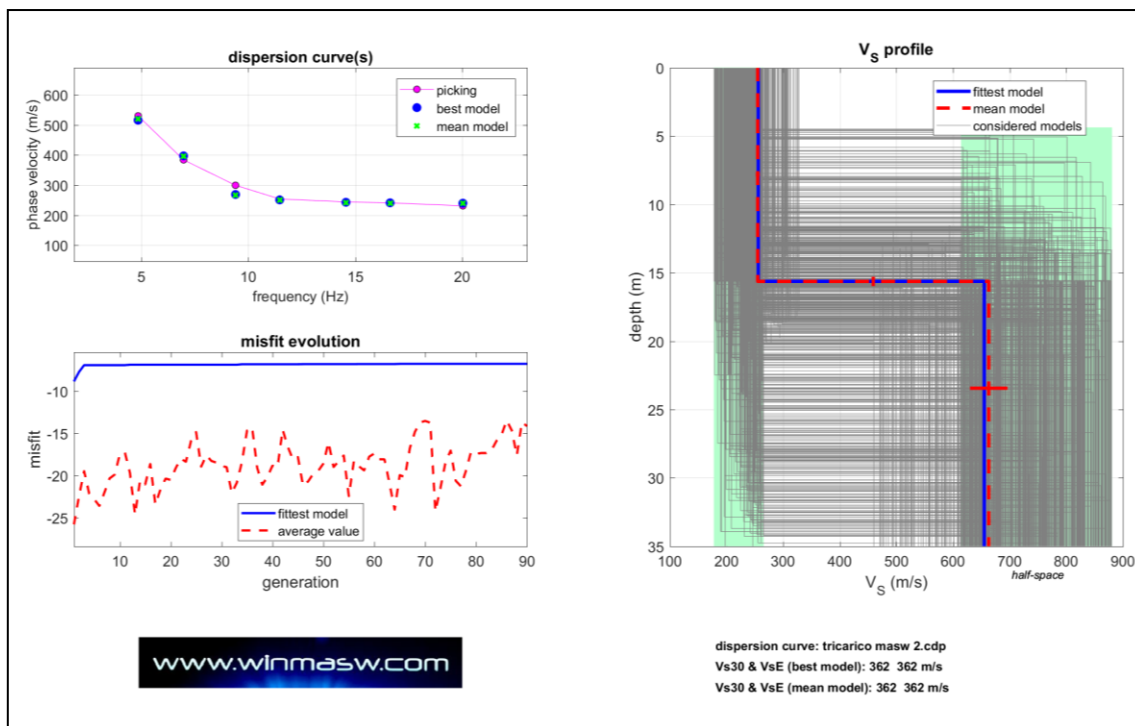
VsEq (m/s): 333



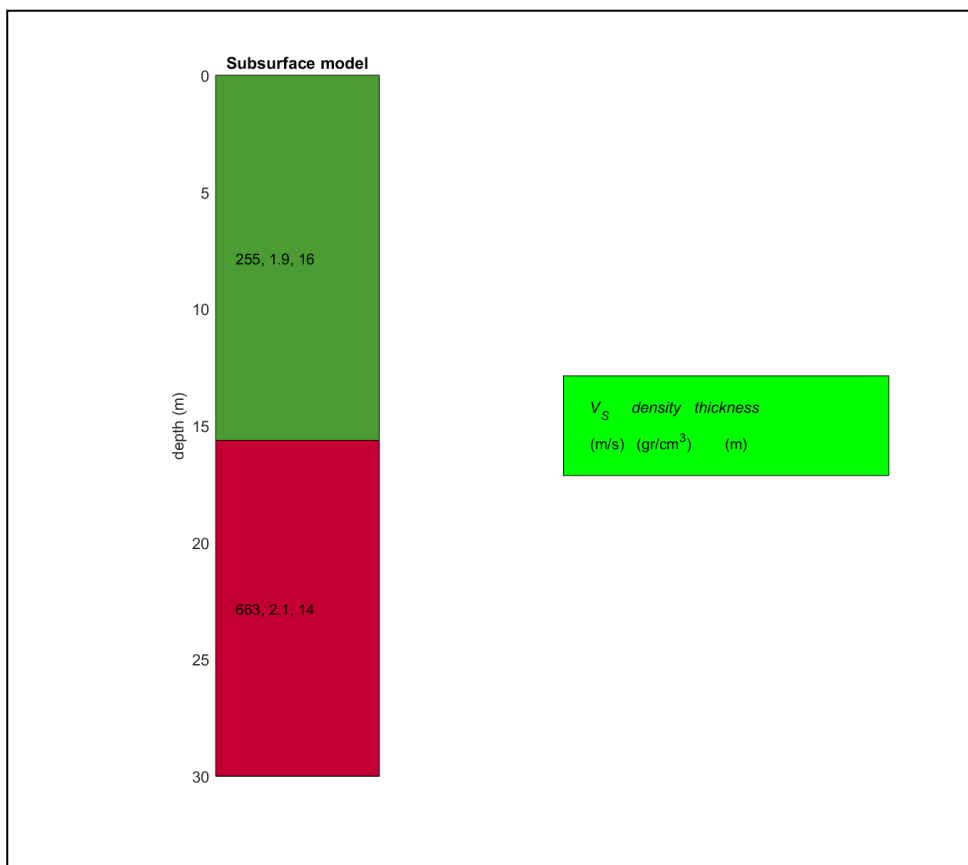
Dal grafico si ricava che il bedrock sismico si raggiunge alla profondità di 40 metri.

MASW 2

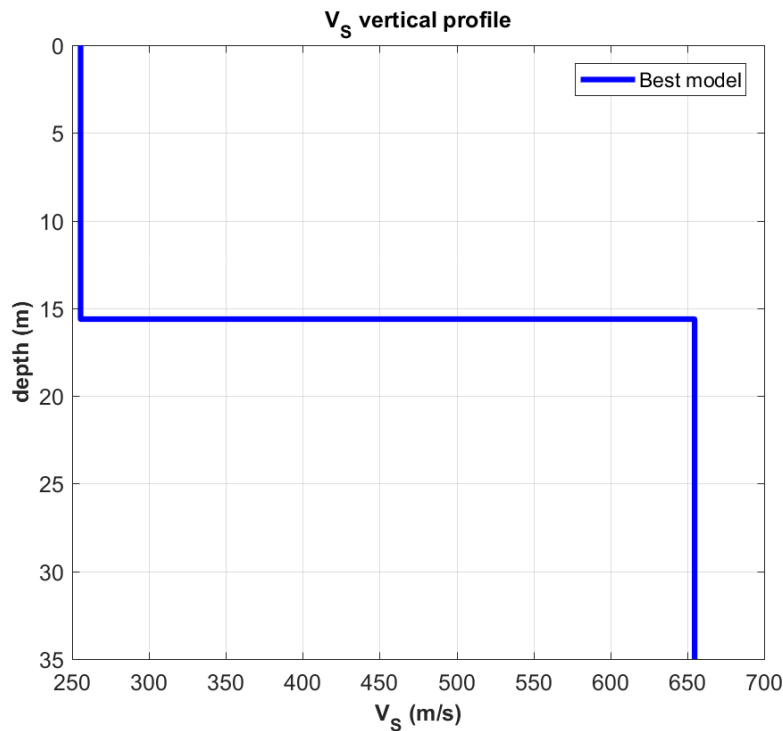
Dall'inversione della curva di dispersione determinata tramite software Win-Masw si ottiene il seguente modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio:



PROFILO DELLE VS E CURVA DI DISPERSIONE



SISMOSTRATIGRAFIA



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 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: Tricarico3_masw 2.cdp
Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

