



REGIONE  
CAMPANIA



PROVINCIA DI  
AVELLINO



COMUNE  
DI CONZA DELLA  
CAMPANIA



PROVINCIA DI  
SALERNO



COMUNE DI  
SANTOMENNA



COMUNE DI  
CASTELNUOVO  
DI CONZA



REGIONE  
BASILICATA



PROVINCIA DI  
POTENZA



COMUNE DI  
PESCOPAGANO

OGGETTO:

## PROGETTO DEFINITIVO

"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL  
COMUNE DI PESCOPAGANO (PZ) DENOMINATO "SAETTA" DI POTENZA  
NOMINALE PARI A 72 MW

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA



PROPONENTE:

# W.E.B

**WEB ITALIA ENERGIE  
RINNOVABILI S.R.L.**

Via Leonardo da Vinci n.15  
39100 Bolzano (BZ)  
C.F.: 10171591000  
Rappresentante impresa: Kainz Reinhard

PROGETTAZIONE:

**Direttore Tecnico**  
Ing. Carmen Martone

**EGM PROJECT**  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)

Amministratore: Nunzio Russoniello  
Responsabile tecnico: Samanta Petrozzino

**EPF** S.R.L.  
VIA CESARE BATTISTI, 116  
83053 - S. ANDREA DI CONZA (AV)

Consulenze Specialistiche


**Direttore Tecnico**  
Geol. Raffaele Nardone

**PROJECT  
ENGINEERING  
GEOLOGY** S.R.L.  
VIA DEL GALLITELLO 90/A  
85100- POTENZA (PZ)  
www.engeosrl.it-egsrl@pec.it

Livello prog.	Cat. opera	Numero elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD		A.2	R			A.2_Relazione_geologica	
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Maggio 2024	EMISSIONE				Geol. Raffaele Nardone	Geol. Raffaele Nardone

**INDICE**

1. Premessa	2
2. Inquadramento Geografico	4
3. Inquadramento Geologico e tettonico dell'area	6
3.1 Geologia dell'area	7
4. Analisi dei vincoli Geologico-Ambientali	9
5. Inquadramento Geomorfologico	14
6. Idrologia e idrogeologia dell'area	23
7. Sismicità dell'area	24
8 Indagini eseguite	27
8.1.1 Stendimento sismico MASW 1(WTG01)	27
8.1.3 Stendimento sismico MASW 3(WTG03)	29
8.1.4 Stendimento sismico MASW 4(WTG04)	30
8.1.6 Stendimento sismico MASW 5(WTG05)	31
8.1.6 Stendimento sismico MASW 6(WTG06)	32
8.1.7 Stendimento sismico MASW 7(WTG07)	33
8.1.8 Stendimento sismico MASW 8(WTG08)	34
8.1.9 Stendimento sismico MASW 9(WTG09)	35
8.1.10 Stendimento sismico MASW 10(WTG10)	36
8.2. Rilievo geomeccanico	37
8.3. Prove penetrometriche dinamiche	41
10 Modello Geotecnico	43
11 Risposta sismica locale	45
11.1 ANALISI NUMERICA DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	46
11.2 MOTI SISMICI DI INPUT	49
11.3 DESCRIZIONE ANALISI MONODIMENSIONALE	49
11.4 PARAMETRI DI INPUT INSERITI IN RSL_III(2023)	51
11.5 AEROGENERATORE WTG01 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)	52
11.6 AEROGENERATORI WTG03 E 08 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)	58
11.8 AEROGENERATORE WTG02-4-5-6-7-9-10 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)	63
12. Verifiche di stabilità	69
13. Suscettibilità alla liquefazione	75
14. Analisi dei nuovi tracciati	77
15. Carta di sintesi della Pericolosità e criticità Geologica e Geomorfologica	88
16. cavidotto	90
17. Sottostazione elettrica	91

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 2 di 95</b>
--	---	---

## 1. PREMessa

Nell'ambito del progetto definitivo per la realizzazione di un **"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI PESCO PAGANO (PZ) DENOMINATO "SAETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 72 MW"**, è stato effettuato uno studio geologico dell'area.

Il presente studio ha lo scopo di fornire, sulla base di specifiche indagini geognostiche, le informazioni necessarie ai fini della determinazione della natura e della disposizione dei terreni, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo; definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti idrogeologici e geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica attraverso la redazione di una base cartografica tematica utilizzabile dai tecnici progettisti per la formazione di corrette e razionali scelte progettuali con particolare riferimento alle opere di fondazione degli aerogeneratori e al cavidotto.

Lo studio è stato eseguito seguendo le prescrizioni contenute nel:

- D.M. 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare C.S.LL.PP. n° 7 del 21 gennaio 2019;
- E.C.7, E.C.8;
- Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale UoM Puglia.

Per la costruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo e la caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione è stata esperita una campagna di indagini progettata e diretta dallo scrivente, le cui ubicazioni sono mostrate nell'allegato Carta dell'ubicazione delle Indagini, consistita in:

- n° **10** indagini sismiche di tipo Masw;
- n° **1** indagine geoelettrica in prossimità del cavidotto,
- n° **2** prove penetrometriche dinamiche (Dpsh).

L'elaborazione dei risultati ottenuti dal rilevamento di superficie, unitamente a quanto emerso nel corso della campagna geognostica, ha permesso di produrre degli elaborati grafici di sintesi comprendenti:

Per ogni aerogeneratore si allegano i seguenti elaborati di dettaglio

- Carta Geolitologica in scala 1:2.000;
- Sezioni Geologiche;
- Carta Geomorfologica in scala 1:2.000;

**PROGETTAZIONE:**



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 3 di 95</b>
--	---	---

- Carta Idrogeologica in scala 1:2.000;
- Carta della microzonazione sismica di I livello in scala 1:2.000
- Carta di sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica in scala 1:2.000
- Corografia dei Bacini in scala 1:5000
- Verifiche di stabilità del versante stato di fatto e di progetto
- Verifiche dei fronti di scavo strade e piazzole di nuova progettazione.

**PROGETTAZIONE:**



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)





## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

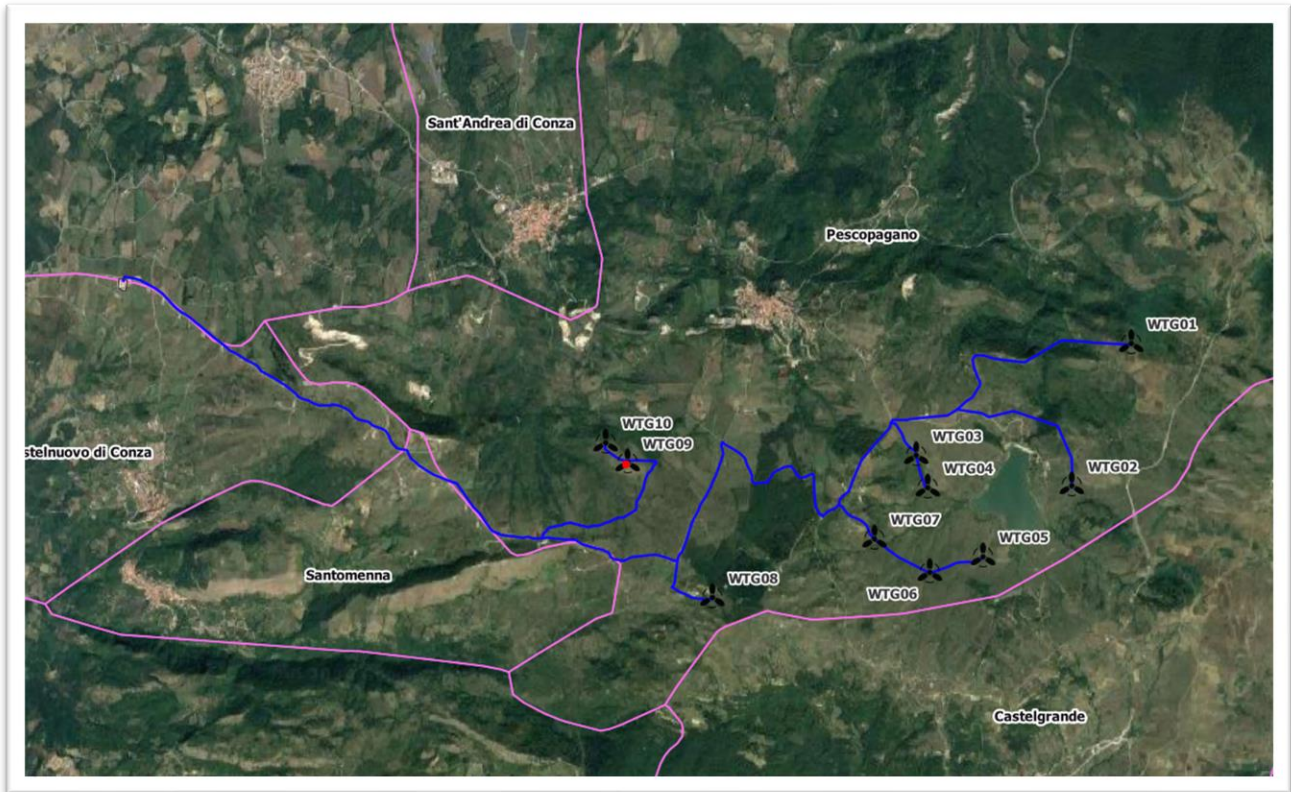
L'area interessata dal progetto ricade nel territorio comunale di Pescopagano (PZ). Nello specifico l'area parco, interesserà la porzione di territorio situata a sud del centro abitato nei pressi del confine comunale con il territorio di Castegrande.

In particolare, gli aerogeneratori saranno ubicati nelle seguenti località, WTG1 Toppa Mauriello, WTG2 Piano di Saetta, Pezzo di Avento WTG 5,- WTG6 e WTG7, Masseria Miele WTG8 e Cheta Bianca WTG9-WTG10.

Il parco eolico verrà collegato tramite cavidotto alla sottostazione elettrica sita nel comune di Castelnuovo di Conza (SA) in località Seta.

Nella tabella di seguito si riportano le coordinate relative agli aerogeneratori espresse con il sistema di riferimento Gauss Boaga fuso 33 est:

SISTEMA DI COORDINATE UTM WGS84 FUSO 33		
AEROGENERATORE	EST	NORD
<b>WTG01</b>	<b>537627.98</b>	<b>4520222</b>
<b>WTG02</b>	<b>536984.48</b>	<b>4518679.19</b>
<b>WTG03</b>	<b>535297.89</b>	<b>4519015.39</b>
<b>WTG04</b>	<b>535420.51</b>	<b>4518661.46</b>
<b>WTG05</b>	<b>536019.69</b>	<b>4517914.16</b>
<b>WTG06</b>	<b>535445.64</b>	<b>4517745.75</b>
<b>WTG07</b>	<b>534847.27</b>	<b>4518105.60</b>
<b>WTG08</b>	<b>533092.83</b>	<b>4517468.62</b>
<b>WTG09</b>	<b>532164.98</b>	<b>4518926.42</b>
<b>WTG10</b>	<b>531934.09</b>	<b>4519148.04</b>



**Fig. 1-** Ubicazione dell'area di progetto su ortofoto

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Pescopagano ricade interamente nel foglio al 100.000 della Carta Geologica d'Italia n° 186 "Sant'Angelo dei Lombardi" in scala 1:100.000 e 451 "Melfi" in scala 1:50.000.

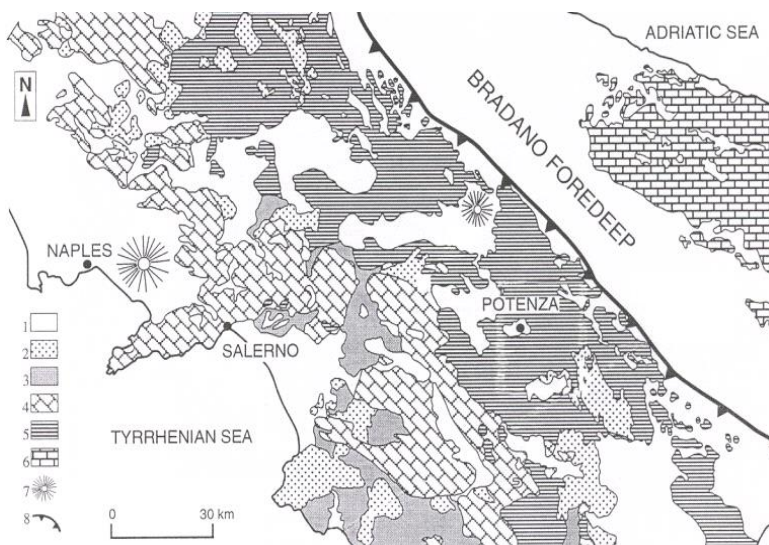
Il sistema catena-avanfossa-avampaese nell'Italia Meridionale è attualmente rappresentato da: Catena Sudappenninica, Fossa Bradanica e Avampaese Apulo-Garganico (Selli, 1962; D'Argenio et alii, 1973).

L'area in oggetto ricade all'interno della catena appenninica composta da una struttura a falde, generatasi per successive fasi deformative. Queste hanno realizzato la sovrapposizione tettonica di diverse unità stratigrafico-strutturali che in precedenza componevano un quadro paleogeografico molto articolato (Pescatore et alii, 1999) .

La Fossa Bradanica (Migliorini, 1937) è un bacino di sedimentazione terrigena sviluppatosi durante il Plio-Pleistocene in un'area della piattaforma Apula attualmente ribassata verso la catena (Bradano Foredeep in fig. 2).

L'Avampaese Apulo-Garganico è costituito da quelle ampie porzioni della Piattaforma Apula non ancora raggiunte dalla deformazione orogenica appenninica.

Dal punto di vista geologico strutturale, l'area in oggetto ricade all'interno della catena appenninica



**Figura 2 -** *Mapa geologica schematica dell'Appennino Meridionale. 1) Depositi Plio-Quaternari. 2) Depositi sin-tettonici del Miocene. 3) Unità Liguridi. 4) Piattaforma Appenninica. 5) Successioni lagonegresi. 6) Piattaforma Apula. 7) Apparati Vulcanici quaternari. 8) Thrust frontale della Catena. Da Pescatore et alii (1999).*

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 7 di 95</b>
--	---	---

### 3.1 GEOLOGIA DELL'AREA

Il rilevamento geologico di campagna eseguito ha permesso di cartografare e distinguere le seguenti Unità Litologiche affioranti nel territorio studiato, di seguito descritte dal più antico al più recente:

#### **U.L. 1 Flysch Rosso (WTG01)**

Flysch Rosso. Breccia calcarea massiva e gradata in strati, banchi e clasti alle dimensioni massime di 15 cm intercalata a livelli di argilla giallastra sottilmente laminata (50m di spessore massimo). Queste litologie si rinvengono in corrispondenza delle aree di sedime degli aerogeneratori WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG7 e WTG8.

#### **U.L. 2 FM. Di Castelveteve (WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG7 WTG8 ETG9 e WTG10)**

Si tratta di arenaria da grossolana a media di colore beige con presenza di clasti fino ad 1 m in banchi o strati. Nella parte alta della formazione, sottili alternanze di silt ed argille marnose con olistoliti isolati (250 m spessore max).

#### **U.L. 4 FM Argille Varicolori (cavidotto)**

Si tratta di argille ed argille marnose di colore rosso, verde e grigio con intercalazioni di strati centimetrici di calcareniti (poche decine di metri di spessore)..

#### **U.L. 5 FM Flysch Galestrino (cavidotto)**

Si tratta di argilliti grigio chiaro-verdastro, marne e calcari marnosi con strati di spessore variabile da 10 cm a 60 cm (400 m di spessore massimo).

PROGETTAZIONE:

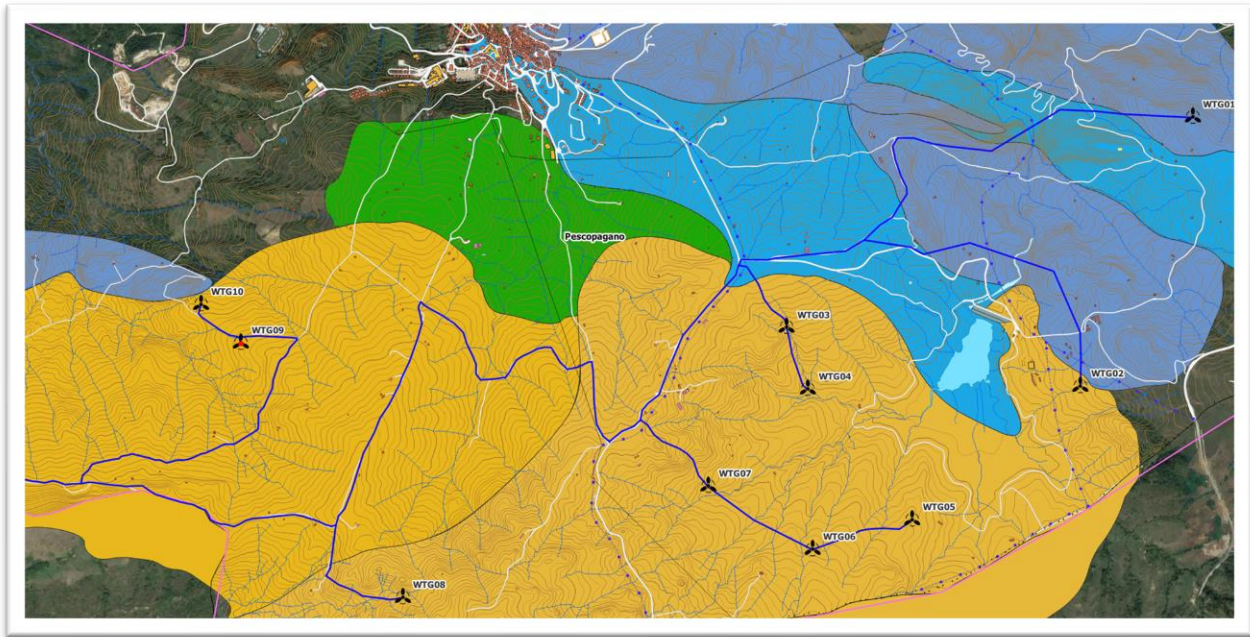


EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)







**Fig. 2-** Stralcio della Carta Geologica Area Parco.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 9 di 95</b>
--	---	---

#### 4. ANALISI DEI VINCOLI GEOLOGICO-AMBIENTALI

##### -Vincoli P.A.I. (Autorità di Bacino della Puglia)

Dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale dell'Appennino Meridionale sede Puglia si evince che gli aerogeneratori **non ricadono in areali classificati** a pericolosità geomorfologica da frana come riportato nei seguenti stralci.

In merito al tracciato del caviodotto, si evince che questo interseca in due punti areali classificati a pericolosità geomorfologica molto elevata PG3.

L'art 13 delle N.T.A Interventi consentiti nelle aree a pericolosità Geomorfologica molto elevata PG3 stabilisce che :

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), per le finalità di cui al presente PAI, oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.

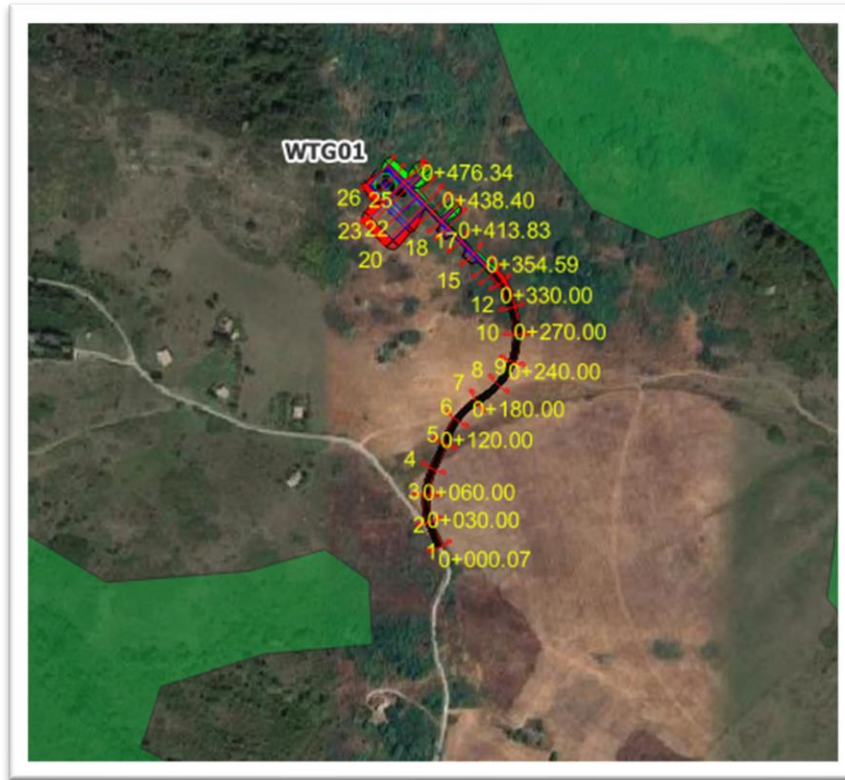
PROGETTAZIONE:



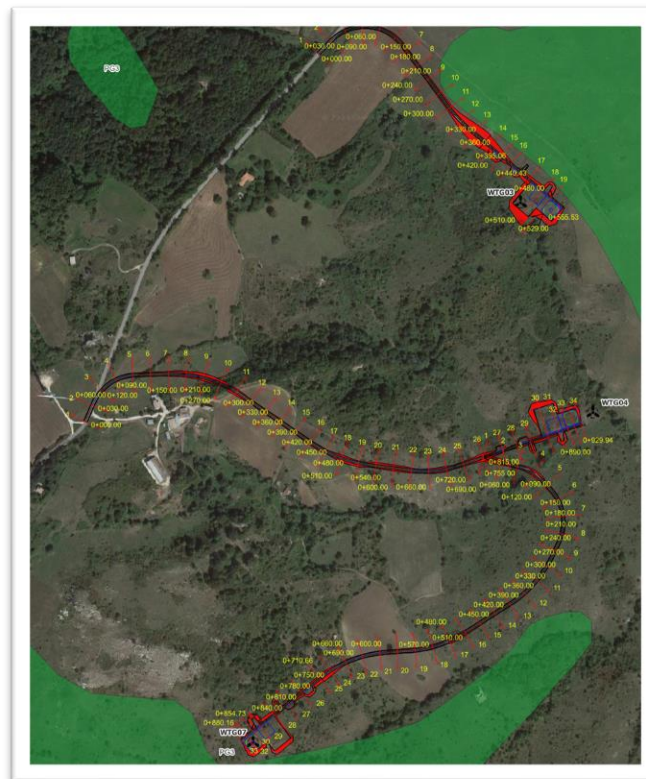
EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