V_s (m/s): 255, 663

Standard deviations (m/s): 3, 33

Thickness (m): 15.6

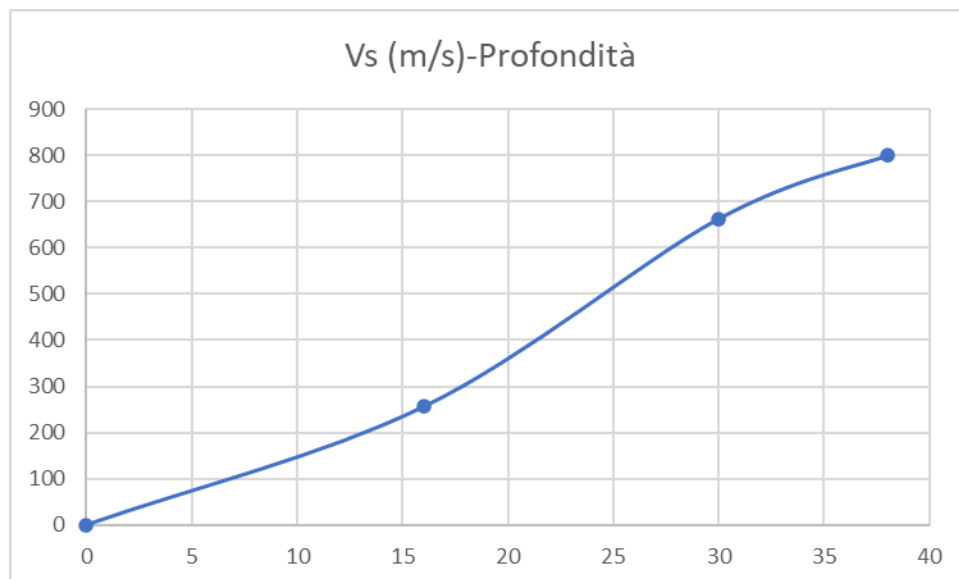
Standard deviations (m/s): 0.3

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.90 2.11

Shear modulus (MPa) (approximate values): 124 926

V_{s30} and V_{sEq} (m/s): 361 361

Dal grafico seguente si ricava che il bedrock sismico si raggiunge alla profondità di 38 metri.



SISMICITA' DELL'AREA – PERICOLOSITÀ SISMICA

In linea generale la pericolosità di base esprime in maniera probabilistica i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza, per una certa regione e in un determinato periodo di tempo.

Si tratta essenzialmente della componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti).

La valutazione di tale parametro è utile soprattutto alla classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza e costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

L'Ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, che sostituiva quella del Ministero dei LL-PP.- D.M. 11.03.1998, conteneva nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normative tecniche, suddividendo l'intero territorio italiano in 4 zone sismiche.

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519/2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (OPCM 3519/06)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

In accordo alle norme tecniche per le costruzioni del D.M. 176 gennaio 2018 (ex DM 14/01/2008) si tiene conto delle caratteristiche litologiche del sito e quindi della stima dell'effetto di sito dalle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s); ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni di sito specifiche garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (D.M. 17.01.2018).

La classificazione dei terreni è svolta sulla base del valore della V_{sEq} (Valore equivalente della velocità delle V_s con la profondità), pertanto dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018 si ha la seguente classificazione:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{sEq} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{sEq} compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