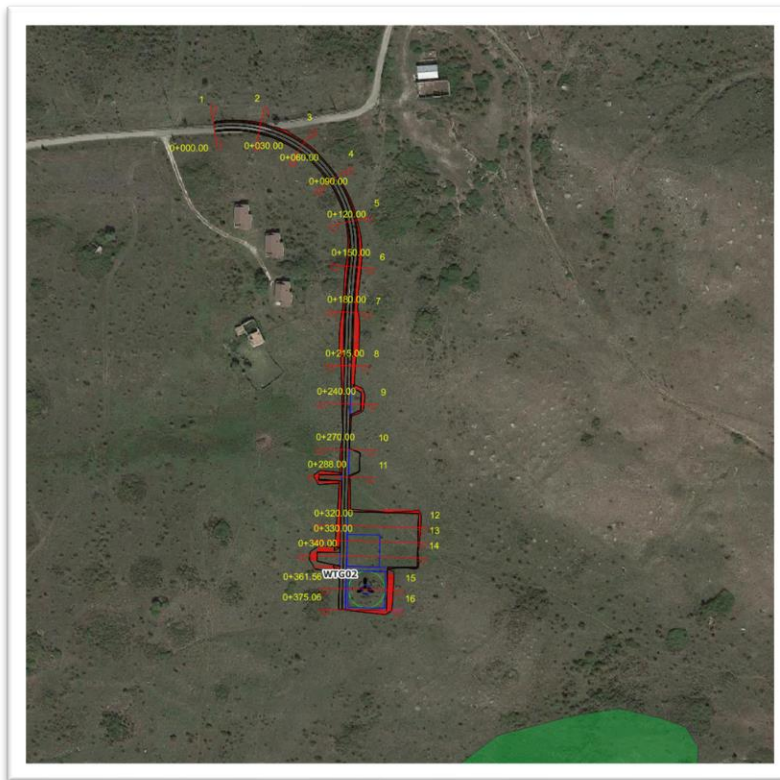


**Fig. 3-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG1).

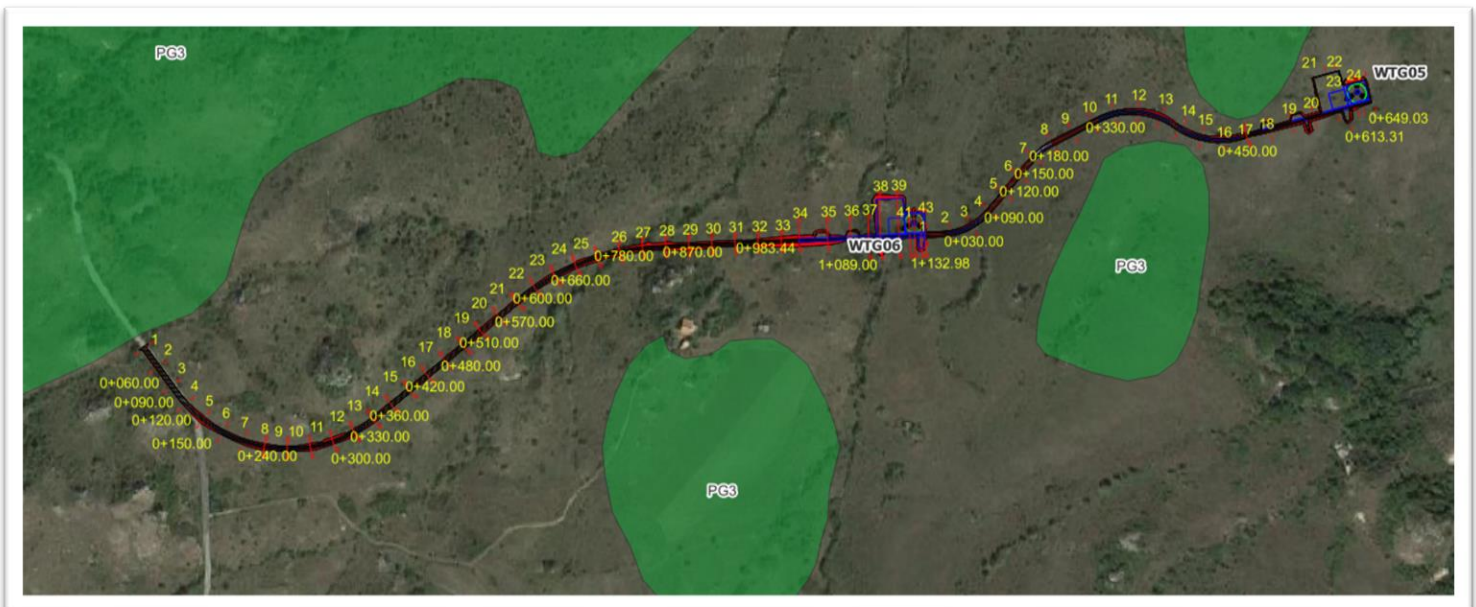


**Fig. 4-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG3-4-7).

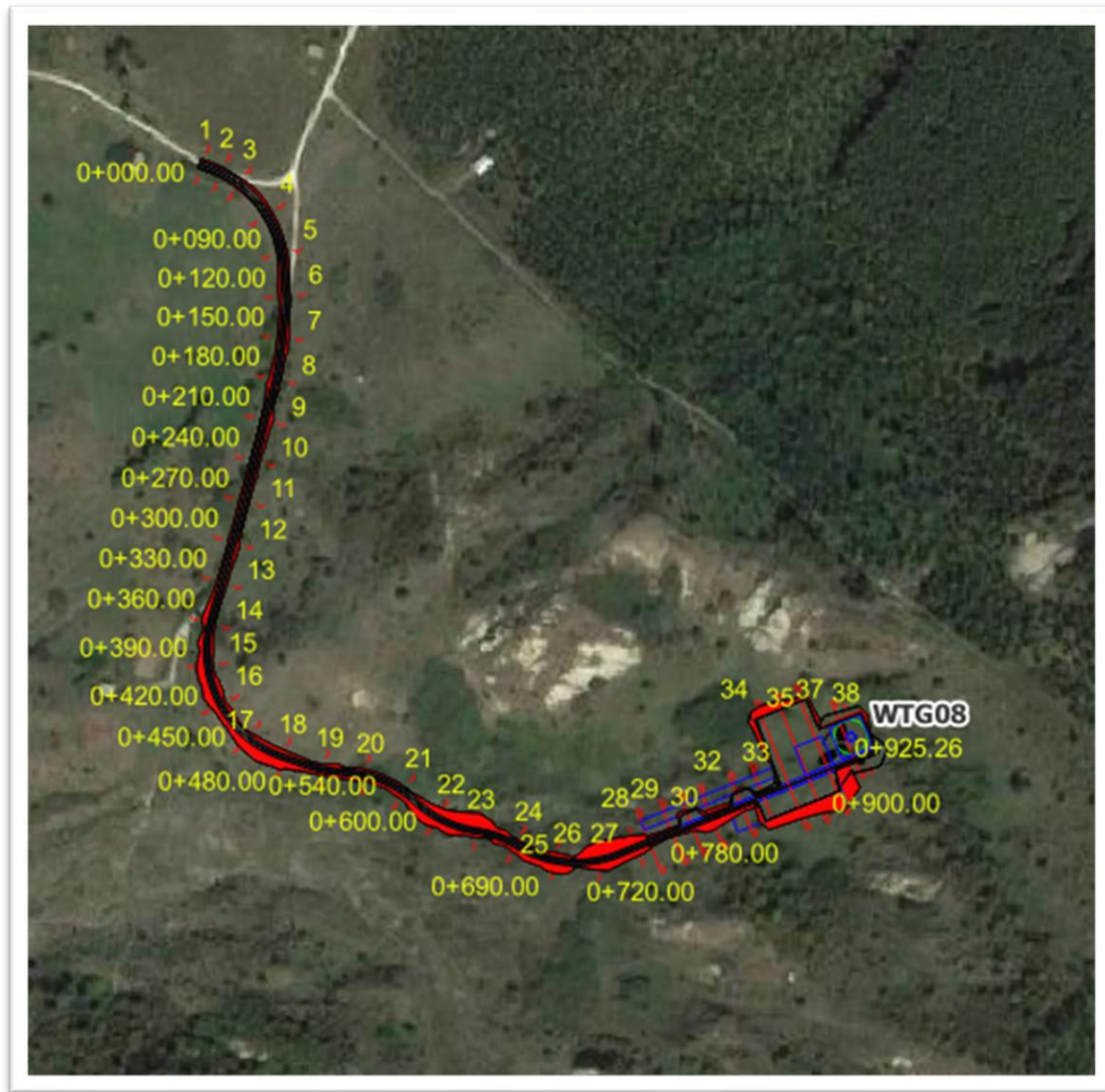




**Fig. 5-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG2).

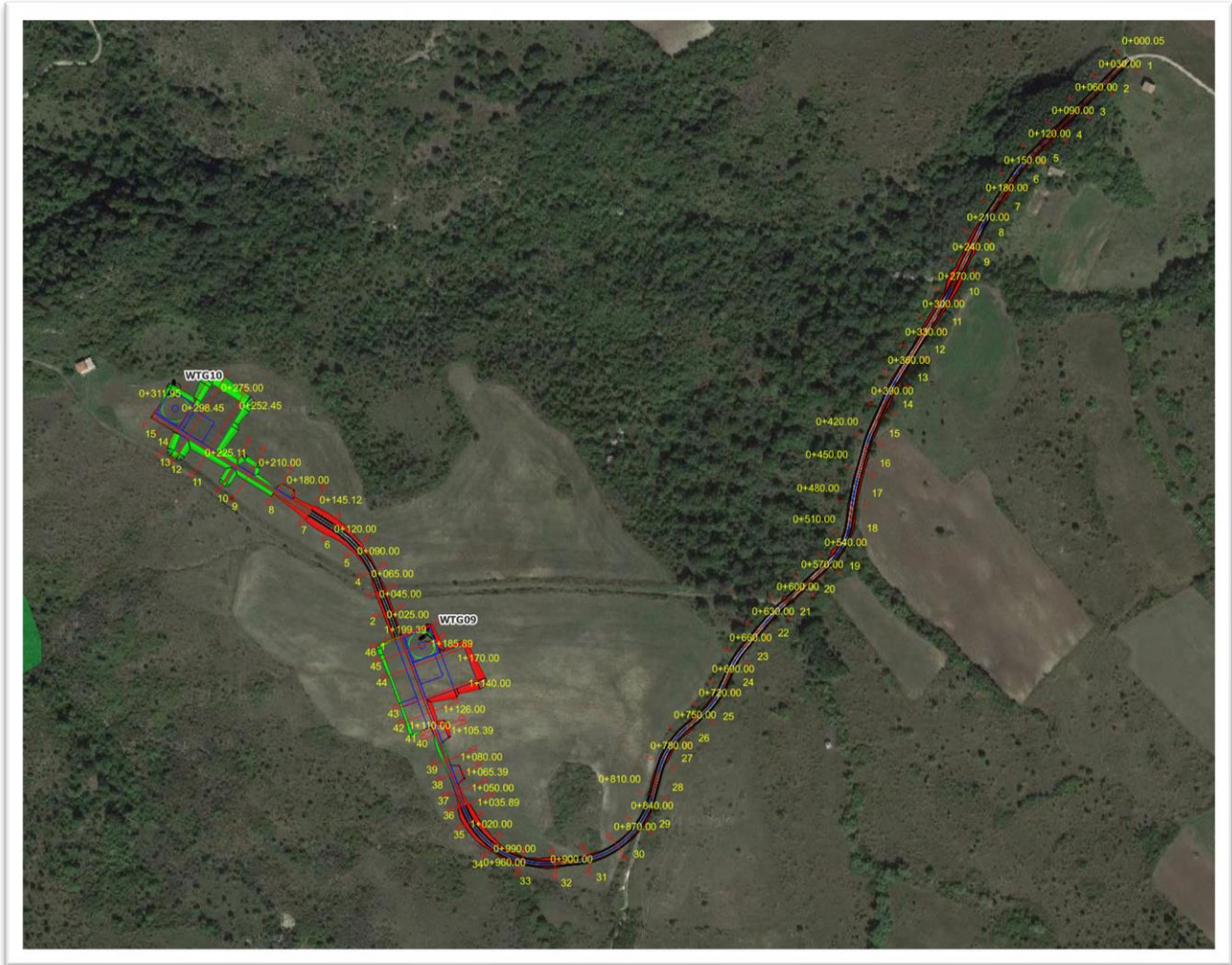


**Fig. 6-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG5-6).



**Fig. 7-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG8).





**Fig. 9-** Stralcio della Carta del Rischio da frana (WTG9-10).

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 14 di 95</b>
--	---	--

## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Lo studio dei caratteri geomorfologici è stato condotto su un'area relativamente ampia tale da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi che si instaurano sui versanti interessati dalle opere in progetto. L'evoluzione geomorfologica dell'area rappresenta il risultato di diversi fattori quali le caratteristiche litologiche, l'assetto dei terreni e l'azione modellatrice delle acque.

Dal punto di vista geomorfologico, il parco verrà realizzato in una area caratterizzata da rilievi a cima piatta che rappresentano anche le linee di spartiacque dei bacini. I versanti si presentano con pendenza variabili a seconda della litologia affiorante, infatti sono scoscesi in corrispondenza di affioramenti prevalentemente litoidi, mentre risultano più dolci in corrispondenza di litologie prevalentemente argillose.

Il morfotipo più importante è rappresentato dal bacino artificiale denominato Lago Saetta che rappresenta una depressione all'intero della quale confluiscono le acque dei rilievi che la circondano. I corsi d'acqua di sono di tipo torrentizio, le aste sono rettilinee e poco ramificate e hanno una direzione radiale e sono immissarie del bacino artificiale.

I rilievi che dominano il paesaggio sono Il Monte Carruozzo, Il Monte Castelluccio ad Ovest, Costa Toppello e Toppa Giurlando a Nord e Toppa Castelgrande a sud.

Gli aerogeneratori WTG2, WTG3, WTG4, WTG5, e WTG6, saranno realizzati su versanti che degradano verso il bacino artificiale del lago Saetta, mentre la WTG1 è ubicata su un rilievo nei pressi di Madonna di Montemauro, la pala eolica WTG8 è ubicata su un dosso che si diparte in direzione sud da Monte Carruozzo e gli aerogeneratori WTG9 e WTG10 insistono su un area a bassa pendenza nei pressi del monte Castelluccio.

A seguito del rilevamento geomorfologico eseguito, integrato anche con lo studio di foto aeree, nell'area non sono stati riconosciuti morfotipi riconducibili a movimenti franosi nei pressi delle aree di sedime degli aerogeneratori.

Nelle aree in prossimità del cavidotto, sono stati cartografati dei movimenti franosi classificabili come colamenti lenti che interessano la coltre di alterazione e si sviluppano in corrispondenza delle aree di impluvio.

Questi movimenti si impostano all'interno delle aree di impluvio e le cause di innesco sono principalmente legate alla combinazione dei seguenti fattori:

- imbibizione della coltre colluviale e di alterazione a seguito di lunghi e intensi periodi piovosi che causa una diminuzione delle caratteristiche geotecniche;
- pendenza dei versanti.

**PROGETTAZIONE:**

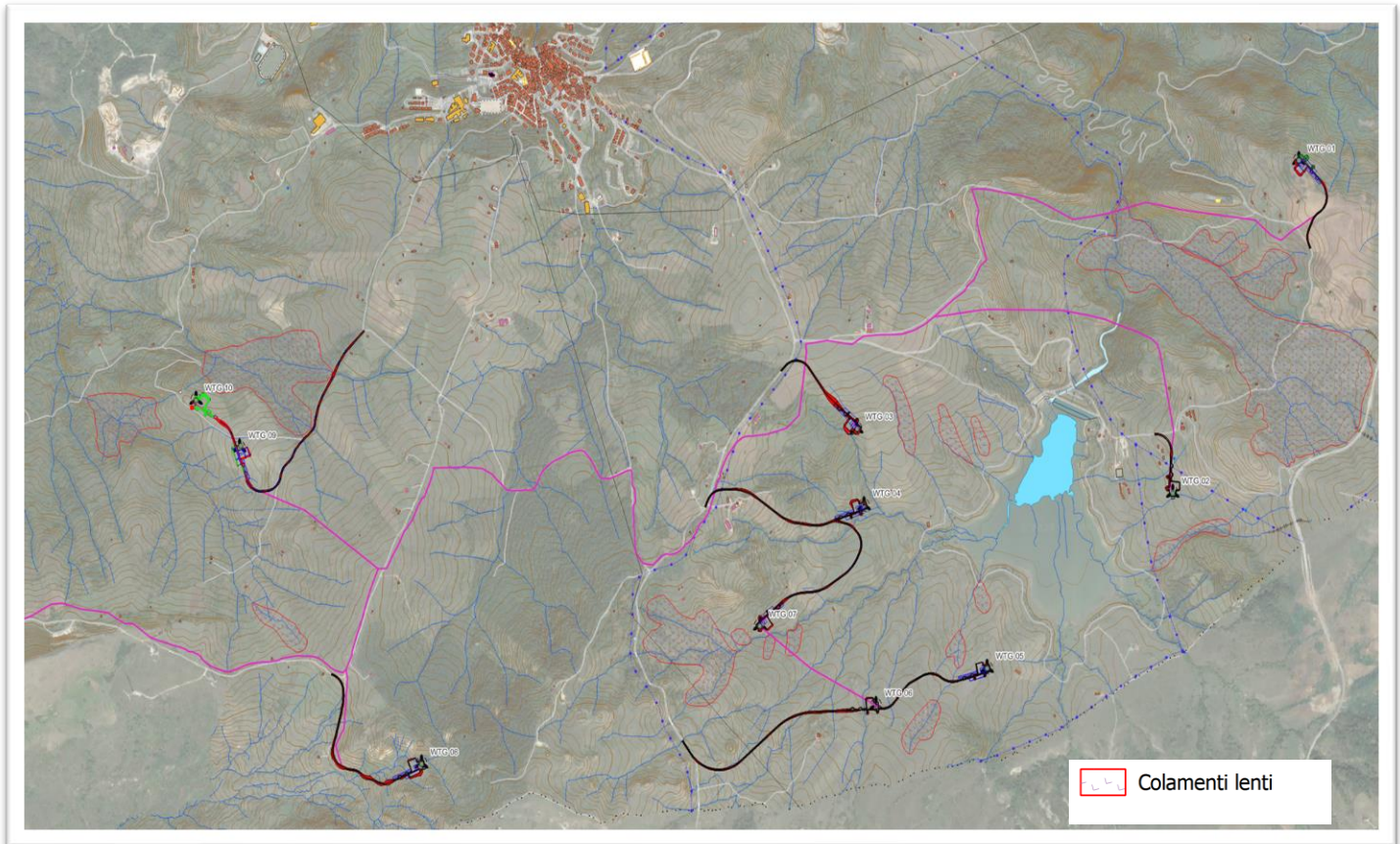


EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)

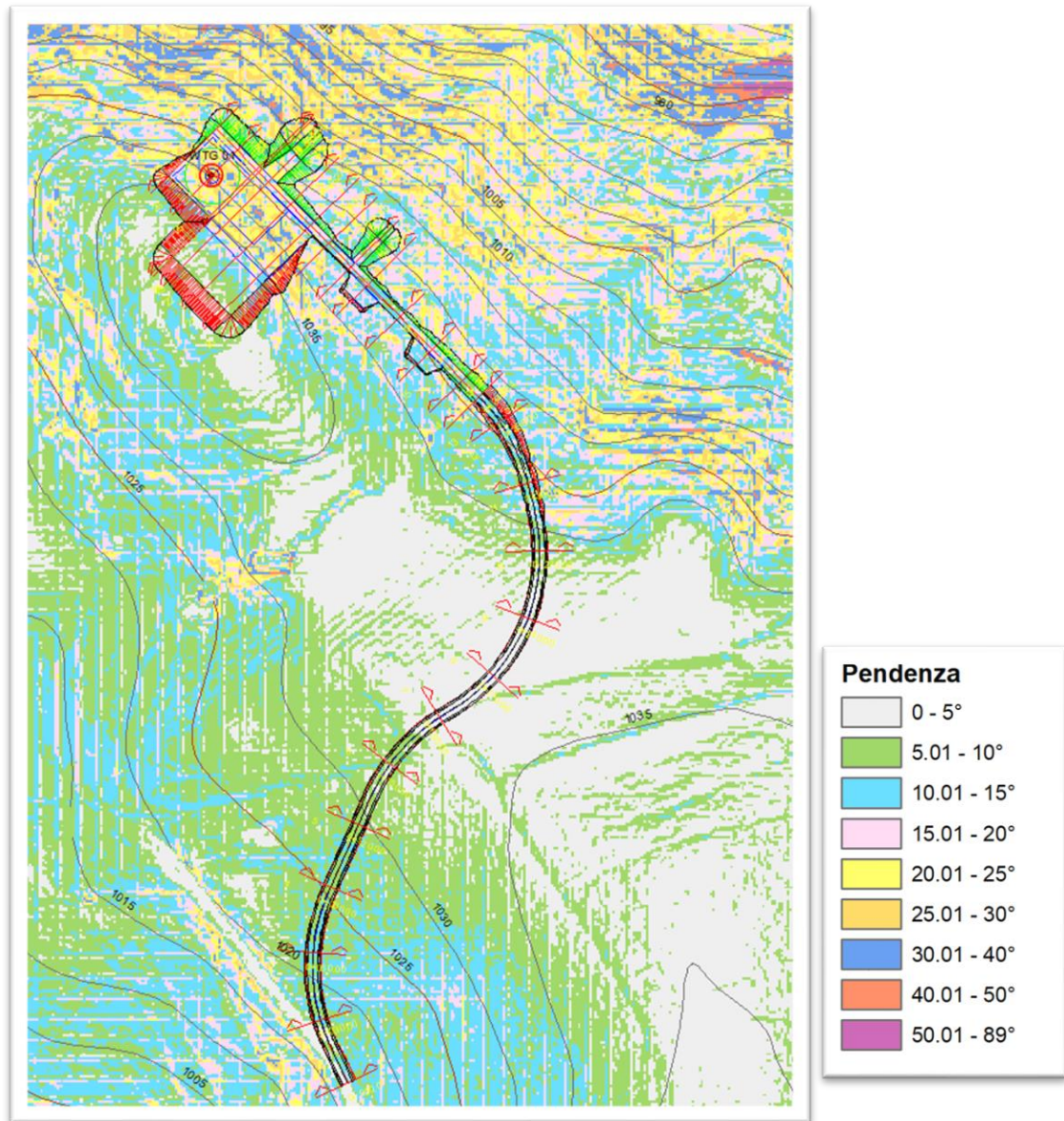






Stralcio della Carta Geomorfologica

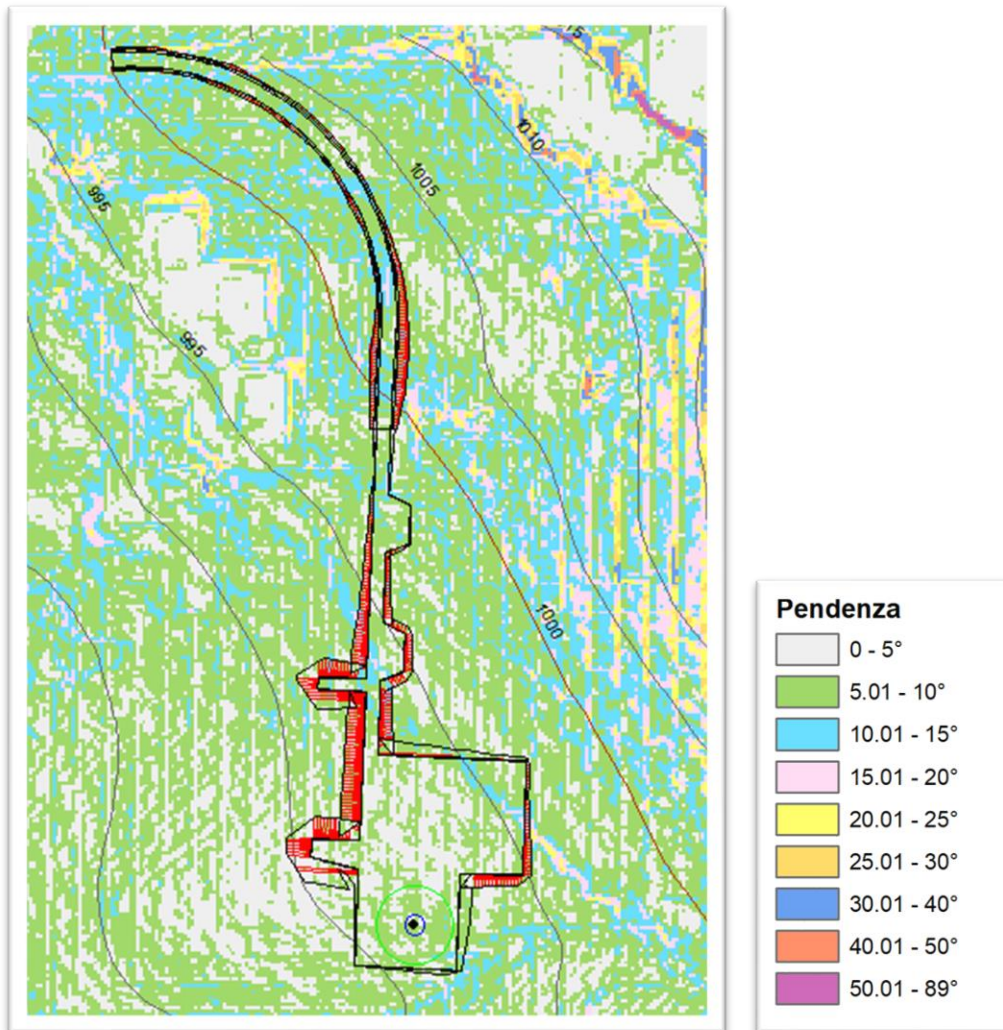
L'aerogeneratore è situato su versante roccioso che da Mass Monaciello degrada in direzione Sud Nord verso il Vallone del Ceraso ad una quota di 1030 m.s.l.m.. L'area di sedime dell'aerogeneratore è caratterizzata da una pendenza compresa tra i 5 e i 25°. Nelle vicinanze dell'aerogeneratore non sono presenti criticità geologiche in atto o potenzialmente attive che possano interferire con la stabilità dell'opera. Quindi dal punto di vista geomorfologico non si riscontrano particolari criticità.



Carta delle pendenze aerogeneratore WTG01

L'aerogeneratore WTG2 verrà realizzato in località Sietta situata ad ovest dell'omonimo bacino, su un versante che degrada in direzione Ovest - Est ad una quota di 990 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore è contraddistinta da una pendenza compresa tra 5 e 15° e impegna parte di un impluvio. Nei pressi dell'aerogeneratore non sono presenti criticità geologiche in atto né si rilevano processi morfoevolutivi potenzialmente attivi che possano interferire con la stabilità dell'opera. Quindi dal punto di vista geomorfologico non si riscontrano particolari criticità.

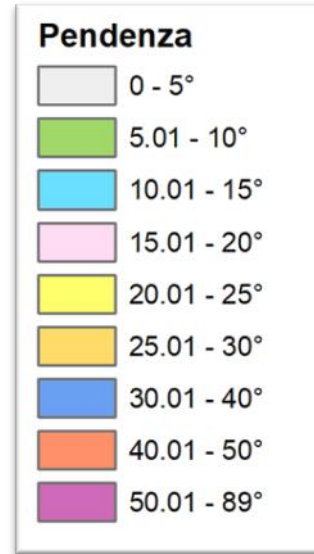
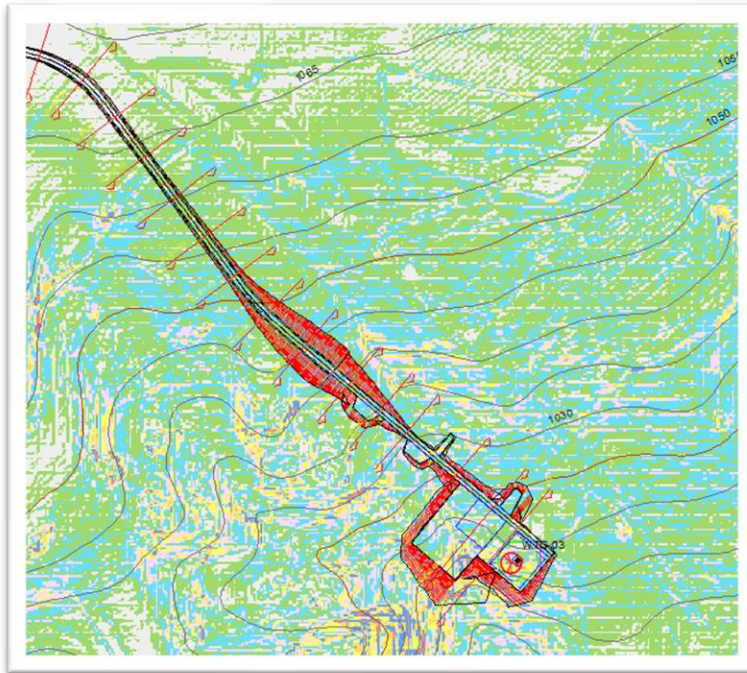




Carta delle pendenze aerogeneratore WTG02

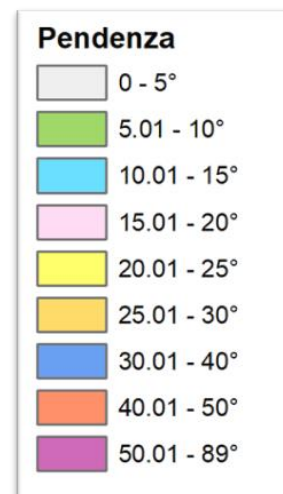
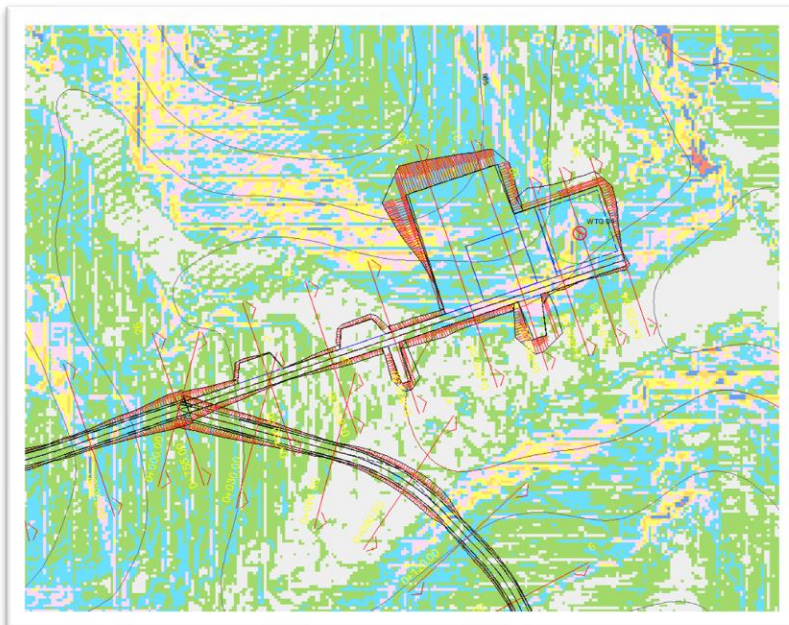
L'aerogeneratore WTG3 è situato sul versante roccioso opposto dell'aerogeneratore WTG2 ad una quota di 1020 m.s.l.m. con una pendenza compresa tra 10 e 40°. Quindi, le criticità rilevate nei pressi dell'aerogeneratore legate all'elevata pendenza e alla presenza dell'incisione. Al fine rendere compatibile l'intervento con la presenza delle criticità precedentemente citate, dovranno essere previste opere idrauliche quali tubi ARMCO in modo da evitare interferenze con le opere i rilevato che dovranno essere realizzate per la costruzione della piazzola.





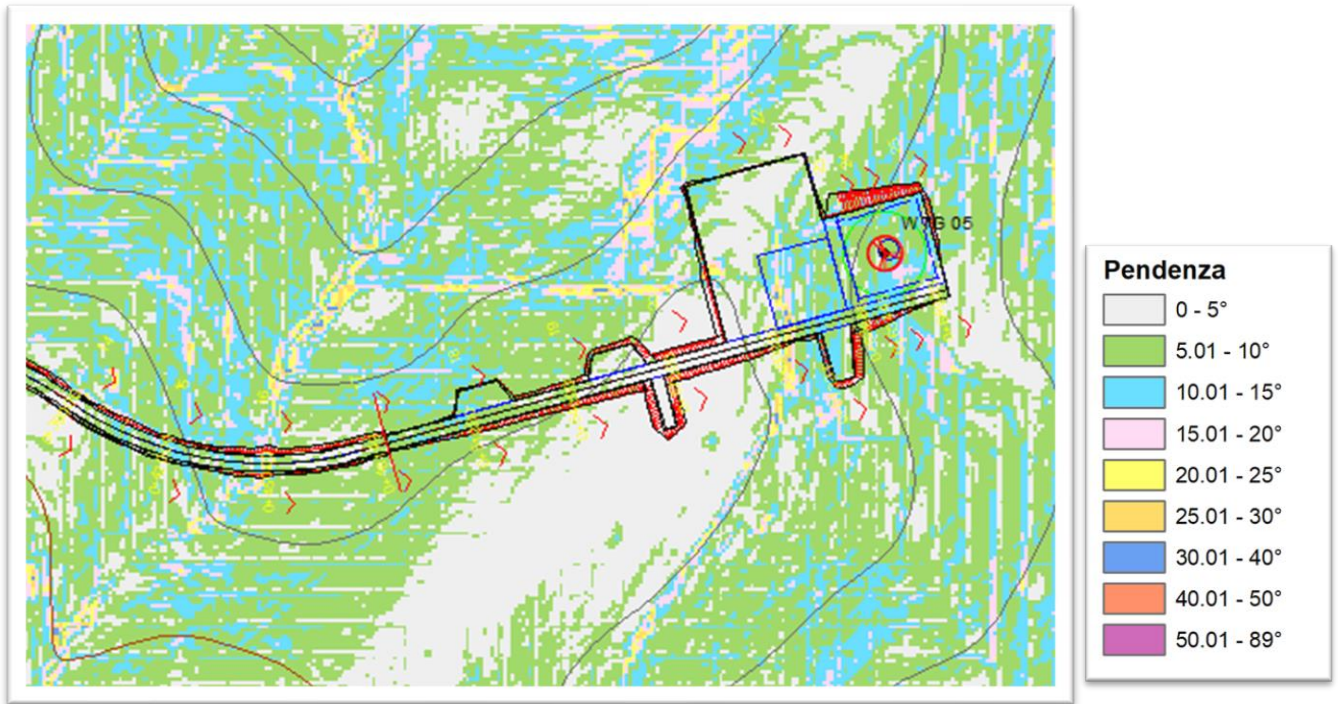
Carta delle pendenze aerogeneratore WTG03

L'aerogeneratore WTG4 è situato a circa 380 m dalla torre eolica WTG3 in direzione Sud su un versante roccioso ad una quota di 975 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore è caratterizzata da una pendenza compresa tra 5 e 25° ed interessa un versante che degrada in direzione Nord -Sud. L'area di sedime della torre eolica non evidenzia criticità geologiche e geomorfologiche



Carta delle pendenze aerogeneratore WTG04

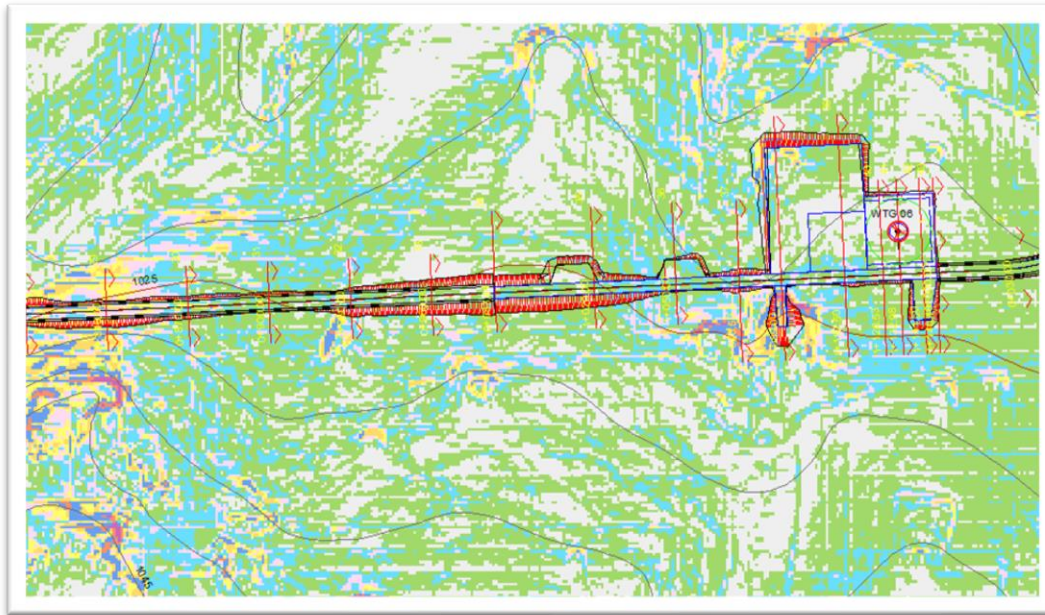
L'aerogeneratore WTG5 è situato in località Piano di Saetta su un dosso che degrada in direzione Nord Est ad una quota di 990 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore caratterizzata da una pendenza compresa tra 5 e 15° non evidenzia alcuna criticità geologica e geomorfologica.



Carta delle pendenze aerogeneratore WTG05

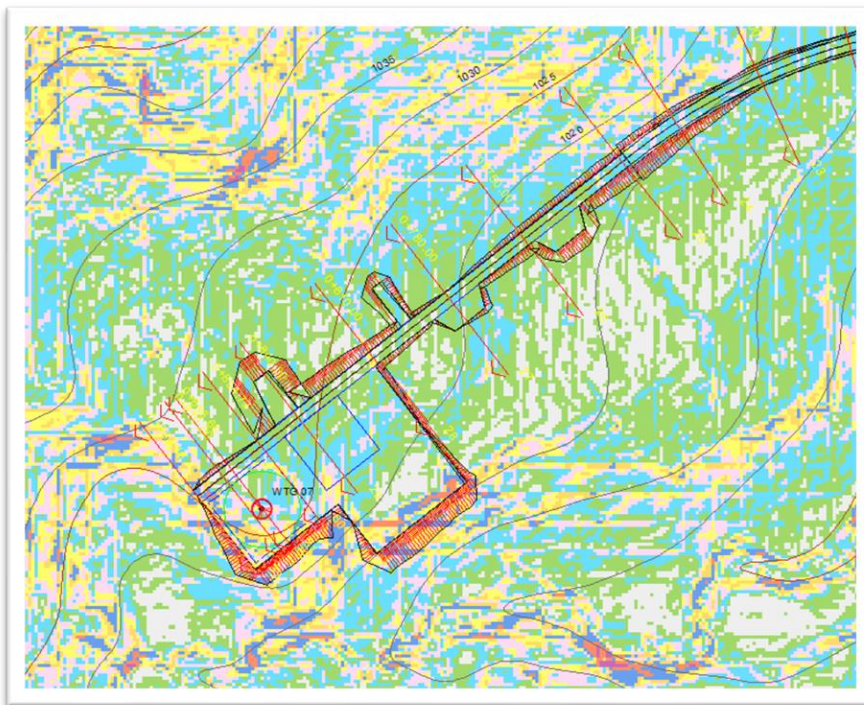
L'aerogeneratore WTG6 è situato a circa 600 m dalla torre eolica WTG5 in direzione Ovest in località Pezzo di Avento su un versante roccioso ad una quota di 1020 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore è caratterizzata da una pendenza compresa tra 5 e 15° ed interessa un dosso compreso tra due incisioni parallele che scorrono in direzione Sud Nord. L'area di sedime della torre eolica non evidenzia criticità geologiche e geomorfologiche





Carta delle pendenze aerogeneratore WTG06

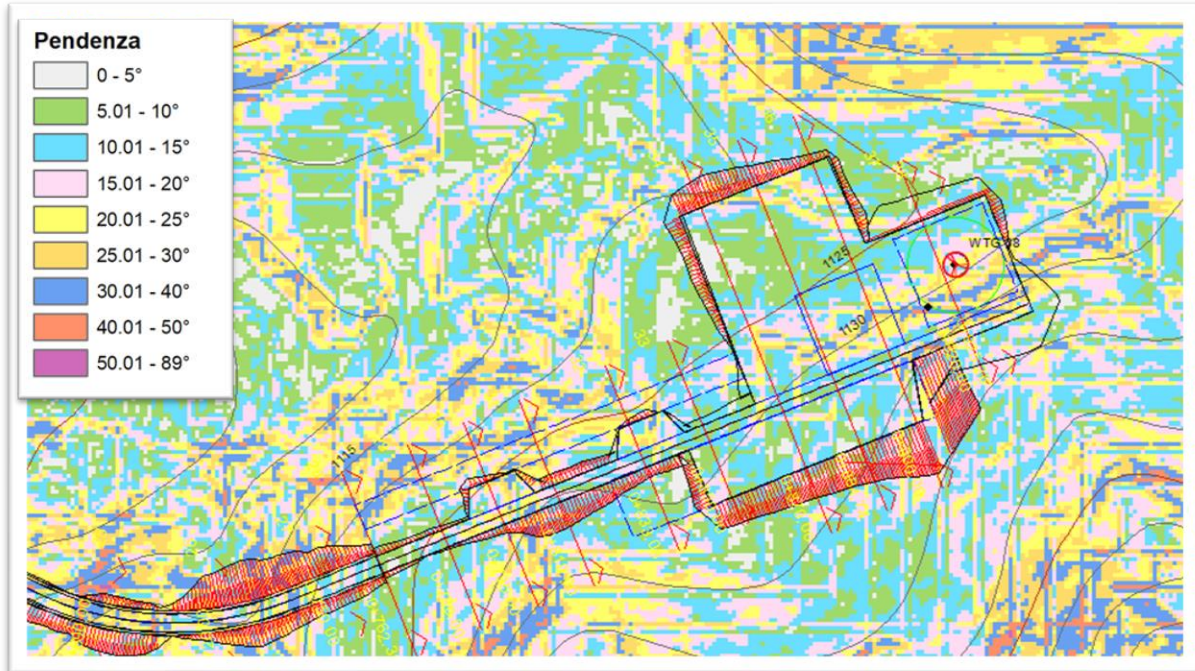
L'aerogeneratore WTG7 è situato in località Pezzo di Avento tra le WTG4 e la WTG6 su un versante roccioso che degrada verso un'incisione immissaria del Lago Saetta ad una quota di 1027 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore è caratterizzata da una pendenza compresa tra 10 e 25° e non evidenzia criticità geologiche e geomorfologiche



Carta delle pendenze aerogeneratore WTG07

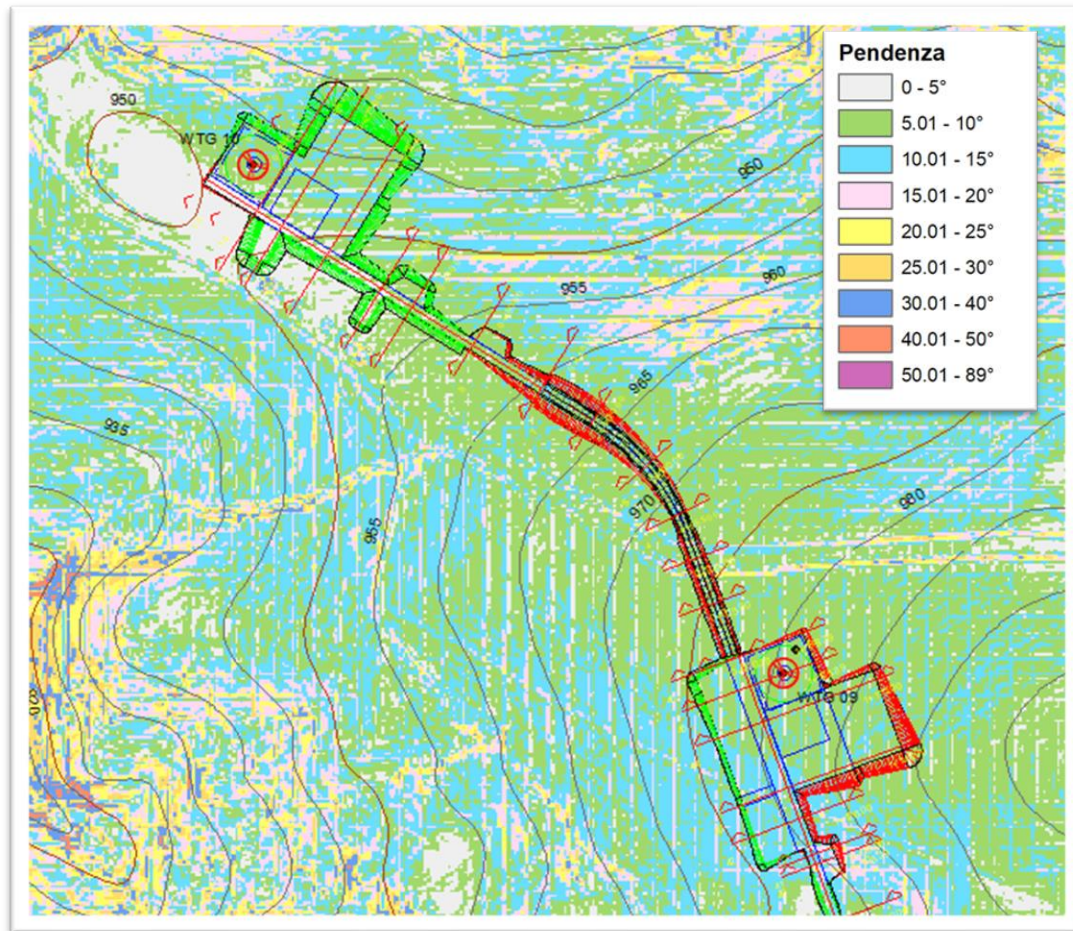


L'aerogeneratore WTG8 è situato su un versante che degrada Da Monte Carruzzo in direzione Nord ad una quota di 1130 m.s.l.m. L'area di sedime dell'aerogeneratore è caratterizzata da una pendenza compresa tra 10 e 25° e non evidenzia criticità geologiche e geomorfologiche.



Carta delle pendenze aerogeneratore WTG08

Gli aerogeneratori WTG9 e WTG10 sono situati Nei Pressi di Monte Castelluccio su un versante che degrada in direzione Sud Nord ad una quota rispettiva di 980 e 950 m.s.l.m.. L'area di sedime degli aerogeneratori sono caratterizzate da una pendenza compresa tra 5 e 15° e non evidenziano criticità geologiche e geomorfologiche.



Carta delle pendenze aerogeneratori WTG09 -10

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 23 di 95</b>
--	---	--

## 6. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di numerosi corsi d'acqua, prevalentemente a carattere torrentizio, in particolare l'area su cui sorge il Parco Eolico rappresenta uno spartiacque naturale tra i bacini idrografici relativi Fosso Canapile immissario della fiumara di Tolve e il Torrente Bilioso.

Il "pattern" idrografico dei corsi d'acqua presenti nell'area risulta essere formato da aste rettilinee che convergono in modo radiale all'interno del bacino artificiale Lago Saetta. Il reticolo risulta essere poco sviluppato a causa delle dei depositi litoidi quali calcareniti, arenarie che affiorano nell'area di interesse.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico l'area considerata è costituita da terreni contraddistinti da caratteristiche idrogeologiche e valori di permeabilità simili legati principalmente allo stato di fratturazione dei depositi litoidi affioranti.

Infatti i terreni interessati dal progetto sono costituiti da calcisiltiti, arenarie e brecce calcaree, sono contraddistinti da una permeabilità secondaria variabile da alta a media direttamente connessa con lo stato di fratturazione delle rocce, dall'apertura e persistenza delle fratture e dalla presenza di riempimento all'interno delle fessure.

Nei pressi del Lago Saetta, i terreni litoidi, risultano essere ricoperti da una coltre eluviale a componenti limoso argillosa dello spessore di circa 4.00 m che tende a suturare le fratture e ad impermeabilizzare il fondo del bacino dando origine al lago.

Sulla base delle caratteristiche litologiche è stato possibile individuare un unico complesso idrogeologico:

**Complesso Litoide:** Costituito dai depositi arenacei, calcarei con un gradi di fessurazione variabile da elevato in superficie a basso in profondità. La permeabilità secondaria risulta essere variabile da bassa media a seconda del grado di fratturazione All'interno di questo complesso ricadono tutti gli aerogeneratori.

**Complesso Marnoso argilloso:** Costituito dai depositi marnoso argillosi ascrivibili alla formazione del Flysch Galestrino.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)





**7. SISMICITÀ DELL'AREA**

L'area in oggetto è caratterizzata da un'attività sismica di energia da bassa a moderata. Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 creato dal INGV nel periodo di tempo intercorso tra 1466 e il 2006 sono stati registrati e catalogati 42 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 4-5 a 11 e un momento magnitudo compreso tra 3.93 e 7.12. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.