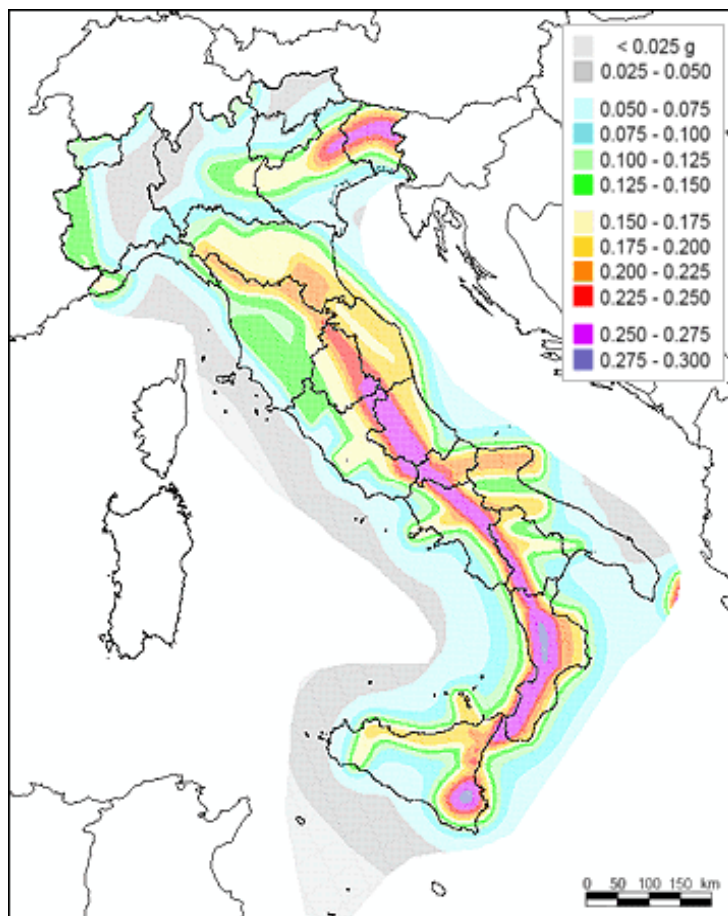
C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di V_{sEq} compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} inferiori a 180 m/s.

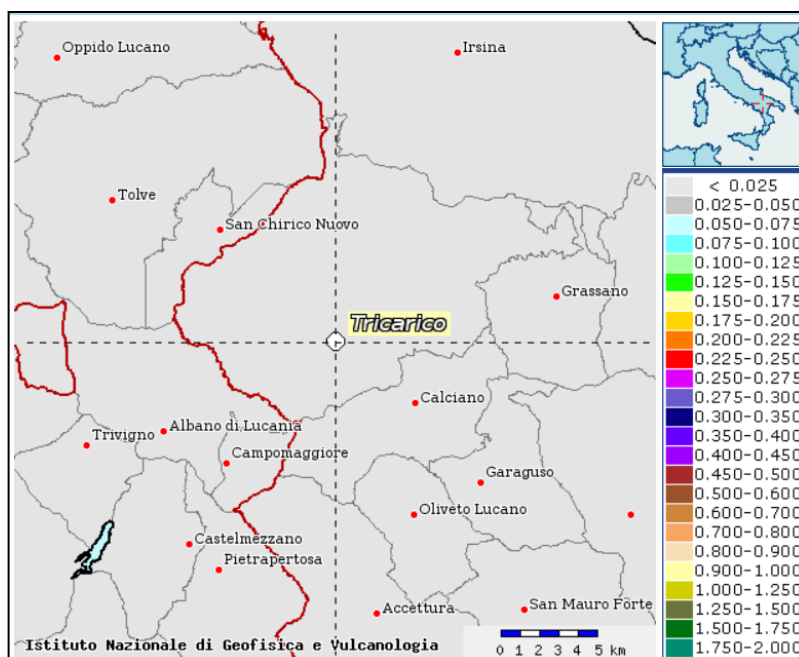
E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S eq} > 800$ m/s).

Per capire gli eventi sismici di riferimento che possono essere presi in considerazione per l'area in studio è utile lo strumento del DBMI11 - database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani a cura dell'INGV; si ricavano, pertanto i principali

eventi sismici che in epoca storica hanno interessato l'area e che possono essere presi come riferimento per una stima della massima intensità di danno attendibile.