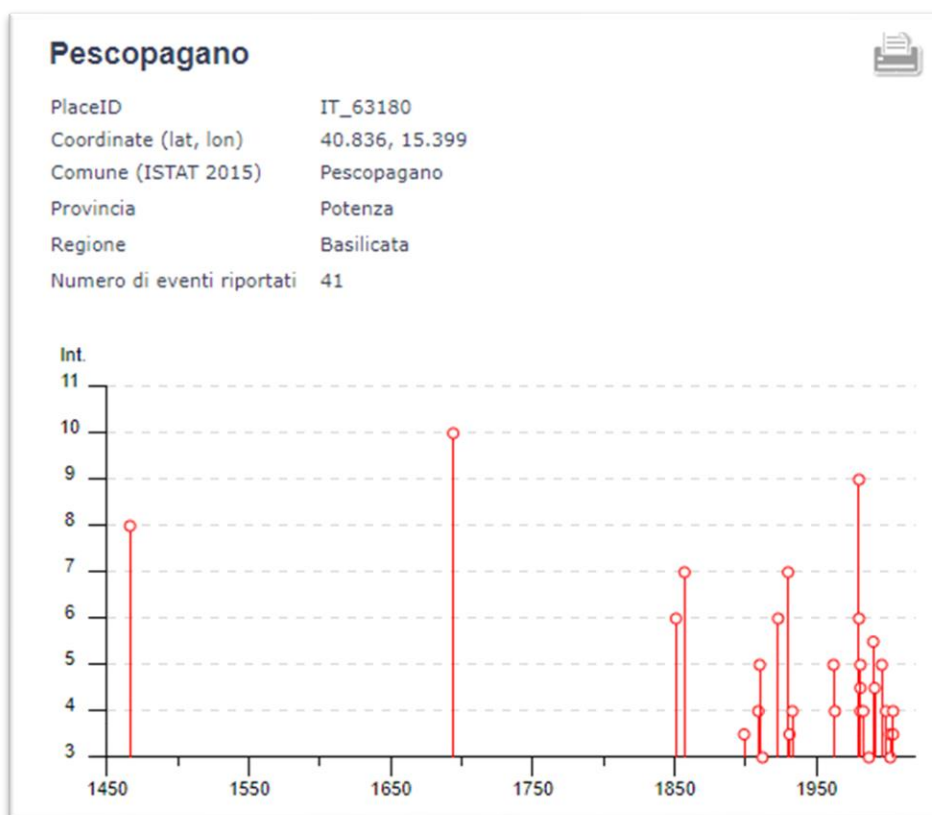


Grafico della distribuzione temporale/intensità dei terremoti che hanno interessato l'area.



Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
8	1466	01	15	02	25		Irpinia-Basilicata	31	8-9 5.98
10	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10 6.73
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10 6.52
7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11 7.12
3-4	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno	32	6 4.57
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
2-3	1905	11	26				Irpinia	122	7-8 5.18
4	1909	12	03	06	20		Sant'Andrea di Conza	11	5 3.96
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
3	1912	03	17	07	10		Salernitano	11	5 4.25
2	1919	10	21	00	24		Gargano	24	5-6 5.03
2	1920	03	07	19	21	4	Avigliano	8	4-5 3.93
6	1923	11	08	12	28		Appennino campano-lucano	28	6 4.73
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10 6.67
3-4	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6 4.64
4	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6 4.96
2	1935	12	03	08			Calvello	12	5 4.15
NF	1957	10	19	06	14		Potentino	16	4 3.70
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9 6.15
4	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7 5.19
NF	1966	10	04	04	51	5	Potentino	15	5 4.16
NF	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6 4.75
9	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
6	1980	12	03	23	54	2	Irpinia-Basilicata	11	6 4.83
4-5	1981	01	09	00	12	4	Irpinia-Basilicata	6	5-6 4.36
4	1981	03	28	11	01	2	Irpinia-Basilicata	10	4-5 4.11
5	1981	11	29	05	06	4	Potentino	14	5 4.51
4	1983	02	02	08	14	1	Potentino	42	5 4.35
3	1987	01	28	05	33	2	Potentino	62	5 4.54
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
4-5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7 5.08
NF	1991	06	20	11	32	1	Potentino	26	5-6 3.71
5	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6 4.90
NF	1996	07	16	12	46	1	Irpinia	37	5 3.45
4	1999	04	05	07	51	5	Irpinia	57	4-5 3.99
3-4	2002	04	18	20	56	4	Appennino lucano	164	5 4.34
3	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7 5.72
3-4	2004	02	23	19	48	4	Appennino lucano	107	4-5 3.82
4	2004	02	24	05	21	2	Appennino lucano	140	5 4.21
2	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5 4.41
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384	4.64

Elenco dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto

In relazione alla relativa vicinanza di importanti strutture sismo genetiche attivate frequentemente,

PROGETTAZIONE:

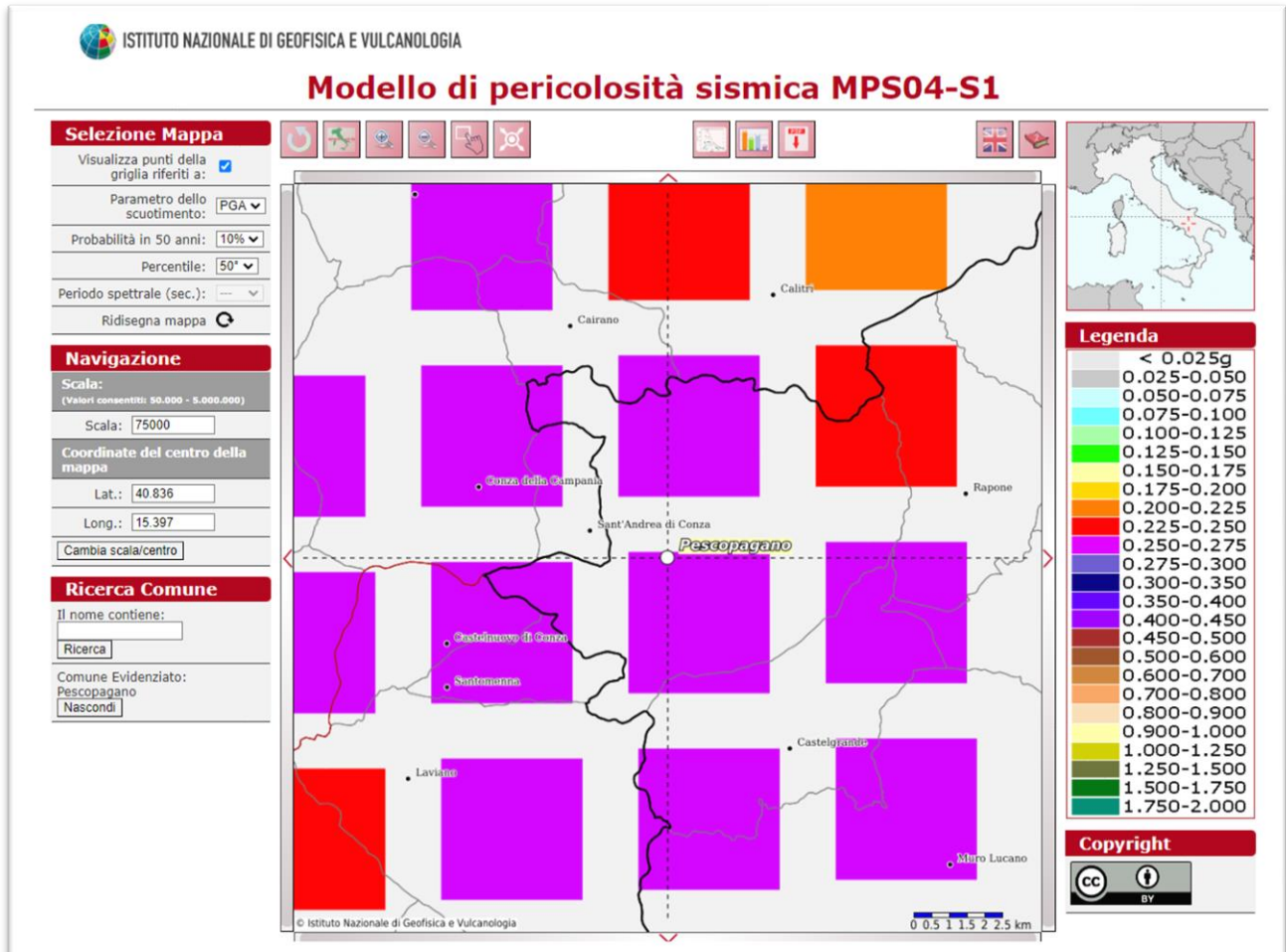
EPM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza



[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



soprattutto nella catena appenninica, le stime di pericolosità effettuate hanno fornito valori di accelerazioni di picco del suolo (PGA), con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni, comprese tra 0.225 e 0.275 g.



## 8 INDAGINI ESEGUITE

Al fine di ricostruire il modello geologico tecnico e l'assetto litostратigrafico dell'area di sedime degli aerogeneratori sono state eseguite le seguenti indagini:

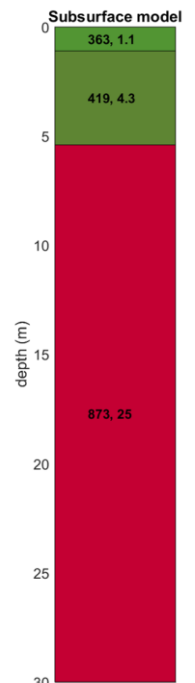
- N° **10** stendimenti sismici MASW in corrispondenza degli aerogeneratori;

### 8.1.1 STENDIMENTO SISMICO MASW 1 (WTG01)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.1 m, con velocità media delle onde di taglio di 363 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.3 m, con velocità media delle onde di taglio di 419 m/s e corrisponde a depositi con mediocri caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 5.4 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità  $V_s$  media di 873 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



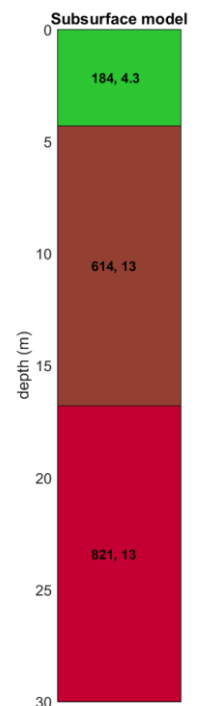
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (**DM 17 gennaio 2018**) il sito in esame ha una  $V_{s30}$  di **401** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità  $>$  di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

### 8.2.2 Stendimento sismico MASW 2(WTG02)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.3m, con velocità media delle onde di taglio di 184 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 13 m, con velocità media delle onde di taglio di 614 m/s e corrisponde a depositi con discrete caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinvia a profondità maggiori di 17.3 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 821 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



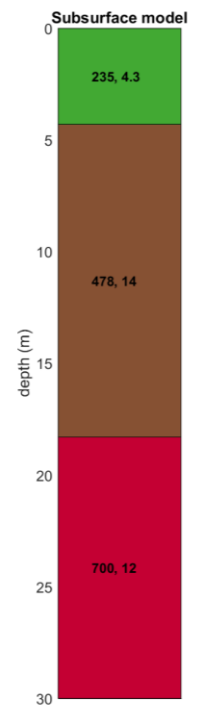
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una Vs30 di **376** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

### 8.1.3 STENDIMENTO SISMICO MASW 3(WTG03)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.3 m, con velocità media delle onde di taglio di 235 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 17.3 m, con velocità media delle onde di taglio di 478 m/s e corrisponde a depositi con discrete caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 17 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità  $V_s$  media di 700 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una  $V_{s30}$  di **436.5** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

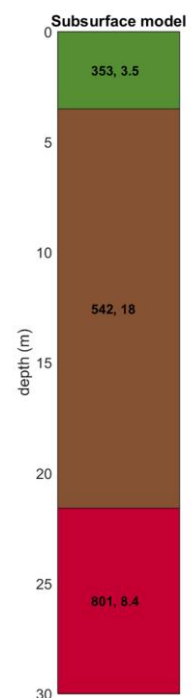
**8.1.4 STENDIMENTO SISMICO MASW 4(WTG04)**

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 3,5 m, con velocità media delle onde di taglio di 353 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 18 m, con velocità media delle onde di taglio di 542 m/s e corrisponde a depositi con discrete caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 21.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 801 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una Vs30 di 499 m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella categoria B.

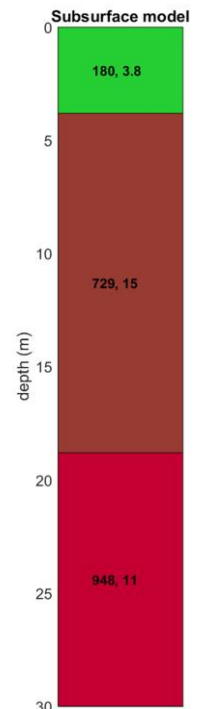


### 8.1.6 STENDIMENTO SISMICO MASW 5(WTG05)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 3,8 m, con velocità media delle onde di taglio di 180 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 15 m, con velocità media delle onde di taglio di 729 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 19 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità  $V_s$  media di 948 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (**DM 17 gennaio 2018**) il sito in esame ha una  $V_{s30}$  di **452** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

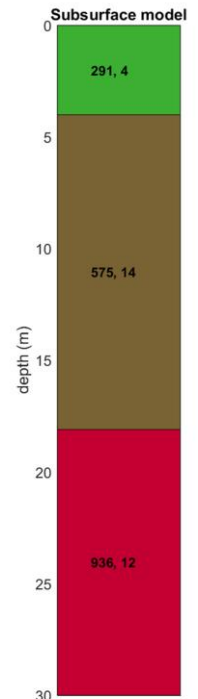


### 8.1.6 STENDIMENTO SISMICO MASW 6(WTG06)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.0 m, con velocità media delle onde di taglio di 291 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 14 m, con velocità media delle onde di taglio di 575 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 18 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 936 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



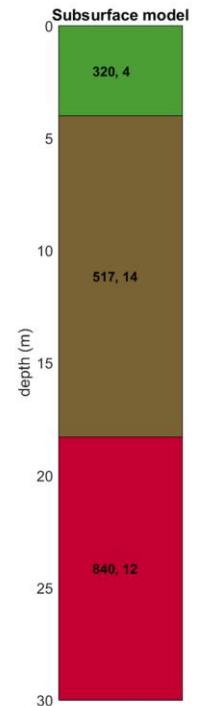
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una Vs30 di 437 m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

**8.1.7 STENDIMENTO SISMICO MASW 7(WTG07)**

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.0 m, con velocità media delle onde di taglio di 320 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 14 m, con velocità media delle onde di taglio di 517 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 18 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 840 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



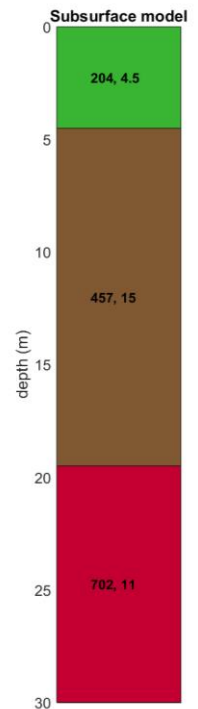
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una Vs30 di **454** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B.**

**8.1.8 STENDIMENTO SISMICO MASW 8(WTG08)**

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 204 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 15 m, con velocità media delle onde di taglio di 457 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 19.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 702 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame ha una Vs30 di **452** m/s poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B.**

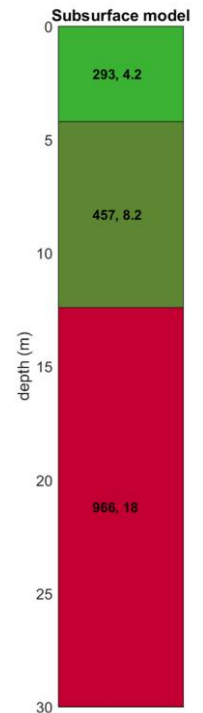


**8.1.9 STENDIMENTO SISMICO MASW 9(WTG09)**

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.2 m, con velocità media delle onde di taglio di 293 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 8.2 m, con velocità media delle onde di taglio di 457 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 13 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 966 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



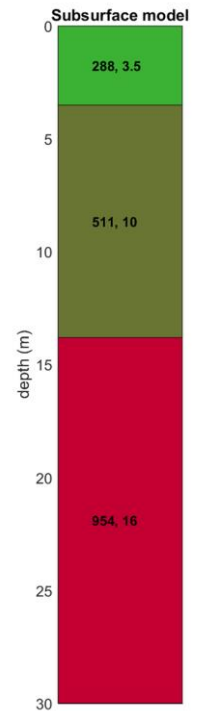
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (**DM 17 gennaio 2018**) il sito in esame ha una Vs30 di **383 m/s** poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

### 8.1.10 STENDIMENTO SISMICO MASW 10(WTG10)

Di seguito si riporta il modello sismico del terreno ricavato in corrispondenza dell'area di fondazione:

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 3.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 288 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti e con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 10 m, con velocità media delle onde di taglio di 511 m/s e corrisponde a depositi con ottime caratteristiche geotecniche;
- • Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 13.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 954 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (**DM 17 gennaio 2018**) il sito in esame ha una Vs30 di **383 m/s** poiché non è stata riscontrata la presenza del substrato sismico ovvero di terreni con una velocità > di 800 m/s, rientra nella **categoria B**.

## 8.2. RILIEVO GEOMECCANICO

Al fine di caratterizzare gli ammassi rocciosi su cui verranno realizzati gli aerogeneratori, sono stati eseguiti due rilievi geomeccanici denominati ST1 e ST2 nelle vicinanze delle aree di sedime dell'aerogeneratore WTG8 e WTG 1.



ST1 (WTG8) Arenarie





ST2 (WTG1) Brecce Calcareae

Di seguito si riportano le classificazioni dei due ammassi rocciosi secondo la classificazione di Bieniawski (RMR) e Metodo di Hoek & Brown (GSI).

**Stazione di rilievo geomeccanico ST1 (Arenarie)**

“A1” =  $\sigma_0$  (resistenza a compressione monoassiale)

<b>s<sub>0</sub> (Mpa)</b>	250	250-100	100-50	50-25	<b>25-5</b>	5-1	1
<b>punteggio</b>	15	12	7	4	<b>2</b>	1	0

“A2” = RQD (Rock Quality Designation)

<b>RQD%</b>	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	25%
<b>punteggio</b>	20	17	13	<b>8</b>	3

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				DATA:
	"Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>				<b>MAGGIO 2024</b> Pag. 39 di 95

“A3” = s (spaziatura delle discontinuità)

<b>spaziatura giunti (m)</b>	2	0,6-2	0,2-0,6	0,06-0,2	0,06
<i>punteggio</i>	20	15	<b>10</b>	8	5

“A4” = condizioni dei giunti

<b>lunghezza giunti</b>	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
<i>punteggio</i>	<b>6</b>	4	2	1	0
<b>apertura giunti</b>	chiusi	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	>5 mm
<i>punteggio</i>	6	5	4	1	<b>0</b>
<b>scabrezza giunti</b>	molto scabri	scabri	leggermente scabri	lisci	laminati
<i>punteggio</i>	<b>6</b>	5	3	1	0
<b>riempimento</b>	nessuno	riempimento duro<5 mm	riempimento duro>5 mm	riempimento soffice<5 mm	riempimento soffice>5 mm
<i>punteggio</i>	6	4	2	2	<b>0</b>
<b>alterazione</b>	inalterato	leggermente alterato	moderatamente e alterato	molto alterato	decomposto
<i>punteggio</i>	6	5	<b>3</b>	1	0

“A5” = condizioni d’acqua

<b>condizioni idrauliche</b>	giunti asciutti	giunti umidi	giunti bagnati	stillicidi	venute d’acqua
<i>punteggio</i>	15	10	<b>7</b>	4	0

$$RMR_{base} = 2+8+10+15+7 = 42$$

### CLASSIFICAZIONE ST1

<b>CLASSE</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
qualità	molto buona	buona	<b>discreta</b>	scadente	pessima
<i>punteggio</i>	100-81	80-61	<b>60-41</b>	40-21	20

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

CLASSE	I	II	III	IV	V
Coesione(kg/cmq)	4	3-4	<b>2-3</b>	1-2	1
$\varphi$	45°	35°-45°	<b>25°-35°</b>	15°-25°	15°

*Il RMR sulla base del punteggio ricade di poco all'interno della classe III (discreta).*

**Stazione di rilievo geomeccanico ST2 Calcari**

"A1" =  $\sigma_0$  (resistenza a compressione monoassiale)

<b><math>\sigma_0</math> (Mpa)</b>	250	250-100	100-50	50-25	<b>25-5</b>	5-1	1
punteggio	15	12	7	4	<b>2</b>	1	0

"A2" = RQD (Rock Quality Designation)

<b>RQD%</b>	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	25%
punteggio	20	<b>17</b>	13	8	3


"A3" = S (spaziatura delle discontinuità)

<b>spaziatura giunti (m)</b>	2	0,6-2	0,2-0,6	0,06-0,2	0,06
punteggio	20	15	<b>10</b>	8	5

"A4" = condizioni dei giunti

<b>lunghezza giunti</b>	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
punteggio	6	<b>4</b>	2	1	0
<b>apertura giunti</b>	chiusi	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	>5 mm
punteggio	6	5	4	1	<b>0</b>
<b>scabrezza giunti</b>	molto scabri	scabri	leggermente scabri	lisci	laminati
punteggio	<b>6</b>	5	3	1	0
<b>riempimento</b>	nessuno	riempimento duro<5 mm	riempimento duro>5 mm	riempimento soffice<5 mm	riempimento soffice>5 mm



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				DATA:
	"Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>				<b>MAGGIO 2024</b> Pag. 41 di 95

<i>punteggio</i>	6	4	2	2	<b>0</b>
<b>alterazione</b>	inalterato	leggermente alterato	moderatamente e alterato	molto alterato	decomposto
<i>punteggio</i>	6	5	<b>3</b>	1	0

“A5” = condizioni d’acqua

<b>condizioni idrauliche</b>	giunti asciutti	giunti umidi	giunti bagnati	stillicidi	venute d’acqua
<i>punteggio</i>	15	<b>10</b>	7	4	0

$$RMR_{base} = 2+17+10+13+7 = 49$$

### CLASSIFICAZIONE ST2

<b>CLASSE</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
qualità	molto buona	buona	<b>discreta</b>	scadente	pessima
<i>punteggio</i>	100-81	80-61	<b>60-41</b>	40-21	20

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

<b>CLASSE</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<i>Coesione(kg/cmq)</i>	4	3-4	<b>2-3</b>	1-2	1
$\varphi$	45°	35°-45°	<b>25°-35°</b>	15°-25°	15°

*Il RMR sulla base del punteggio ricade di poco all’interno della classe III (discreta).*

### 8.3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Al fine di ricostruire la copertura presente sugli ammassi rocciosi sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche in corrispondenza degli aerogeneratori WTG 3 e WTG 9. Le prove hanno raggiunto la profondità di 2.40 m prima di raggiungere il rifiuto.