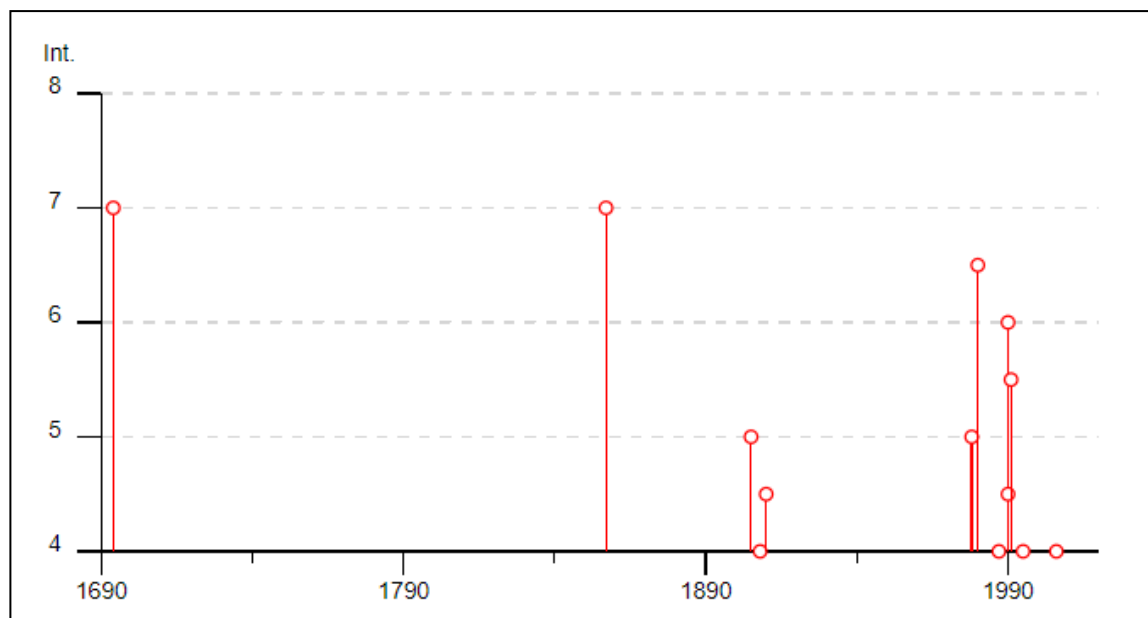
Mapa di pericolosità sismica dell'Italia a cura dell'INGV



MAPPA DELLE ACCELERAZIONI CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI.
[HTTP://ESSE1-GIS.MI.INGV.IT/](http://ESSE1-GIS.MI.INGV.IT/)

Per capire quali eventi sismici di riferimento possono essere presi in considerazione per l'area di Tricarico è utile lo strumento del DBMI11 – database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani a cura dell'INGV. Si ricavano, pertanto i principali eventi sismici che in epoca storica hanno interessato l'area e che possono essere presi come riferimento per una stima della massima intensità di danno attendibile.

Seismic history of	Tricarico					
PlaceID	IT_63492					
Coordinates (lat, lon)	40.622, 16.144					
Municipality (ISTAT 2015)	Tricarico					
Province	Matera					
Region	Basilicata					
No. of reported earthquakes	32					
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se		Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1694 09 08 11 40		Irpinia-Basilicata	251	10	6,73
7	1857 12 16 21 15		Basilicata	340	11	7,12
NF	1893 01 25		Vallo di Diano	134	7	5,15
NF	1897 02 11 23 33 07.00		Ionio meridionale	96	5	5,03
5	1905 09 08 01 43		Calabria centrale	895	10-11	6,95
NF	1905 11 26		Irpinia	122	7-8	5,18
4	1908 03 26 13 49		Materano	21	5	4,31
4-5	1910 06 07 02 04		Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
3	1910 10 03 11 04		Basilicata meridionale	36	5-6	4,62
3	1912 07 02 07 34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4,55
NF	1913 10 04 18 26		Molise	205	7-8	5,35
NF	1915 01 13 06 52 43.00		Marsica	1041	11	7,08
D	1930 07 23 00 08		Irpinia	547	10	6,67
3	1956 01 09 00 44		Materano	45	6	4,72
NF	1957 05 03 03 29 34.00		Potentino	36	5	4,09
2-3	1966 07 06 04 24		Alta Murgia	46	4	4,26
F	1971 11 29 18 49 35.37		Alta Val d'Agri	17	5	4,5
5	1978 09 24 08 07 44.00		Materano	121	6	4,75
6-7	1980 11 23 18 34 52.00		Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 04 29 05 02 59.00		Umbria settentrionale	709	7	5,62
3	1986 07 23 08 19 50.87		Potentino	48	6	4,61
4	1987 01 28 05 33 21.76		Potentino	62	5	4,54
NF	1989 05 29 11 19 10.75		Appennino lucano	77	5	4,34
6	1990 05 05 07 21 29.61		Potentino	1375		5,77
4-5	1990 08 28 19 02 52.35		Potentino	84		4,21
5-6	1991 05 26 12 25 59.42		Potentino	597	7	5,08
4	1995 05 29 20 44 23.74		Val d'Agri	103	5	4,18
NF	1996 04 03 13 04 34.98		Irpinia	557	6	4,9
3	1998 04 26 05 38 05.59		Potentino	67	4-5	3,76
3	2002 04 18 20 56 48.67		Appennino lucano	164	5	4,34
2	2004 09 03 00 04 12.75		Potentino	156	5	4,41



STORIA SISMICA DEL COMUNE DI TRICARICO (MT)

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Calciano	15	6
Campomaggiore Vecchio	1	7
San Chirico Nuovo	18	8
Campomaggiore	14	9

EVENTI MACROSISMICI CON EPICENTRI UBICATI ENTRO 10 KM DAL COMUNE DI TRICARICO (MT)

PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR non può essere inferiore a 35 anni.

Classificazione della categoria di sottosuolo: le misure sismiche eseguite hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio V_s con la profondità, la descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "C".

Classificazione delle condizioni topografiche: la categoria topografica è la T1.

Secondo la zonazione sismica della L.R. 9/2011 e s.m.i. il comune di Tricarico è classificato in zona 2c con un valore di PGA pari a 0.200g:

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

STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

La procedura di calcolo adoperata dal software RSLIII per la valutazione della funzione di trasferimento, utile alla determinazione dei fattori FA ed FV, presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito.

Scelta la settupla degli accelerogrammi spettrocompatibile ed utilizzata nelle analisi numeriche scalati al valore di PGA atteso al sito di progetto come da L.R. 9/2001 considerando i parametri descrittivi dell'azione sismica di base necessari per la definizione del terremoto di progetto (accelerogramma di input): PGA base, Magnitudo, Distanza.

L'analisi è stata elaborata per lo stato limite ultimo SLV ai sensi della L.R. 9/2011 per la zona 1 e la zona 2.

ZONA 1

Dallo studio di Risposta sismica Locale si ottengono i valori FA = 1.951 e FV = 1.159.