Di seguito, si riportano i grafici delle prove

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



Engineering Geology s.r.l.  
Via del Galileo 90/A  
Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
85100 Potenza



Engineering Geology s.r.l.  
Via del Galileo 90/A  
Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh03  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh04  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI srl  
Descrizione: Indagini geognostiche  
Località: Pescopagano (PZ)

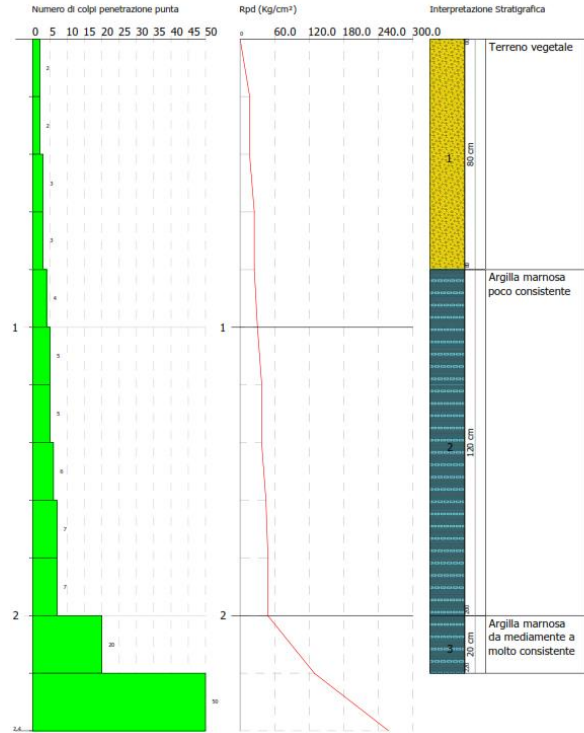
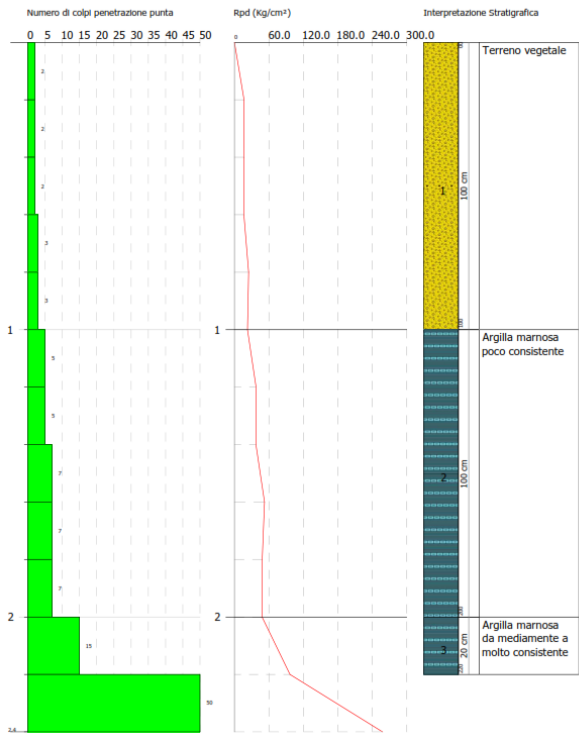
08/03/2024

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI srl  
Descrizione: Indagini geognostiche  
Località: Pescopagano (PZ)

08/03/2024

Scala 1:12

Scala 1:12



Grafici delle prove penetrometriche DPSH1 e DPSH2

**PROGETTAZIONE:**



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



## 10 MODELLO GEOTECNICO

Sulla base delle indagini precedentemente elencate è stato possibile ricostruire il modello geologico tecnico del terreno assegnando a ciascuna delle unità litostratigrafiche i valori delle proprietà fisico-meccaniche che meglio ne descrivono il comportamento globale.

Si rimanda in fase esecutiva alla realizzazione di una campagna di indagini puntuali in corrispondenza degli aerogeneratori (sondaggi geognostici, prove dilatometriche e pressiometriche, prelievo di campioni a parte di carote litoidi su cui eseguire prove di schiacciamento, etc) in modo da verificare e validare il modello geologico tecnico di seguito riportato.

**Nel modello geologico tecnico non sono stati assegnati parametri geotecnici alla copertura vegetale e alla porzione alterata di terreno avente uno spessore 2.0 0m, come dimostrato dalle prove penetrometriche dinamiche, in quanto non utilizzabile ai fini fondali.**

Il sottosuolo può pertanto considerarsi costituito dalle seguenti unità geotecniche:

### U.G.1 ALTERAZIONE DELLE ARENARIE (-2.00 M A -20.00 M)

Costituita da arenarie fratturate di colore giallino beige, in strati di dimensioni spessore variabile da 10 cm a 50 cm. I parametri derivano dal rilievo geomeccanico e gli spessori derivano dagli stendimenti simili MASW eseguiti. Questi depositi affiorano in corrispondenza di tutti gli aerogeneratori escluso il WTG1.

*Parametri caratteristici*

$\gamma_n$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ KPa
22.00	25	190

### U.G.2 SUBSTRATO ARENACEO

Costituita da arenarie di colore grigio fessurate in strati di dimensioni spessore variabile da 10 cm a 50 cm. I parametri derivano dal rilievo geomeccanico e gli spessori derivano dagli stendimenti simili MAW eseguiti. Questi depositi affiorano in corrispondenza di tutti gli aerogeneratori escluso il WTG1.

*Parametri caratteristici*

$\gamma_n$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ KPa
24.00	30	295



**U.G.3 ALTERAZIONE DEI CALCARI (-2.00 A -6.00 M)**

Si tratta di breccia calcarea massiva e gradata intercalata a livelli di argilla giallastra sottilmente laminati. I depositi in affioramento, si presentano fratturati e alterati.

I parametri derivano dal rilievo geomeccanico e lo spessore è stato ricostruito a seguito dello stendimento sismico MASW. Questi depositi affiorano in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG1.

*Parametri caratteristici*

$\gamma_n$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ KPa
<b>22</b>	<b>25</b>	<b>190</b>

**U.G.4 CALCARI**

Si tratta di breccia calcarea massiva e gradata in strati, banchi intercalata a livelli di argilla giallastra sottilmente laminati. I parametri derivano dal rilievo geomeccanico e lo spessore è stato ricostruito a seguito dello stendimento sismico MASW. Questi depositi affiorano in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG1

*Parametri caratteristici*

$\gamma_n$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ KPa
<b>24</b>	<b>30</b>	<b>295</b>

**11 RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Sulla base di quanto definito dal paragrafo 2 dell'allegato A – Documento di attuazione della L.R.38/97 art.12 comma 1 essendo le opere in oggetto sono classificate in classe d'uso IV e quindi è stato eseguito uno studio risposta sismica locale.

La lettura critica dei risultati ottenuti dalle indagini ha permesso di definire un'unica zona omogenea definita come zona stabile suscettibile di amplificazione locale, nella quale sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico locale. La definizione della zona individuata è avvenuta sulla base dell'assetto litostratigrafico ricostruito a partire dalle stratigrafie delle indagini effettuate e consultate, della profondità del bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) e della velocità media delle onde di taglio nei terreni di copertura sovrastanti il bedrock sismico ottenuta dall'interpretazione delle prove sismiche eseguite.

Di seguito viene indicato il profilo sismo-stratigrafico impiegato come modello di input per ogni aerogeneratore per la risposta sismica locale, tali modelli, come sopra spiegato, sono stati ricostruiti mediante un'analisi congiunta di tutte le indagini presenti nell'area di studio. Inoltre, la profondità del Bedrock sismico è stata ricavata a seguito dell'interpolazione dei dati degli stendimento MASW considerando un aumento costante delle velocità in profondità fino ad intercettare la velocità di 800 m/s quando non è stata rilevato la velocità del substrato. Infine, le curve di smorzamento dei materiali sono state individuate in base alla profondità del substrato.

**Aerogeneratore WTG1**

Strato	Tipo suolo	Spessore [m]	Profondità [m] Top	Velocità Onde S [m/s]	Dato VS	Gamma [KN/m3]	G/G0	Damping
1	UG1	7	0.00	419	MASW	22.00	EPRI Rock(1993) 0-6 m	EPRI Rock(1993) 0-6 m
2	Bedrock	semispazio	40.00	800	MASW	24.00	Smorzamento costante	Smorzamento costante

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 46 di 95</b>
--	---	--

**Aerogeneratori WTG3 e WTG8**

Strato	Tipo suolo	Spessore [m]	Profondità [m] Top	Velocità Onde S [m/s]	Dato VS	Gamma [KN/m3]	G/G0	Damping
1	UG1	4	0.00	235	MASW	21.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)
2	UG1	19	4	478	MASW	222.0	EPRI Rock (1993) 6-15 metri	EPRI Rock (1993) 6-15 metri
3	UG2	24	23	720	MASW	24.00	EPRI Rock (1993) 15,54-36,57 metri	EPRI Rock (1993) 15,54-36,57 metri
	Bedrock	semispazio	47.00	800	MASW	24.00	Smorzamento costante	Smorzamento costante

**Aerogeneratore WTG2-4-5-6-7-9-10**

Strato	Tipo suolo	Spessore [m]	Profondità [m] Top	Velocità Onde S [m/s]	Dato VS	Gamma [KN/m3]	G/G0	Damping
1	UG1	4	0.00	180	MASW	19.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)
	UG2	21	4	550	MASW	22	EPRI Rock (1993) 6-15 metri	EPRI Rock (1993) 6-15 metri
2	Bedrock	semispazio	45.00	800	MASW	24.00	Smorzamento costante	Smorzamento costante

Come riportato in tabella lo strato soffice poggia sul substrato rigido e nella stessa sono riportate anche le curve di smorzamento ed il peso di volume utilizzati nel codice di calcolo.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative agli aerogeneratori.

**11.1 ANALISI NUMERICA DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE**

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli "stati limite" che si possono verificare durante la vita nominale (VN). Stato limite è una

**PROGETTAZIONE:**



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)





condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. In particolare le opere devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE);
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

CLASSE I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone; edifici agricoli.
CLASSE II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose per l'ambiente; ponti; opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV; reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza; dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
CLASSE III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi (scuole, teatri, musei, centri commerciali); industrie con attività pericolose per l'ambiente; reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV; ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza; dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
CLASSE IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità; industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente; reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B; ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico; dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

*Tabella V Classi d'Uso delle costruzioni.*

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento (VR) che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale (VN) per il coefficiente d'uso (CU):

$$VR = CU \times VN$$

Il valore del coefficiente d'uso (CU) è definito, al variare della classe d'uso, come riportato nella tabella seguente.

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente d'uso $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

*Tabella VI Corrispondenza tra classi d'uso e coefficiente d'uso.*

Se  $VR \leq 35$  anni si pone comunque  $VR = 35$  anni.

Assumendo che la legge di ricorrenza dell'azione sismica sia un processo poissoniano, il periodo di riferimento VR di una costruzione è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento PVR

corrispondente allo stato limite considerato, il periodo di ritorno TR dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica di base è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale;
- ordinate dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché commisurati alla pericolosità sismica del sito. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  - accelerazione orizzontale massima attesa al sito (fornita da INGV);

$F_o$  - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in termini di accelerazione orizzontale;

$T_{C^*}$  - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_{C^*}$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche per tutti i siti considerati.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Stati limite di esercizio:

Stato Limite di Operatività (SLO); Stato Limite di Danno (SLD);

Stati limite ultimi:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV); Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento, PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella tabella seguente:

<b>Stati Limite</b>		<b>PVR</b>
<i>Stati limite di</i>	<i>SLO</i>	81%
	<i>SLD</i>	63%
<i>Stati limite ultimi</i>	<i>SLV</i>	10%
	<i>SLC</i>	5%

*Tabella VII Probabilità di superamento del periodo di riferimento PVR per ciascun Stato Limite.*

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 49 di 95</b>
--	---	--

Questi valori valgono per tutte le classi d'uso. Per ogni stato limite, l'azione sismica di progetto è calcolata considerando tali probabilità in rapporto al periodo di riferimento VR della costruzione considerata (che dipende dalla classe d'uso).

Calcolato il periodo di riferimento VR, e stabilita per ogni stato limite la relativa probabilità di eccedenza PVR, si determina il periodo di ritorno TR del sisma mediante la relazione:

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

Stabilito TR, si possono determinare per ogni sito i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  che definiscono la forma dello spettro di risposta per ciascun tipo di costruzione, classe d'uso e stato limite.

L'opera in progetto ricade nella classe d'uso IV avente coefficiente d'uso 2.0, mentre la vita nominale presa in considerazione è di 50 anni per cui il periodo di riferimento VR utilizzato per individuare la pericolosità di base ai diversi stati limite è di  $VR = 100$  anni.

### 11.2 MOTI SISMICI DI INPUT

Gli accelerogrammi naturali, ossia registrazioni di eventi sismici reali, sono generalmente reperiti in specifiche banche dati disponibili in rete ([https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet\\_32/#/rexel](https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_32/#/rexel)).

Le NTC impongono precise condizioni di spettro/compatibilità degli accelerogrammi naturali: la coerenza con lo spettro elastico è da verificare in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento viscoso.

La ricerca è stata eseguita, assegnando una tolleranza di compatibilità della media del 10% inferiore e del 20% superiore nell'intervallo di periodi  $0.15s \div 2s$  e selezionando l'opzione di ricerca rapida, le analisi sono state effettuate al fine di ottenere combinazioni di accelerogrammi compatibili con lo spettro di normativa che non necessitano di essere scalati.

Sono stati così estratti 7 accelerogrammi rientrati nei margini di tolleranza prefissati, i grafici successivi indicano gli accelerogrammi messi a confronto con il relativo target.

### 11.3 DESCRIZIONE ANALISI MONODIMENSIONALE

Nell'analisi monodimensionale utilizzata ogni strato sarà definito dai propri valori di densità, modulo di taglio, rapporto di smorzamento critico e spessore; tali valori sono indipendenti dalla frequenza.

Il modello utilizzato prevede una risposta del deposito causata da onde di taglio polarizzate orizzontalmente che si propagano verticalmente dal bedrock verso la superficie lungo una colonna verticale monodimensionale di terreno, superfici di stratificazione orizzontali e lateralmente omogenee, una superficie del bedrock e del terreno estesa lateralmente all'infinito e una superficie topografica priva di irregolarità.

Nel modello a strati continui ogni i-esimo strato è caratterizzato da 4 parametri: densità, spessore  $h_i$ , modulo di taglio  $G_i$  e fattore di smorzamento  $D_i$ .

Il modulo di taglio può essere utilizzato come parametro di input nell'analisi numerica e si ottiene a partire dalla velocità delle onde di taglio tramite la seguente relazione:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> "Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pescopagano (PZ) denominato "Saetta" di potenza nominale pari a 72 MW" <b>Relazione Geologica</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO</b> <b>2024</b> <b>Pag. 50 di 95</b>
--	---	--

$$G_i = \frac{\rho_i}{g} V_{S_i}^2$$

Dove:

g = accelerazione di gravità.

Lo smorzamento  $D$  è in funzione del coefficiente di viscosità del mezzo ed è inversamente proporzionale a  $G$ , secondo la seguente relazione, valida per il  $i$ -esimo strato:

$$D_i = \frac{\eta_i \omega}{2G_i}$$

Dove:

$\omega$  = frequenza circolare  $2\pi f$ ,

$\eta$  = coefficiente di viscosità del mezzo continuo.

L'algoritmo permette di adottare un modello dove la rigidità della molla elastica e la viscosità dello smorzatore sono costanti, ossia un modello lineare elastico; con tale impostazione la rigidità  $G$  (assieme alla velocità delle onde  $S$ ) e lo smorzamento  $D$  non variano durante l'analisi.

Nel caso in esame verrà adottato un modello dove i valori di rigidità e dello smorzamento sono in funzione del campo tensionale e delle conseguenti deformazioni; in questo caso si tratta di un modello lineare equivalente o EQL.

Tale modello fa uso di curve di degradazione o decadimento del modulo di taglio  $G$  e variazione del rapporto di smorzamento le quali rappresentano la variazione della rigidità della molla e della viscosità dello smorzatore al variare delle deformazioni imposte.

La procedura iterativa utilizzata è la seguente:

- vengono calcolate per ogni  $i$ -esimo strato le ampiezze delle onde;
- viene calcolata una funzione di trasferimento delle deformazioni per ogni  $i$ -esimo strato;
- la funzione di trasferimento delle deformazioni viene applicata allo spettro di Fourier di input, definendo così la risposta massima in deformazione per ogni strato;
- per ogni strato, dalla deformazione massima si calcola il rapporto deformativo effettivo, di default il 65% della deformazione massima;

$G$  e  $D$  sono ricalcolati a partire dalla deformazione effettiva e dalle curve di decadimento utilizzate;

i nuovi valori di  $G$  e  $D$  sono paragonati alla precedente iterazione e viene calcolato l'errore. La procedura viene terminata quando l'errore per tutti gli strati è minori della soglia prescelta.

L'approccio EQL costituisce essenzialmente un modello lineare che permette l'approssimazione dei più significativi effetti di un terreno non lineare ed elastico.

**PROGETTAZIONE:**



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)

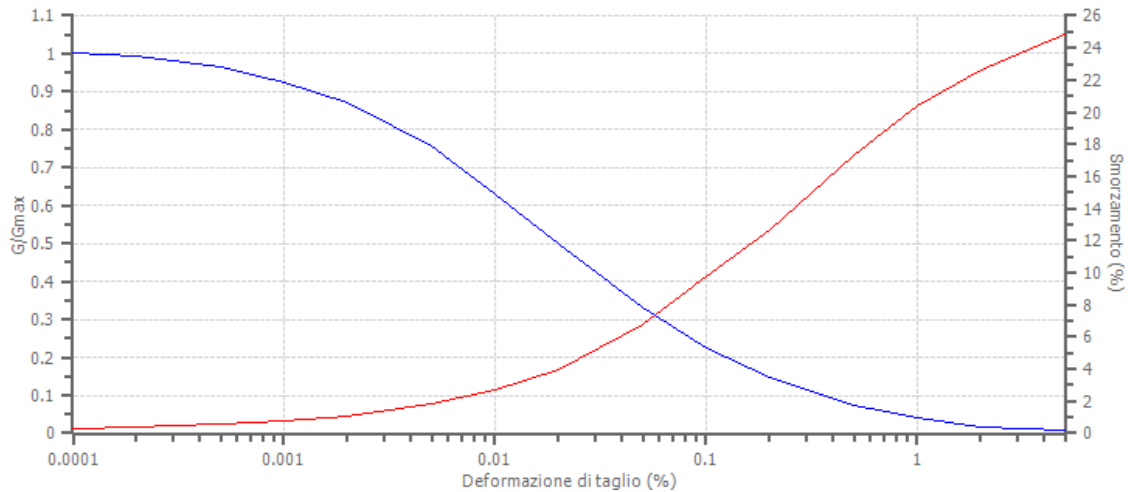




**11.4 PARAMETRI DI INPUT INSERITI IN RSL\_III(2023)**

Un'apposita funzione di RSL\_III permette di definire le tipologie di sismostrati omogenei e le relative proprietà non lineari dei differenti livelli litotecnici.

Per ciascun livello sono state assegnate le coppie di valori Deformazione-G/Gmax e Deformazione-D% per descrivere le rispettive curve di non linearità in base alla curva granulometrica e all'indice di Plasticità.



Di seguito sono riportati gli spettri di risposta elastici nella componente orizzontale derivanti dallo studio di RSL, per tutti lo strati limite SLV per tutti gli aerogeneratori. Nello stesso grafico viene indicato lo spettro medio derivante dal codice di calcolo monodimensionale e il corrispondente spettro normalizzato, a titolo di confronto per ogni stato limite è stato riportato lo spettro elastico di norma da approccio semplificato e corrispondente alla categoria di suolo del sito investigato.

**11.5 AEROGENERATORE WTG01 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)**

**Fattori di amplificazione ICMS 2018**

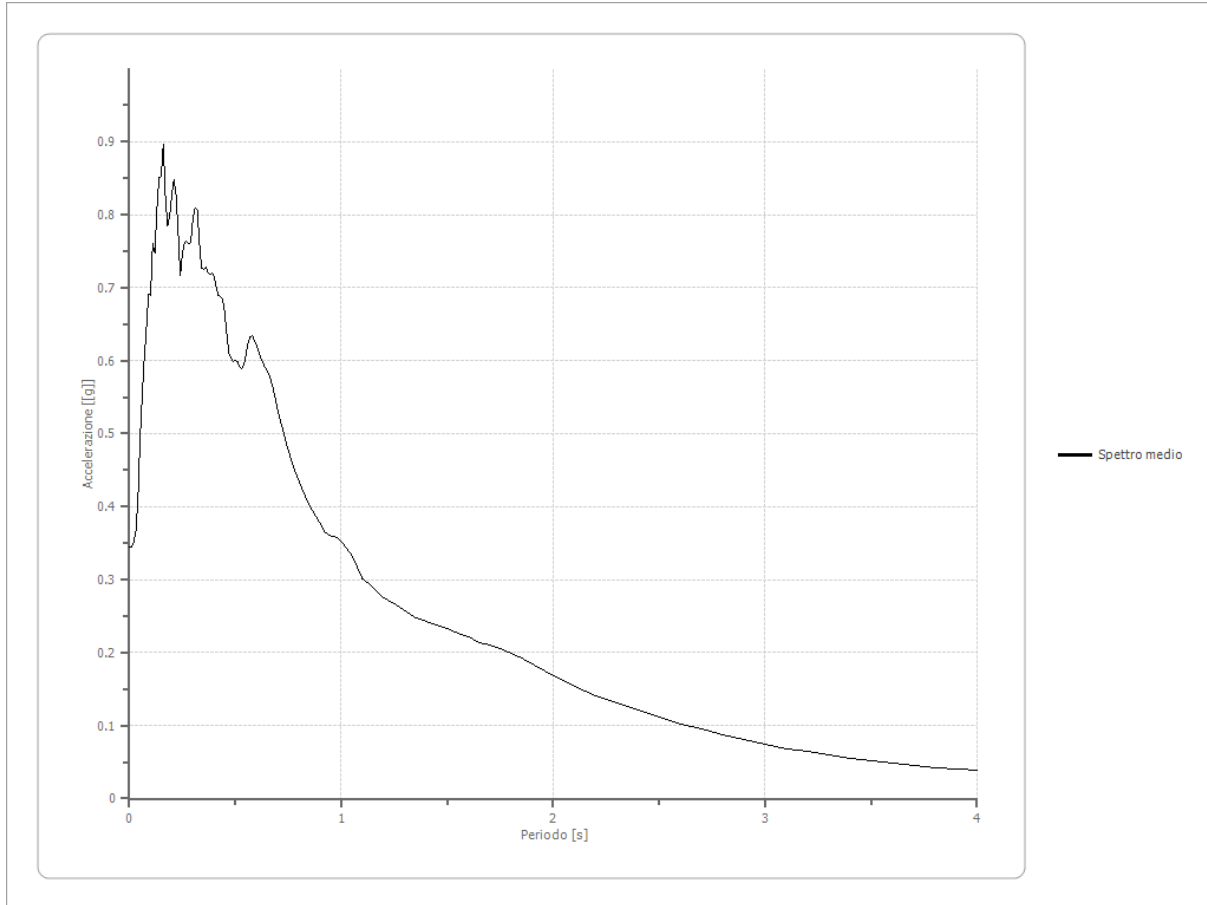
Tai	0.160 [s]
Tvi	1.700 [s]
Tao	0.160 [s]
Tvo	1.700 [s]
Sami	6.803 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.605 [m/s]
Samo	7.764 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.609 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.141 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.007 [-]</b>
TB	0.164 [s]
TC	0.493 [s]
TD	2.861 [s]
SA(0)	0.315 [g]
SA(TB)	0.791 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3442	0.26	0.7624	0.52	0.5921	0.98	0.3572	2.25	0.1362
0.01	0.3442	0.27	0.7635	0.53	0.5887	1.00	0.3534	2.30	0.1311
0.02	0.3514	0.28	0.7609	0.54	0.5941	1.05	0.3336	2.35	0.1261
0.03	0.3657	0.29	0.7626	0.55	0.6090	1.10	0.3017	2.40	0.1212
0.04	0.4057	0.30	0.7959	0.56	0.6245	1.15	0.2892	2.50	0.1116
0.05	0.4901	0.31	0.8089	0.57	0.6321	1.20	0.2751	2.60	0.1023
0.06	0.5509	0.32	0.8074	0.58	0.6337	1.25	0.2673	2.70	0.0947
0.07	0.6030	0.33	0.7634	0.60	0.6211	1.30	0.2580	2.80	0.0871
0.08	0.6427	0.34	0.7271	0.62	0.6035	1.35	0.2476	2.90	0.0804
0.09	0.6907	0.35	0.7245	0.64	0.5907	1.40	0.2429	3.00	0.0741
0.10	0.6891	0.36	0.7281	0.66	0.5817	1.45	0.2383	3.10	0.0687
0.11	0.7601	0.37	0.7211	0.68	0.5601	1.50	0.2330	3.20	0.0640
0.12	0.7470	0.38	0.7184	0.70	0.5323	1.55	0.2271	3.30	0.0596
0.13	0.8098	0.39	0.7194	0.72	0.5092	1.60	0.2215	3.40	0.0556
0.14	0.8506	0.40	0.7144	0.74	0.4875	1.65	0.2138	3.50	0.0520
0.15	0.8532	0.41	0.7006	0.76	0.4669	1.70	0.2096	3.60	0.0486
0.16	0.8966	0.42	0.6889	0.78	0.4491	1.75	0.2050	3.70	0.0454
0.17	0.8240	0.43	0.6875	0.80	0.4349	1.80	0.1993	3.80	0.0428
0.18	0.7849	0.44	0.6853	0.82	0.4209	1.85	0.1924	3.90	0.0405
0.19	0.7976	0.45	0.6651	0.84	0.4074	1.90	0.1846	4.00	0.0383
0.20	0.8261	0.46	0.6337	0.86	0.3970	1.95	0.1769		
0.21	0.8481	0.47	0.6101	0.88	0.3873	2.00	0.1685		
0.22	0.8292	0.48	0.6031	0.90	0.3770	2.05	0.1611		
0.23	0.7767	0.49	0.5986	0.92	0.3653	2.10	0.1538		