Fattori di amplificazione ICMS 2018

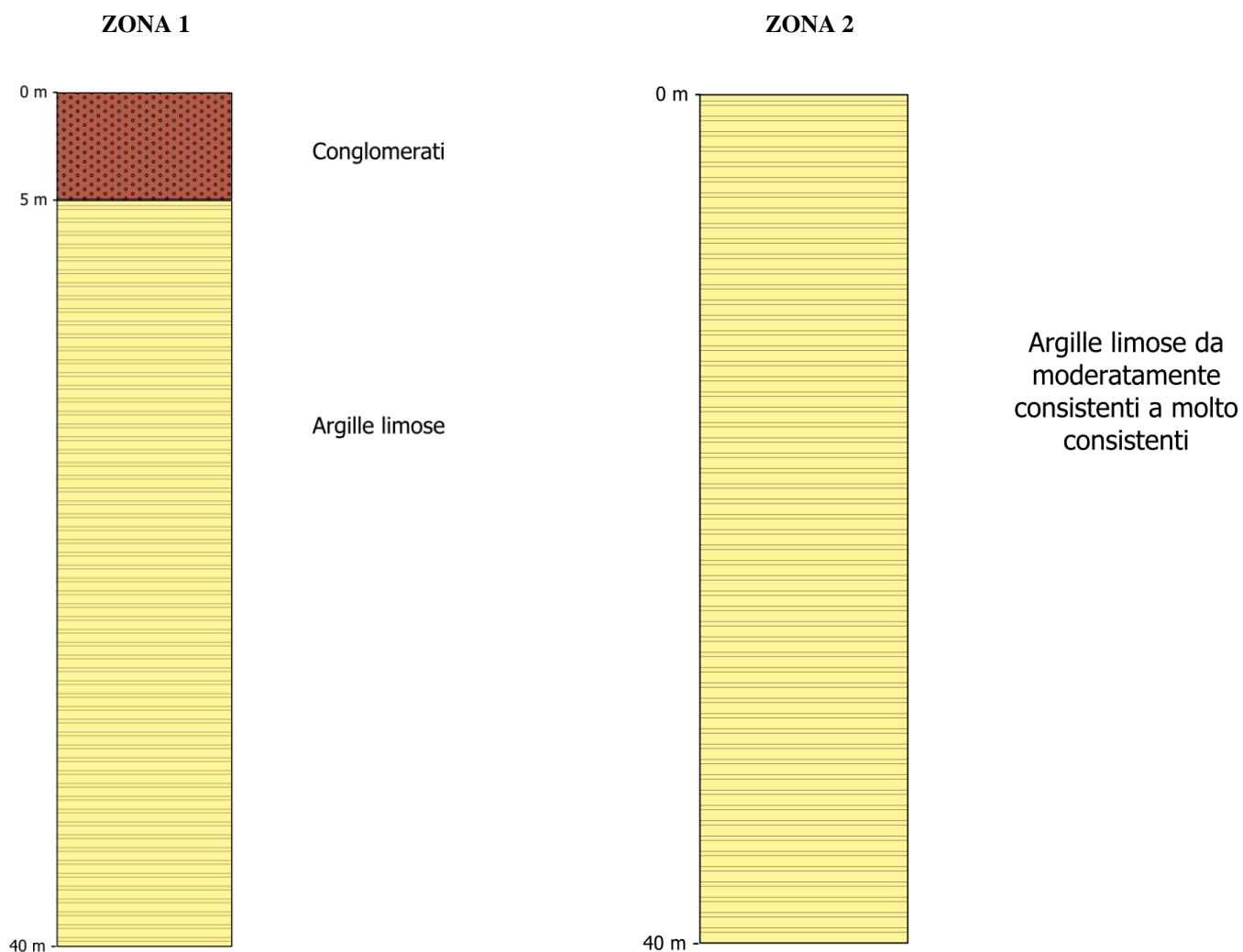
Tai	0.220 [s]
Tvi	1.750 [s]
Tao	0.300 [s]
Tvo	1.750 [s]
Sami	4.384 [m/s ²]
Svmi	0.567 [m/s]
Samo	8.553 [m/s ²]
Svmo	0.657 [m/s]
Fa	1.951 [-]
Fv	1.159 [-]
TB	0.161 [s]
TC	0.483 [s]
TD	2.990 [s]
SA(0)	0.347 [g]
SA(TB)	0.872 [g]

ZONA 2

Dallo studio di Risposta sismica Locale si ottengono i valori $FA = 1.792$ e $FV = 1.148$.

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.220 [s]
Tvi	1.750 [s]
Tao	0.310 [s]
Tvo	1.750 [s]
Sami	4.384 [m/s ²]
Svmi	0.567 [m/s]
Samo	7.854 [m/s ²]
Svmo	0.651 [m/s]
Fa	1.792 [-]
Fv	1.148 [-]
TB	0.174 [s]
TC	0.521 [s]
TD	2.841 [s]
SA(0)	0.310 [g]
SA(TB)	0.801 [g]



Per i dettagli sull'elaborazione si rimanda alla relazione di RSL allegata.

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 Geomorfolologica*” 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:

Ib1 - AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ

Quest’area presenta una morfologia collinare con i versanti occupati dalle opere poco acclivi, stabili, non esondabili ed esenti da criticità idrauliche ed idrologiche.