**Relazione Geologica**

0.24	0.7167	0.50	0.5999	0.94	0.3615	2.15	0.1472		
0.25	0.7462	0.51	0.5991	0.96	0.3587	2.20	0.1415		

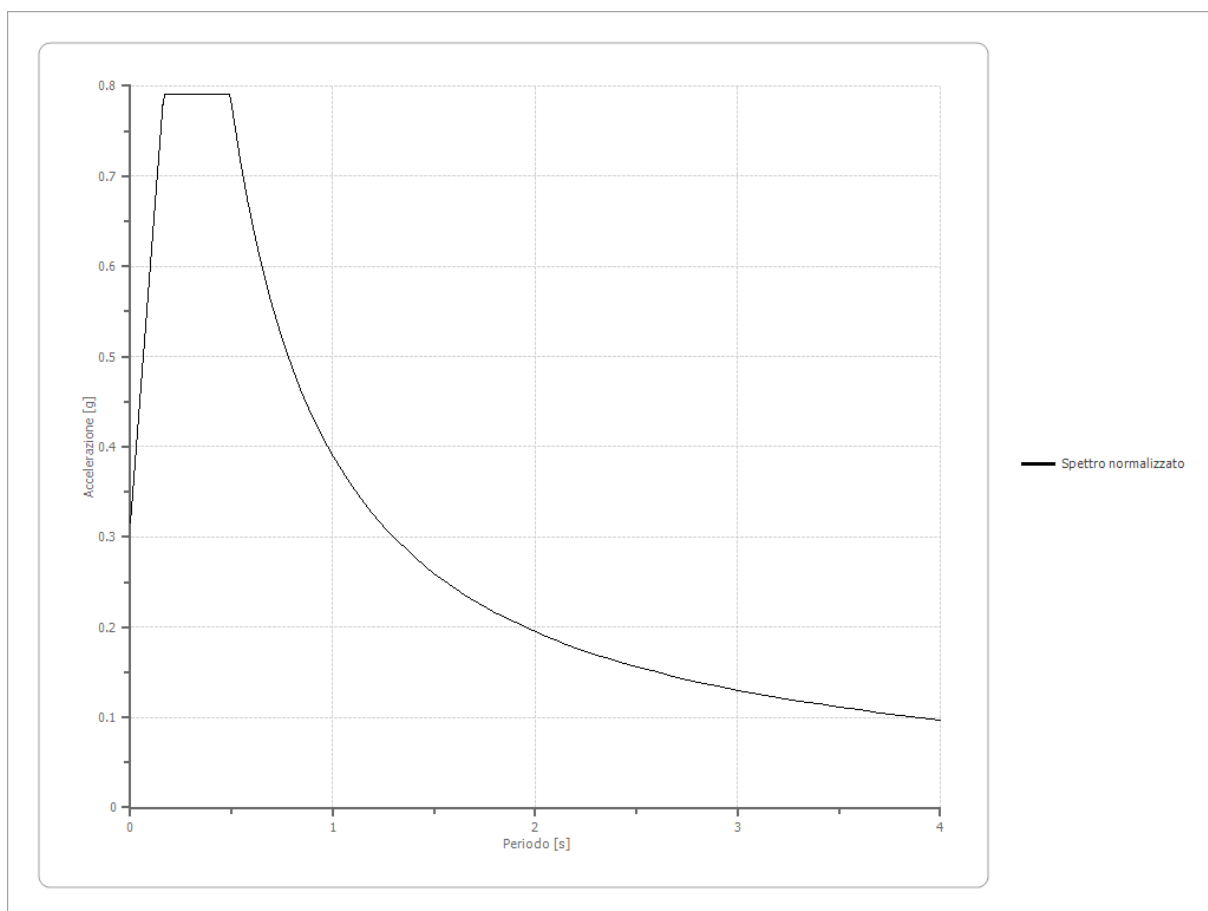


**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3152	0.26	0.7915	0.52	0.7497	0.98	0.3978	2.25	0.1733
0.01	0.3442	0.27	0.7915	0.53	0.7355	1.00	0.3898	2.30	0.1695
0.02	0.3732	0.28	0.7915	0.54	0.7219	1.05	0.3713	2.35	0.1659
0.03	0.4023	0.29	0.7915	0.55	0.7088	1.10	0.3544	2.40	0.1624
0.04	0.4313	0.30	0.7915	0.56	0.6961	1.15	0.3390	2.50	0.1559
0.05	0.4603	0.31	0.7915	0.57	0.6839	1.20	0.3249	2.60	0.1499
0.06	0.4893	0.32	0.7915	0.58	0.6721	1.25	0.3119	2.70	0.1444
0.07	0.5183	0.33	0.7915	0.60	0.6497	1.30	0.2999	2.80	0.1392
0.08	0.5473	0.34	0.7915	0.62	0.6288	1.35	0.2888	2.90	0.1344
0.09	0.5763	0.35	0.7915	0.64	0.6091	1.40	0.2785	3.00	0.1299
0.10	0.6053	0.36	0.7915	0.66	0.5907	1.45	0.2689	3.10	0.1258
0.11	0.6343	0.37	0.7915	0.68	0.5733	1.50	0.2599	3.20	0.1218
0.12	0.6633	0.38	0.7915	0.70	0.5569	1.55	0.2515	3.30	0.1181
0.13	0.6923	0.39	0.7915	0.72	0.5414	1.60	0.2436	3.40	0.1147
0.14	0.7213	0.40	0.7915	0.74	0.5268	1.65	0.2363	3.50	0.1114

**Relazione Geologica**

0.15	0.7503	0.41	0.7915	0.76	0.5129	1.70	0.2293	3.60	0.1083
0.16	0.7793	0.42	0.7915	0.78	0.4998	1.75	0.2228	3.70	0.1054
0.17	0.7915	0.43	0.7915	0.80	0.4873	1.80	0.2166	3.80	0.1026
0.18	0.7915	0.44	0.7915	0.82	0.4754	1.85	0.2107	3.90	0.1000
0.19	0.7915	0.45	0.7915	0.84	0.4641	1.90	0.2052	4.00	0.0975
0.20	0.7915	0.46	0.7915	0.86	0.4533	1.95	0.1999		
0.21	0.7915	0.47	0.7915	0.88	0.4430	2.00	0.1949		
0.22	0.7915	0.48	0.7915	0.90	0.4331	2.05	0.1902		
0.23	0.7915	0.49	0.7915	0.92	0.4237	2.10	0.1856		
0.24	0.7915	0.50	0.7797	0.94	0.4147	2.15	0.1813		
0.25	0.7915	0.51	0.7644	0.96	0.4061	2.20	0.1772		

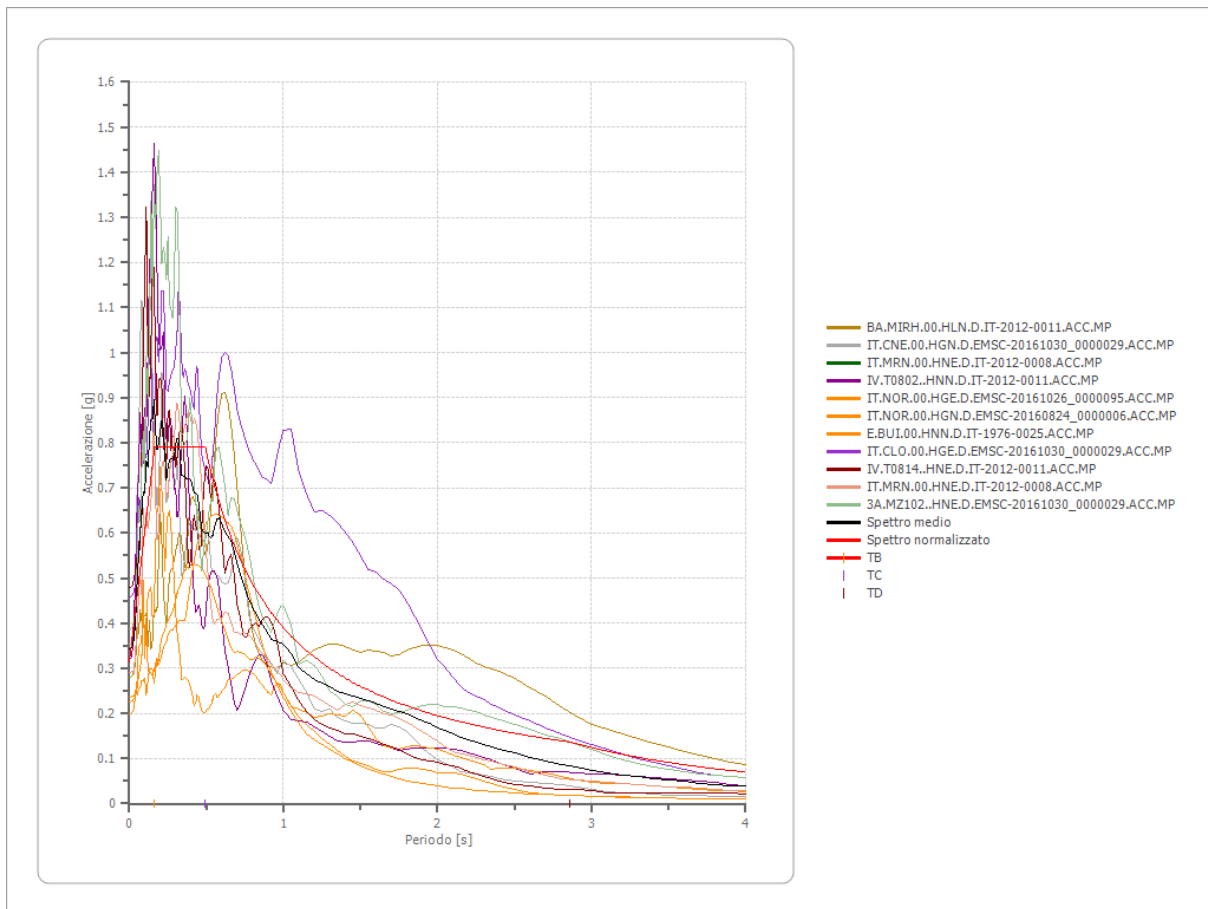


**Parametri spettro normalizzato**

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.315	2.51067	--	0.164	0.493	2.861	0.315	0.791	0.903



**Confronto tra gli spettri**

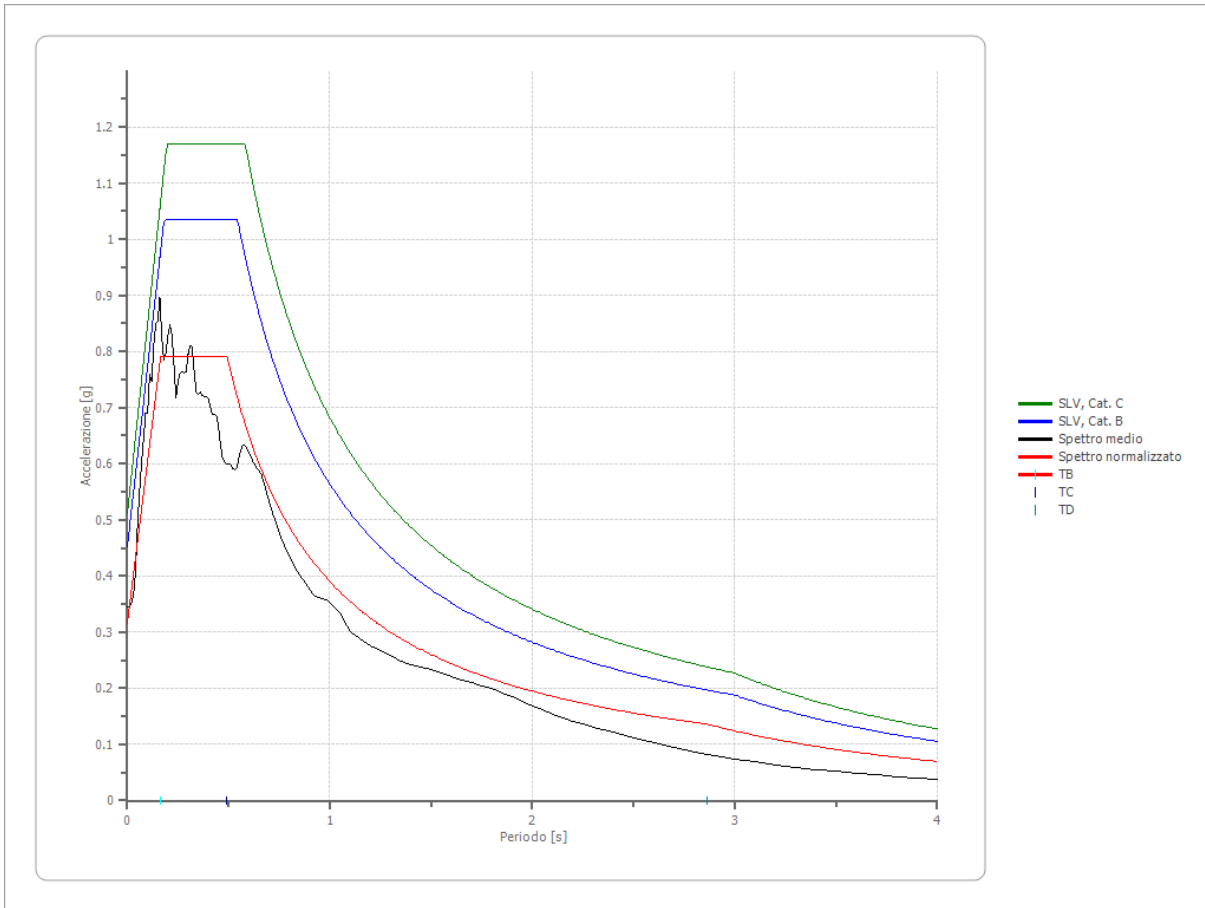


**Confronto spettro normativa**

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguardia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operatività à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	60	101	949	1950	60	101	949	1950
ag [g]	0.087	0.116	0.349	0.460	0.087	0.116	0.349	0.460
Fo	2.322	2.327	2.288	2.349	2.322	2.327	2.288	2.349
Tc* [s]	0.32	0.334	0.415	0.429	0.32	0.334	0.415	0.429
Ss	1.50	1.50	1.22	1.05	1.20	1.20	1.08	1.00
St	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.53	1.51	1.40	1.39	1.38	1.37	1.31	1.30
TB [s]	0.163	0.168	0.194	0.199	0.147	0.152	0.181	0.186
TC [s]	0.489	0.504	0.582	0.596	0.442	0.457	0.544	0.559
TD [s]	1.948	2.064	2.996	3.440	1.948	2.064	2.996	3.440
Se(0) [g]	0.157	0.209	0.511	0.581	0.125	0.167	0.453	0.552
Se(TB)	0.364	0.486	1.170	1.364	0.291	0.389	1.035	1.297

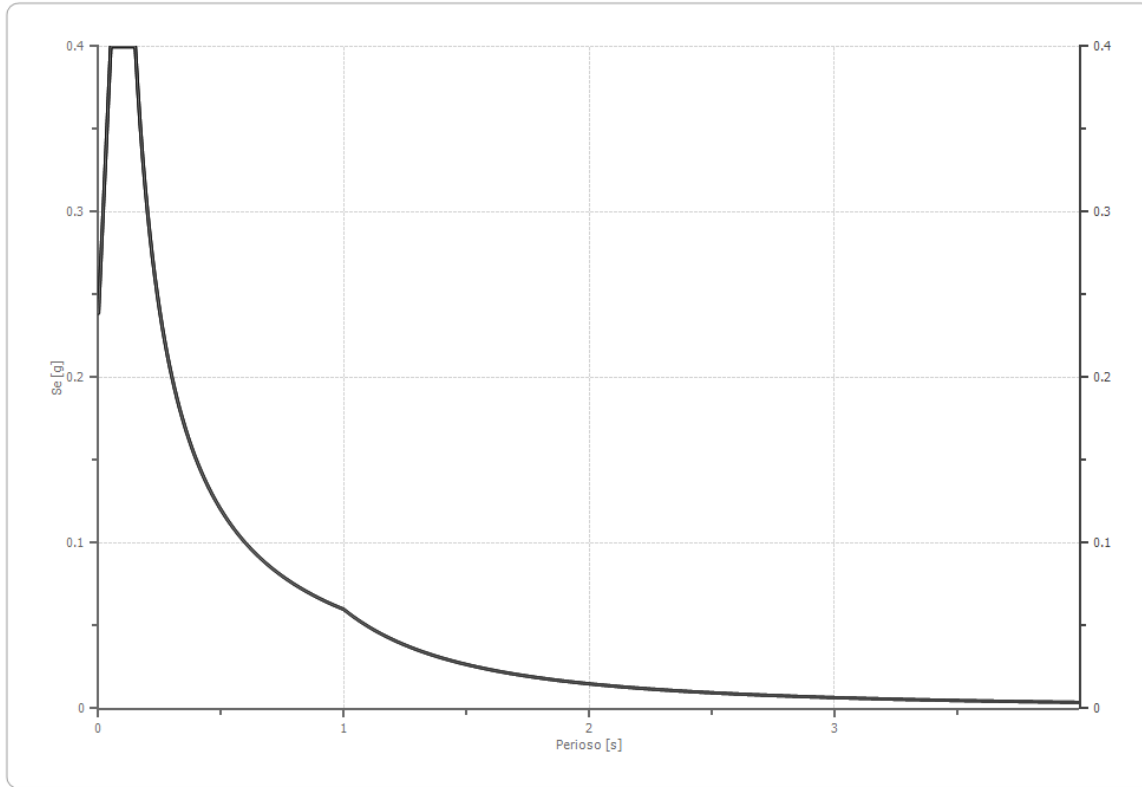
[g]



**Spettro verticale di progetto**

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.315	2.511	0.150	1.903	1.5	0.050	0.150	1.000	0.239	0.400

Spettro verticale di progetto



PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

[info@egmproject.it](mailto:info@egmproject.it) - [egmproject@pec.it](mailto:egmproject@pec.it)



## 11.6 AEROGENERATORI WTG03 E 08 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

### Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.160	[s]
Tvi	1.700	[s]
Tao	0.310	[s]
Tvo	0.680	[s]
Sami	6.803	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.605	[m/s]
Samo	8.947	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.676	[m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.315</b>	<b>[-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.118</b>	<b>[-]</b>
TB	0.158	[s]
TC	0.475	[s]
TD	2.937	[s]
SA(0)	0.334	[g]
SA(TB)	0.912	[g]

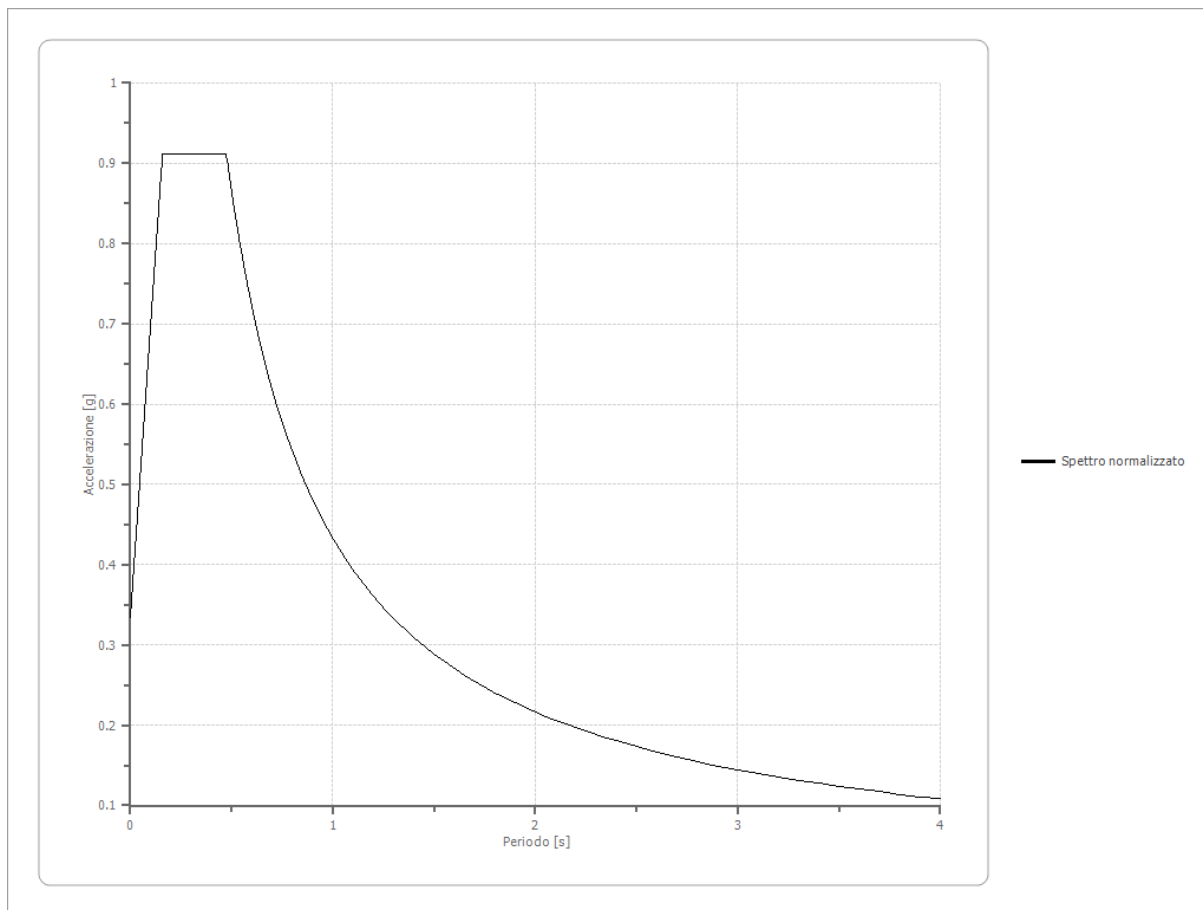
### Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3344	0.26	0.9120	0.52	0.8326	0.98	0.4418	2.25	0.1924
0.01	0.3709	0.27	0.9120	0.53	0.8169	1.00	0.4330	2.30	0.1882
0.02	0.4074	0.28	0.9120	0.54	0.8018	1.05	0.4124	2.35	0.1842
0.03	0.4439	0.29	0.9120	0.55	0.7872	1.10	0.3936	2.40	0.1804
0.04	0.4804	0.30	0.9120	0.56	0.7732	1.15	0.3765	2.50	0.1732
0.05	0.5169	0.31	0.9120	0.57	0.7596	1.20	0.3608	2.60	0.1665
0.06	0.5534	0.32	0.9120	0.58	0.7465	1.25	0.3464	2.70	0.1604
0.07	0.5899	0.33	0.9120	0.60	0.7216	1.30	0.3331	2.80	0.1546
0.08	0.6264	0.34	0.9120	0.62	0.6983	1.35	0.3207	2.90	0.1493
0.09	0.6629	0.35	0.9120	0.64	0.6765	1.40	0.3093	3.00	0.1443
0.10	0.6994	0.36	0.9120	0.66	0.6560	1.45	0.2986	3.10	0.1397
0.11	0.7359	0.37	0.9120	0.68	0.6367	1.50	0.2886	3.20	0.1353
0.12	0.7724	0.38	0.9120	0.70	0.6185	1.55	0.2793	3.30	0.1312
0.13	0.8089	0.39	0.9120	0.72	0.6013	1.60	0.2706	3.40	0.1273
0.14	0.8454	0.40	0.9120	0.74	0.5851	1.65	0.2624	3.50	0.1237
0.15	0.8819	0.41	0.9120	0.76	0.5697	1.70	0.2547	3.60	0.1203
0.16	0.9120	0.42	0.9120	0.78	0.5551	1.75	0.2474	3.70	0.1170
0.17	0.9120	0.43	0.9120	0.80	0.5412	1.80	0.2405	3.80	0.1139
0.18	0.9120	0.44	0.9120	0.82	0.5280	1.85	0.2340	3.90	0.1110
0.19	0.9120	0.45	0.9120	0.84	0.5154	1.90	0.2279	4.00	0.1082
0.20	0.9120	0.46	0.9120	0.86	0.5035	1.95	0.2220		
0.21	0.9120	0.47	0.9120	0.88	0.4920	2.00	0.2165		
0.22	0.9120	0.48	0.9020	0.90	0.4811	2.05	0.2112		
0.23	0.9120	0.49	0.8836	0.92	0.4706	2.10	0.2062		
0.24	0.9120	0.50	0.8659	0.94	0.4606	2.15	0.2014		



**RELAZIONE GEOLOGICA**

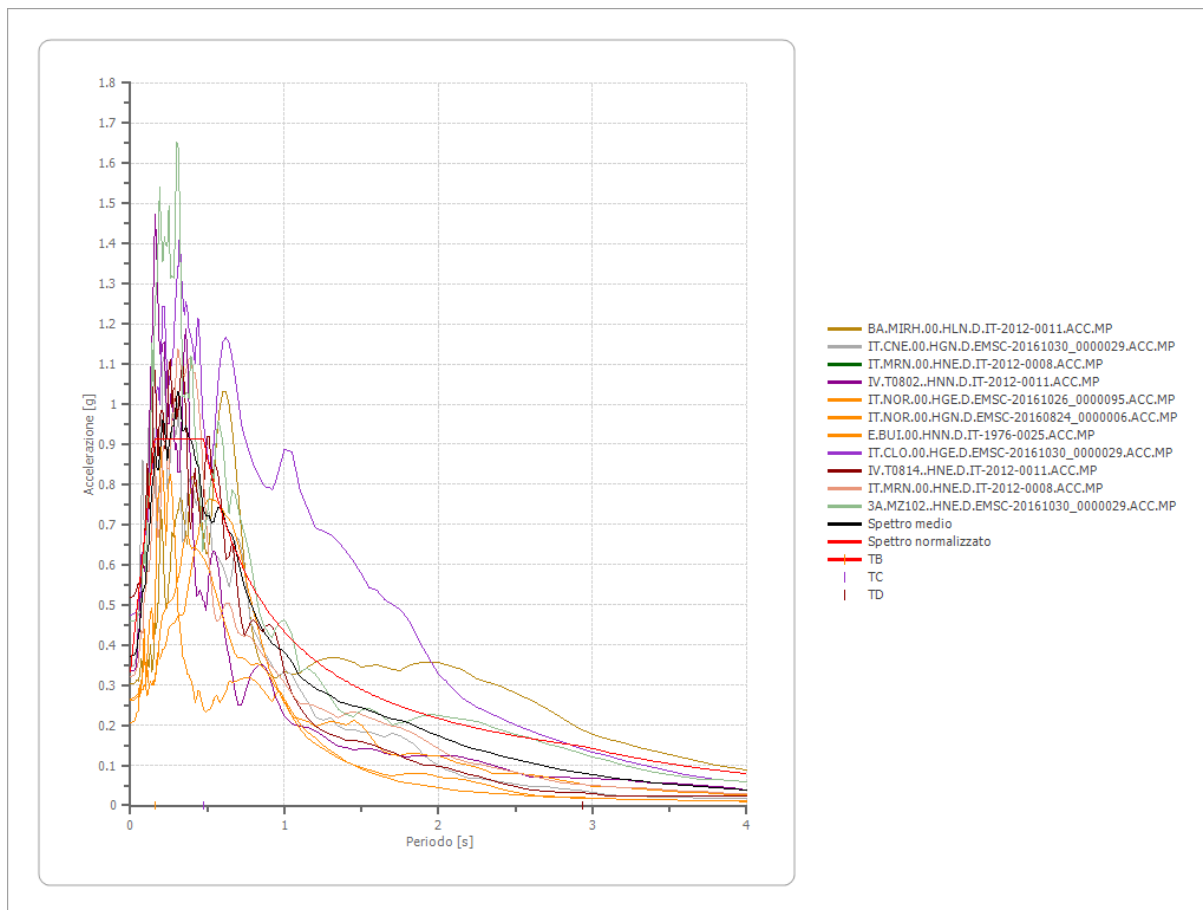
0.25	0.9120	0.51	0.8490	0.96	0.4510	2.20	0.1968		
------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	--	--



**Parametri spettro normalizzato**

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.334	2.727753	--	0.158	0.475	2.937	0.334	0.912	0.958

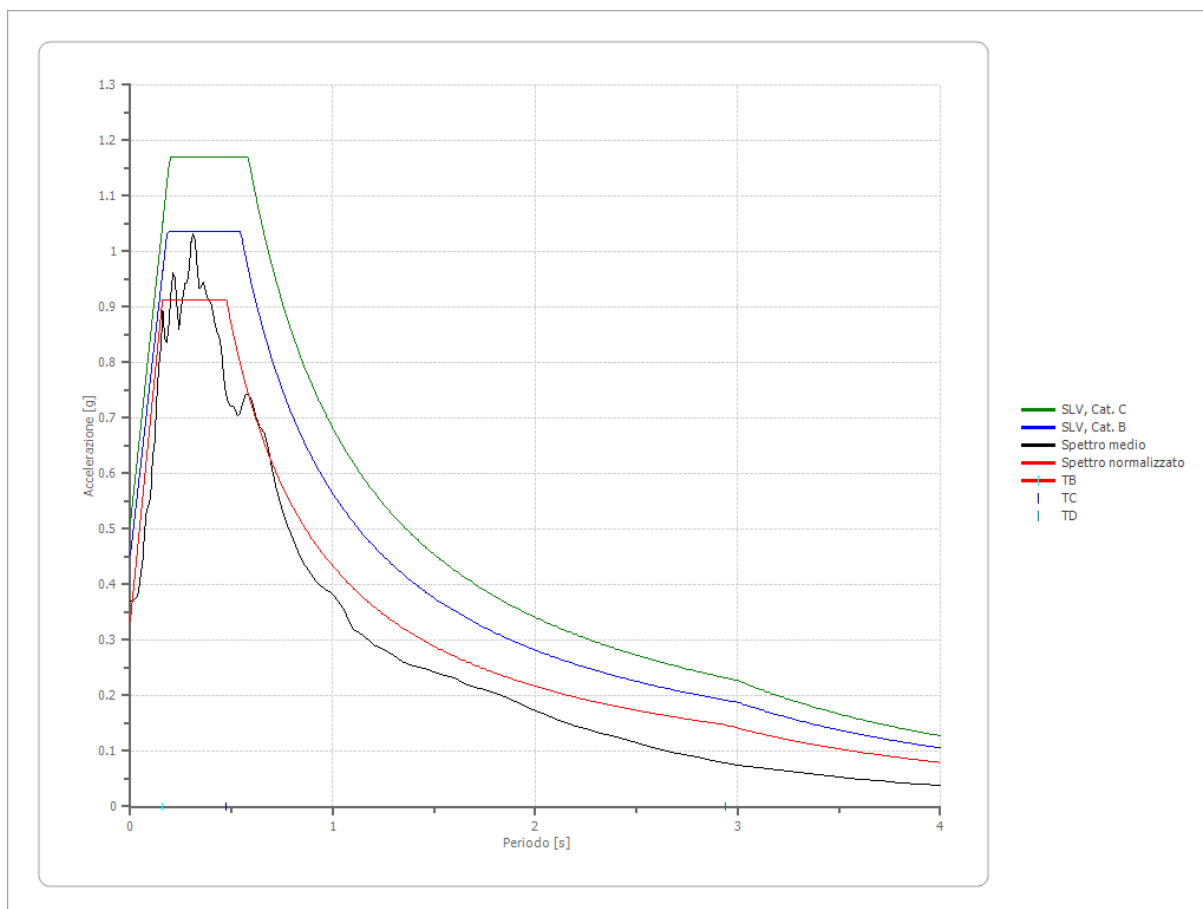
**Confronto tra gli spettri**



**Confronto spettro normativa**

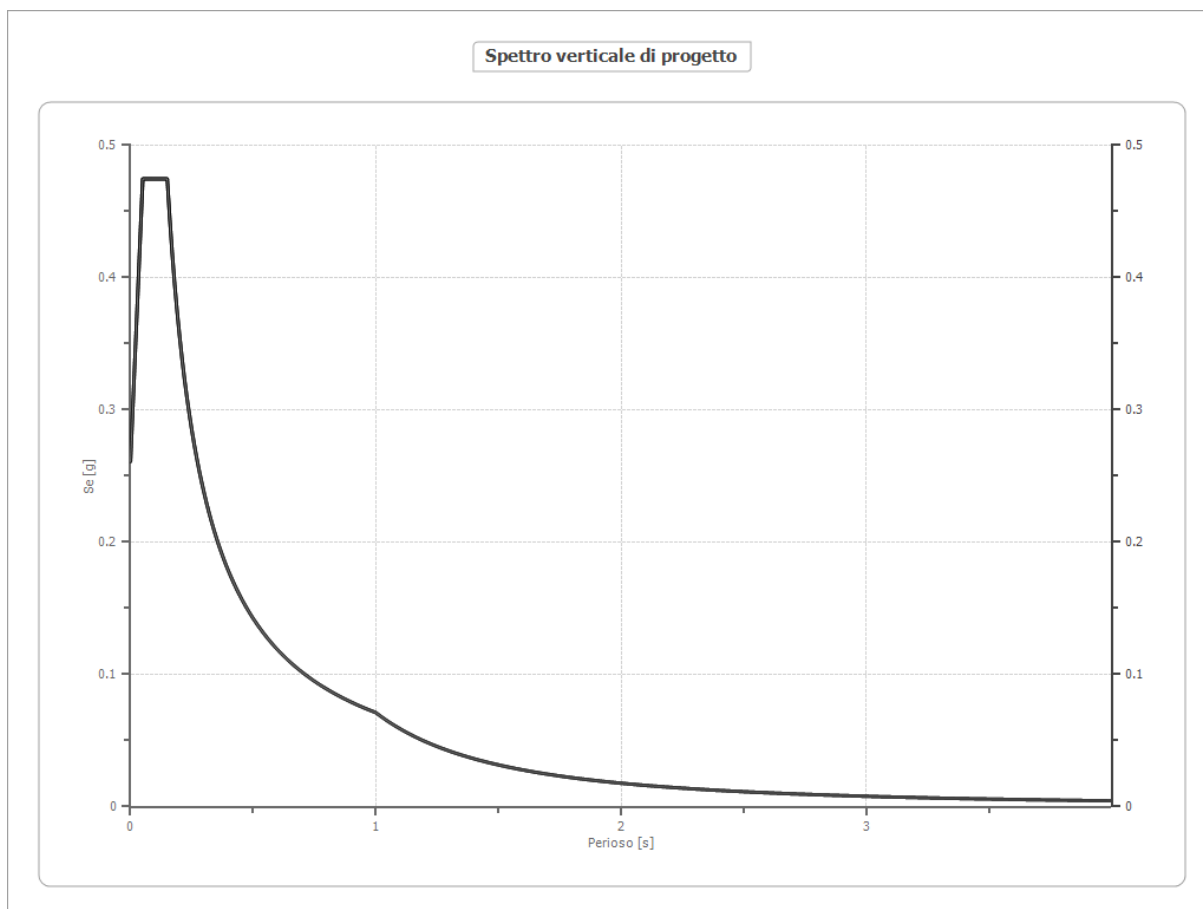
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguardia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operatività à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	60	101	949	1950	60	101	949	1950
ag [g]	0.087	0.116	0.349	0.460	0.087	0.116	0.349	0.460
Fo	2.322	2.327	2.288	2.349	2.322	2.327	2.288	2.349
Tc* [s]	0.32	0.334	0.415	0.429	0.32	0.334	0.415	0.429
Ss	1.50	1.50	1.22	1.05	1.20	1.20	1.08	1.00
St	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.53	1.51	1.40	1.39	1.38	1.37	1.31	1.30
TB [s]	0.163	0.168	0.194	0.199	0.147	0.152	0.181	0.186
TC [s]	0.489	0.504	0.582	0.596	0.442	0.457	0.544	0.559
TD [s]	1.948	2.064	2.996	3.440	1.948	2.064	2.996	3.440
Se(0) [g]	0.157	0.209	0.511	0.581	0.125	0.167	0.453	0.552
Se(TB) [g]	0.364	0.486	1.170	1.364	0.291	0.389	1.035	1.297



**Spettro verticale di progetto**

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.334	2.728	0.150	2.129	1.5	0.050	0.150	1.000	0.261	0.475





11.8 AEROGENERATORE WTG02-4-5-6-7-9-10 STRATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA  
(SLV)

Fattori di amplificazione ICMS 2018

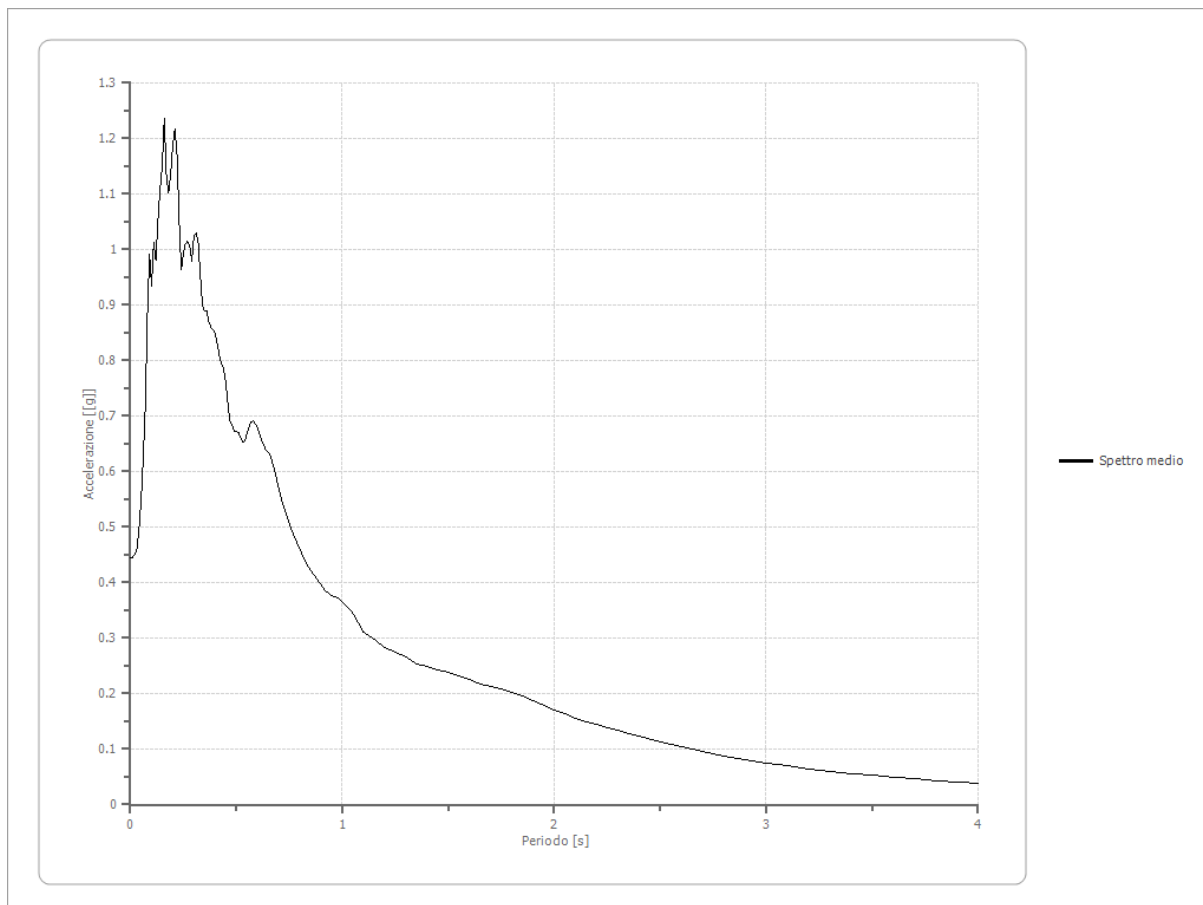
Tai	0.160 [s]
Tvi	1.700 [s]
Tao	0.160 [s]
Tvo	0.680 [s]
Sami	6.803 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.605 [m/s]
Samo	10.660 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.640 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.567 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.059 [-]</b>
TB	0.126 [s]
TC	0.378 [s]
TD	3.155 [s]
SA(0)	0.389 [g]
SA(TB)	1.087 [g]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.4442	0.26	1.0096	0.52	0.6619	0.98	0.3715	2.25	0.1383
0.01	0.4442	0.27	1.0141	0.53	0.6526	1.00	0.3667	2.30	0.1332
0.02	0.4501	0.28	1.0066	0.54	0.6560	1.05	0.3439	2.35	0.1281
0.03	0.4595	0.29	0.9789	0.55	0.6690	1.10	0.3108	2.40	0.1229
0.04	0.4907	0.30	1.0250	0.56	0.6816	1.15	0.2980	2.50	0.1130
0.05	0.5443	0.31	1.0304	0.57	0.6900	1.20	0.2831	2.60	0.1035
0.06	0.6216	0.32	1.0124	0.58	0.6905	1.25	0.2747	2.70	0.0956
0.07	0.7119	0.33	0.9537	0.60	0.6785	1.30	0.2654	2.80	0.0879
0.08	0.8784	0.34	0.8970	0.62	0.6543	1.35	0.2534	2.90	0.0811
0.09	0.9912	0.35	0.8896	0.64	0.6393	1.40	0.2483	3.00	0.0749
0.10	0.9334	0.36	0.8889	0.66	0.6294	1.45	0.2435	3.10	0.0695
0.11	1.0127	0.37	0.8703	0.68	0.6016	1.50	0.2381	3.20	0.0648
0.12	0.9800	0.38	0.8599	0.70	0.5700	1.55	0.2323	3.30	0.0602
0.13	1.0528	0.39	0.8550	0.72	0.5406	1.60	0.2260	3.40	0.0562
0.14	1.1095	0.40	0.8495	0.74	0.5174	1.65	0.2179	3.50	0.0526
0.15	1.1493	0.41	0.8295	0.76	0.4962	1.70	0.2126	3.60	0.0492
0.16	1.2365	0.42	0.8077	0.78	0.4764	1.75	0.2083	3.70	0.0460
0.17	1.1326	0.43	0.7930	0.80	0.4594	1.80	0.2022	3.80	0.0433
0.18	1.1018	0.44	0.7860	0.82	0.4423	1.85	0.1951	3.90	0.0410
0.19	1.1358	0.45	0.7620	0.84	0.4276	1.90	0.1868	4.00	0.0388
0.20	1.1877	0.46	0.7213	0.86	0.4167	1.95	0.1791		
0.21	1.2177	0.47	0.6924	0.88	0.4069	2.00	0.1708		
0.22	1.1717	0.48	0.6831	0.90	0.3965	2.05	0.1633		

**RELAZIONE GEOLOGICA**

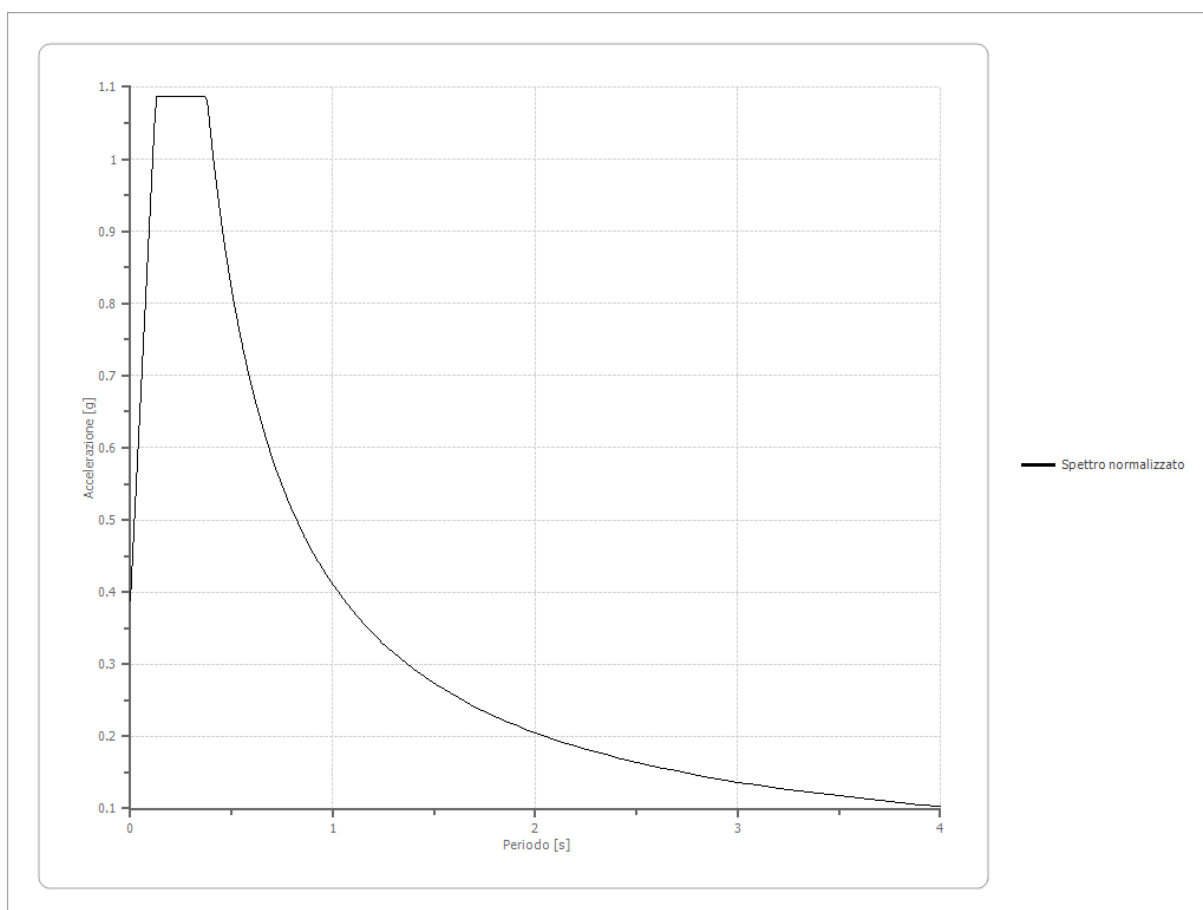
0.23	1.0533	0.49	0.6731	0.92	0.3845	2.10	0.1558		
0.24	0.9634	0.50	0.6728	0.94	0.3788	2.15	0.1493		
0.25	0.9940	0.51	0.6712	0.96	0.3742	2.20	0.1436		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3887	0.26	1.0867	0.52	0.7889	0.98	0.4186	2.25	0.1823
0.01	0.4442	0.27	1.0867	0.53	0.7740	1.00	0.4102	2.30	0.1784
0.02	0.4997	0.28	1.0867	0.54	0.7597	1.05	0.3907	2.35	0.1746
0.03	0.5551	0.29	1.0867	0.55	0.7459	1.10	0.3729	2.40	0.1709
0.04	0.6106	0.30	1.0867	0.56	0.7326	1.15	0.3567	2.50	0.1641
0.05	0.6661	0.31	1.0867	0.57	0.7197	1.20	0.3419	2.60	0.1578
0.06	0.7215	0.32	1.0867	0.58	0.7073	1.25	0.3282	2.70	0.1519
0.07	0.7770	0.33	1.0867	0.60	0.6837	1.30	0.3156	2.80	0.1465
0.08	0.8325	0.34	1.0867	0.62	0.6617	1.35	0.3039	2.90	0.1415
0.09	0.8879	0.35	1.0867	0.64	0.6410	1.40	0.2930	3.00	0.1367
0.10	0.9434	0.36	1.0867	0.66	0.6216	1.45	0.2829	3.10	0.1323
0.11	0.9989	0.37	1.0867	0.68	0.6033	1.50	0.2735	3.20	0.1282
0.12	1.0543	0.38	1.0796	0.70	0.5860	1.55	0.2647	3.30	0.1243
0.13	1.0867	0.39	1.0519	0.72	0.5698	1.60	0.2564	3.40	0.1207
0.14	1.0867	0.40	1.0256	0.74	0.5544	1.65	0.2486	3.50	0.1172