L’area è caratterizzata da terreni conglomeratici dello spessore stimato massimo di 5.00 metri; si presenta stabile ed esente da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

La falda acquifera è assente.

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

Nella figura seguente si riporta la carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica.

Ib2 - AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ

Queste aree presentano una morfologia collinare con i versanti occupati dalle opere poco acclivi, non esondabili ed esenti da criticità idrauliche ed idrologiche.

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

La falda acquifera è assente.

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

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione, sono estrapolate da correlazioni con dati precedentemente acquisiti in occasione di campagne geognostiche realizzate in aree limitrofe all'area in studio e caratterizzate dalle stesse unità litologiche.

Sono state individuati le seguenti unità litotecniche quella maggiormente affiorante nell'area di tipo argilloso-limosa ascrivibile alla Formazione delle Argille Subappennine, e quella ascrivibile a depositi conglomeratici, di esiguo spessore.

ARGILLE LIMOSE – FORMAZIONE DELLE ARGILLE SUBAPPENNINE

Strato	γ_n (KN/m ³)	Cu (KPa)	Φ (°)
SUBSTRATO ARGILLOSO-LIMOSO	20.00	0.5-1.00	-

CONGLOMERATI

Strato	γ_n (KN/m ³)	C' (KPa)	Φ (°)
CONGLOMERATI	20.00	-	29

Nella successiva fase di progettazione è prevista una campagna di indagini geognostiche in sito con prove geotecniche di laboratorio.

VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE

Il presente studio ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di Tricarico (MT) in località La Foresta dove la ditta richiedente vuole realizzare un impianto fotovoltaico della potenza di 20 Mw.

Il rilevamento geologico di superficie, le indagini geognostiche eseguite e consultate unitamente alle condizioni geomorfologiche del sito, confermano che i terreni affioranti posseggono caratteristiche tecniche idonee nell'ipotesi di utilizzo in progetto.

Sia l'area occupata dal fotovoltaico sia quelle attraversate dai cavidotti per le opere di connessione non evidenziano morfologie riconducibili a movimenti franosi di alcun tipo, sono zone stabili.

Ai sensi della L.R. 23/99 L'area del parco fotovoltaico rientra nella Classe I – Aree non critiche e nella sottoclasse IB definita come “Area di versante esente da problemi di stabilità” descritta come “Area utilizzabile esente da problematiche, costituiti dalla Formazione delle Argille Subappennine e da uno spessore esiguo di pochi metri di conglomerati.

La categoria di Sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/018 è di tipo C e la categoria topografica è la T1.

Dal punto di vista della Microzonazione Sismica sono state distinte due microzone sismiche che rientrano nelle "Zone stabili suscettibili di amplificazione locale" denominate Zona 1 e zona 2 con i relativi fattori di amplificazione determinati con lo studio della Risposta sismica Locale di III livello.

Il comune di Tricarico è compreso nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, dal PAI vigente si nota come l'area non rientra in perimetrazioni di aree classificate a rischio da frana.

Alla luce delle osservazioni eseguite in campo e di tutti gli elementi analizzati e riportati

nel presente Studio geologico, lo scrivente in accordo anche alla Cartografia Geologica ufficiale ed a quella relativa al progetto I.F.F.I. nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico e dal tracciato del cavidotto non sono presenti movimenti franosi attivi o quiescenti di alcun tipo.

Data l'evidenza di un ruscellamento superficiale areale e concentrato vanno previsti idonei sistemi di allontanamento delle acque meteoriche dalle aree occupate dal parco fotovoltaico.

Nelle successive fasi di progettazione vanno eseguite indagini di maggior dettaglio per poter stabilire le caratteristiche di resistenza meccanica dei terreni e la profondità di posa delle fondazioni dei moduli fotovoltaici.

Dallo studio geologico condotto lo scrivente conferma che l'intervento a farsi è compatibile rispetto alle condizioni di stabilità dell'area e rispetto all'assetto idro-geomorfologico dell'area analizzata.

IL GEOLOGO

GIANCRISTIANO FRANCHINO