0.15	1.0867	0.41	1.0006	0.76	0.5398	1.70	0.2413	3.60	0.1140
0.16	1.0867	0.42	0.9767	0.78	0.5259	1.75	0.2344	3.70	0.1109
0.17	1.0867	0.43	0.9540	0.80	0.5128	1.80	0.2279	3.80	0.1080
0.18	1.0867	0.44	0.9323	0.82	0.5003	1.85	0.2217	3.90	0.1052
0.19	1.0867	0.45	0.9116	0.84	0.4884	1.90	0.2159	4.00	0.1026
0.20	1.0867	0.46	0.8918	0.86	0.4770	1.95	0.2104		
0.21	1.0867	0.47	0.8728	0.88	0.4662	2.00	0.2051		
0.22	1.0867	0.48	0.8546	0.90	0.4558	2.05	0.2001		
0.23	1.0867	0.49	0.8372	0.92	0.4459	2.10	0.1953		
0.24	1.0867	0.50	0.8205	0.94	0.4364	2.15	0.1908		
0.25	1.0867	0.51	0.8044	0.96	0.4273	2.20	0.1865		

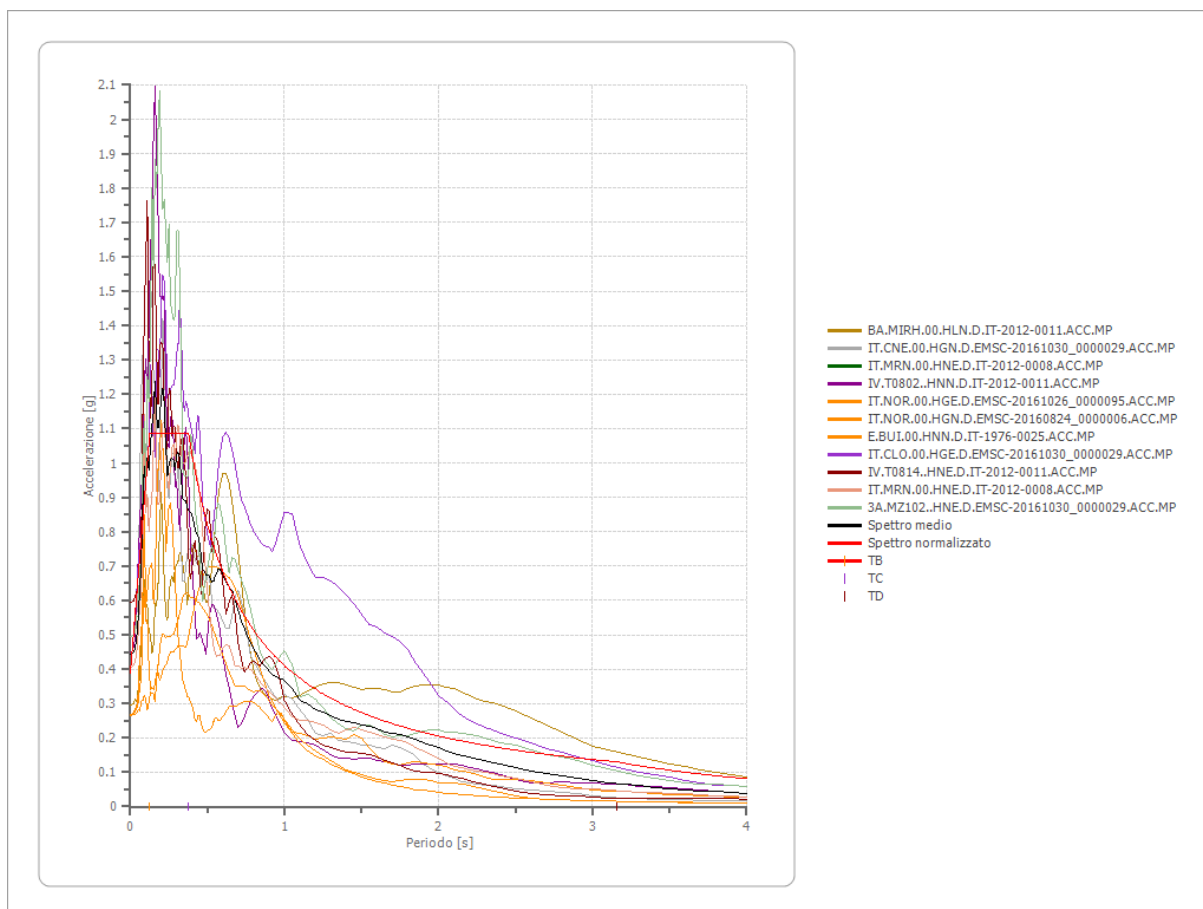


Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.389	2.795422	--	0.126	0.378	3.155	0.389	1.087	1.114

Confronto tra gli spettri

**RELAZIONE GEOLOGICA**

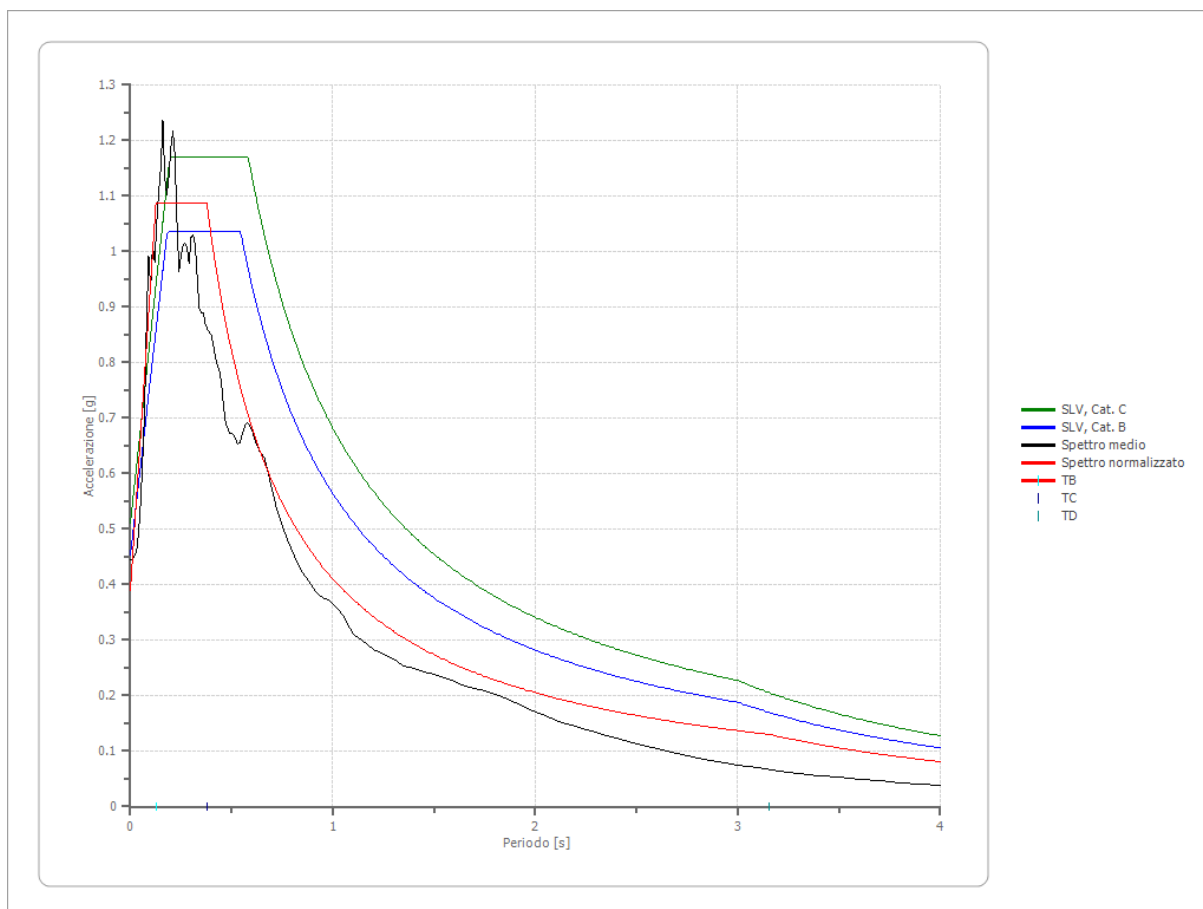


Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

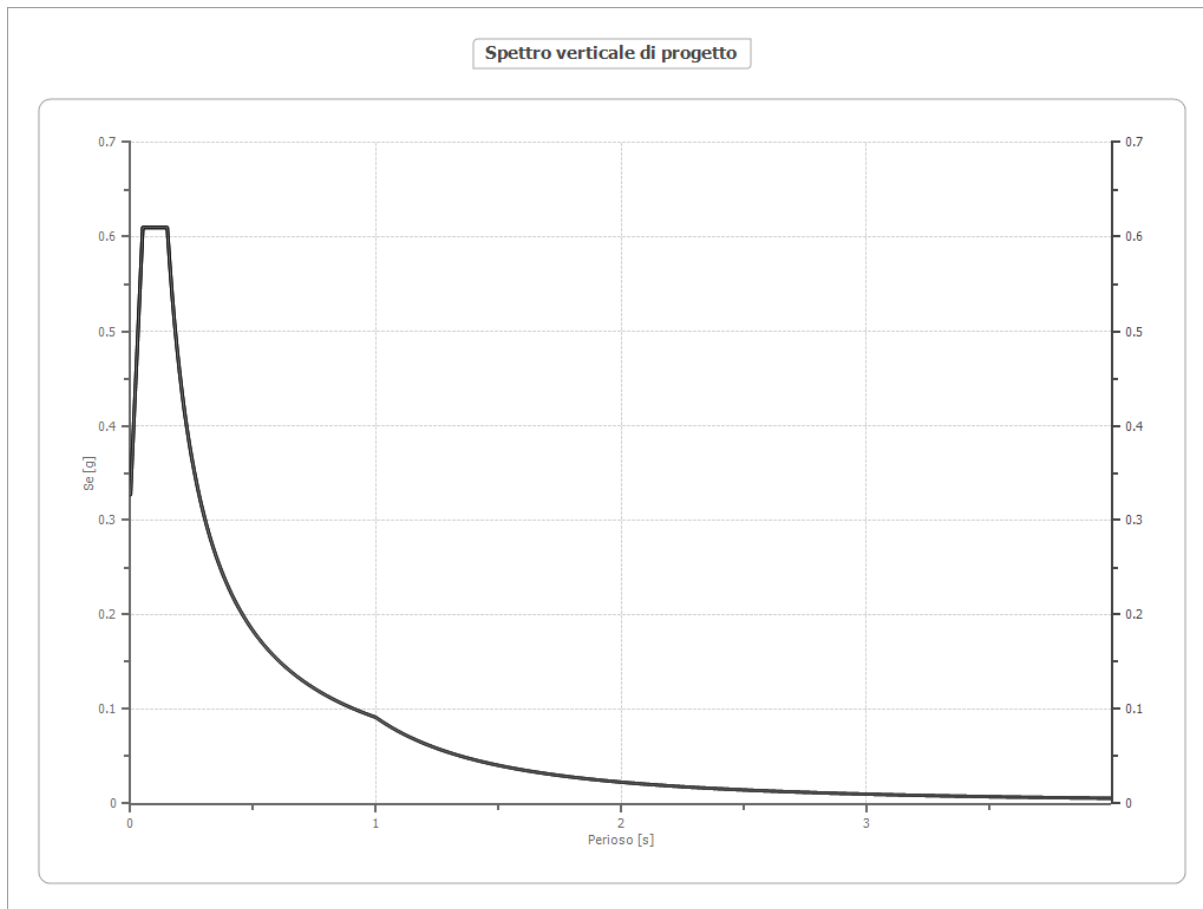
	Operatività à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvanguard ia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operatività à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvanguard ia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	60	101	949	1950	60	101	949	1950
ag [g]	0.087	0.116	0.349	0.460	0.087	0.116	0.349	0.460
Fo	2.322	2.327	2.288	2.349	2.322	2.327	2.288	2.349
Tc* [s]	0.32	0.334	0.415	0.429	0.32	0.334	0.415	0.429
Ss	1.50	1.50	1.22	1.05	1.20	1.20	1.08	1.00
St	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.53	1.51	1.40	1.39	1.38	1.37	1.31	1.30
TB [s]	0.163	0.168	0.194	0.199	0.147	0.152	0.181	0.186
TC [s]	0.489	0.504	0.582	0.596	0.442	0.457	0.544	0.559
TD [s]	1.948	2.064	2.996	3.440	1.948	2.064	2.996	3.440
Se(0) [g]	0.157	0.209	0.511	0.581	0.125	0.167	0.453	0.552
Se(TB) [g]	0.364	0.486	1.170	1.364	0.291	0.389	1.035	1.297





Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.389	2.795	0.150	2.353	1.5	0.050	0.150	1.000	0.327	0.610



## 12. VERIFICHE DI STABILITÀ

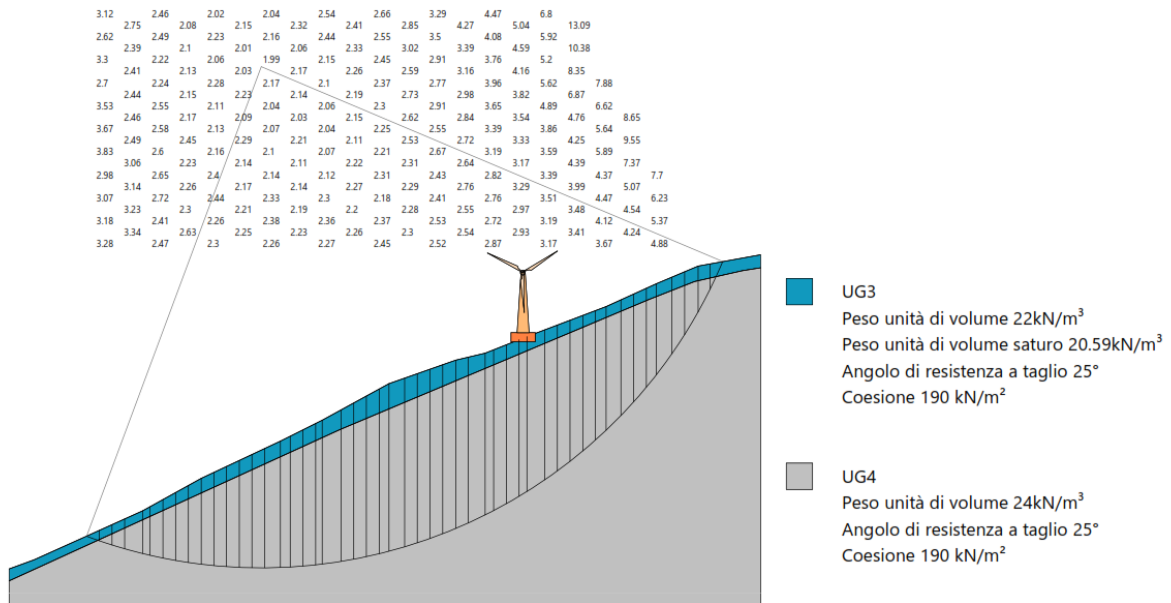
Le verifiche sono state eseguite utilizzando il programma Slope, nelle seguenti condizioni:

- Applicando le Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 utilizzando l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2);
- Allo stato attuale e alla condizione post operam inserendo un carico uniformemente distribuito pari a 120KN/m<sup>3</sup> per simulare il peso dell'aerogeneratore ;
- assumendo che il versante risulta essere stabile con un fattore di sicurezza >1.1 in condizioni dinamiche.
- Considerando la categoria sismica del terreno C come emerso dallo studio della risposta sismica locale

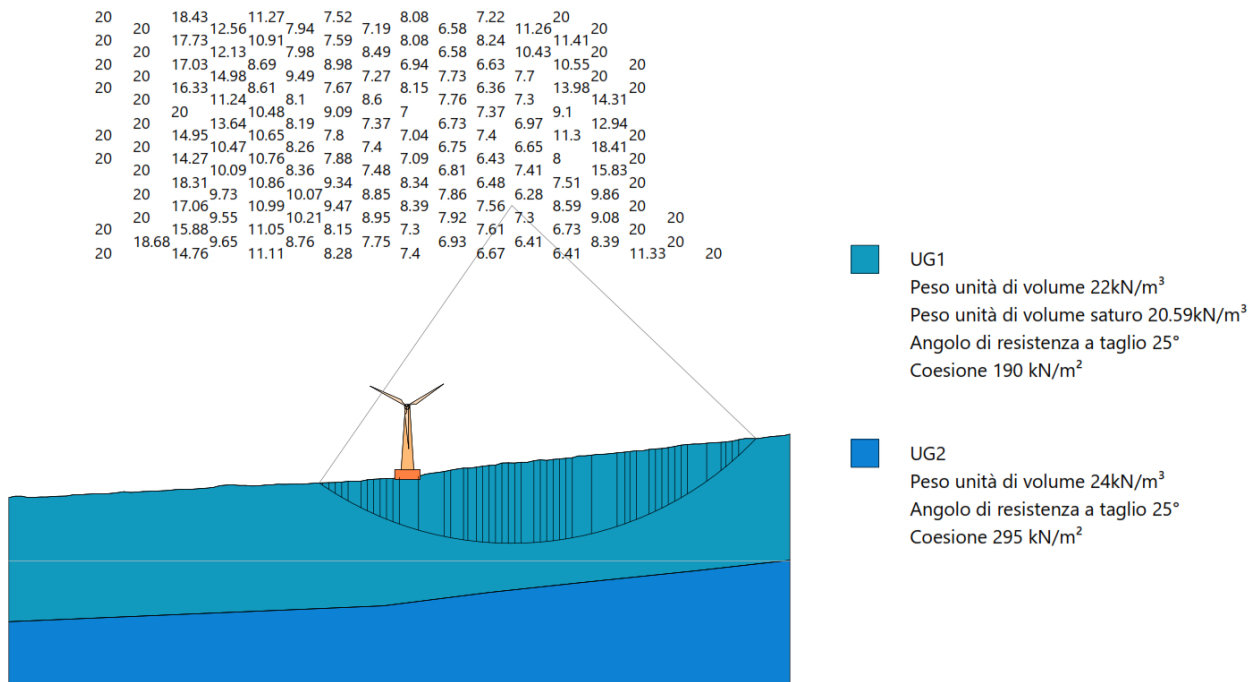
AEROGENERATORE	SEZIONE	Fattore di Sicurezza ANTE OPERAM
WTG01	1	1.98
WTG02	2	6.28
WTG03	3	3.57
WTG04	4	4.18
WTG05	5	5.48
WTG06	6	5.52
WTG07	7	3.12
WTG08	8	3.00
WTG09	9	4.01
WTG10	10	3.60

Come si evince dai dati riportati in tabella il fattore di sicurezza nella condizione ante operam che nella condizione post operam il valore del fattore di sicurezza risulta essere sempre molto maggiore all'unità. Infatti, anche se si registra una diminuzione del fattore di sicurezza tra la condizione ante operam e quella post operam questo risulta essere sempre molto superiore alla condizione di equilibrio minimo.

**RELAZIONE GEOLOGICA**



**Sezione 1 ante operam WTG1**



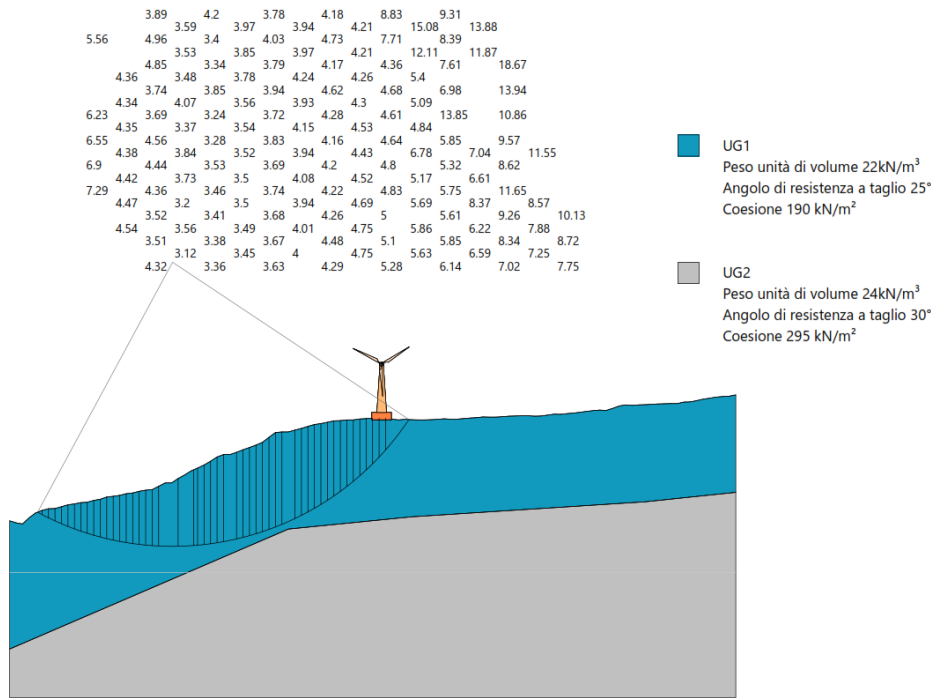
**Sezione 2 ante operam WTG2**



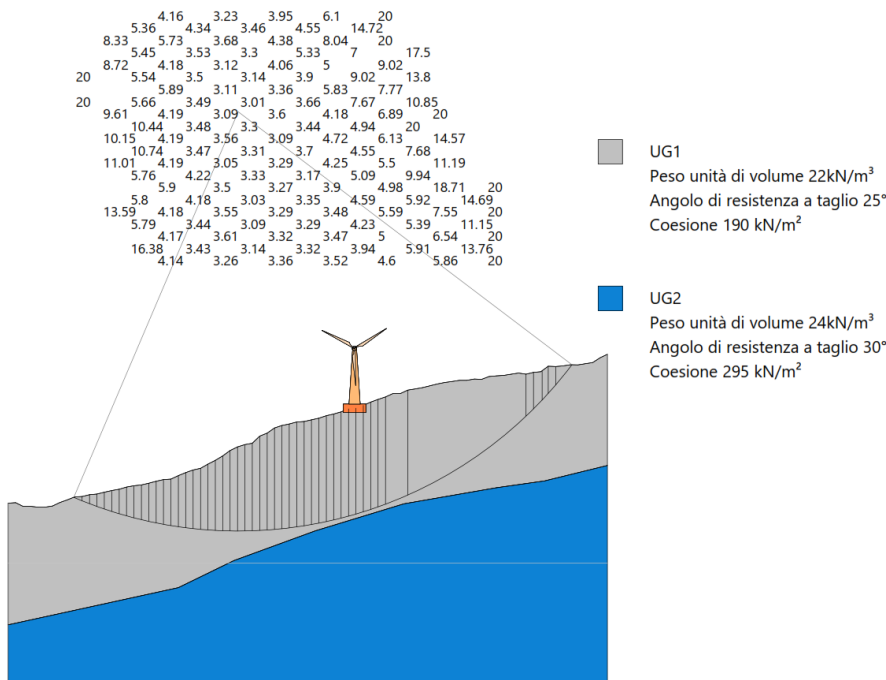




**RELAZIONE GEOLOGICA**

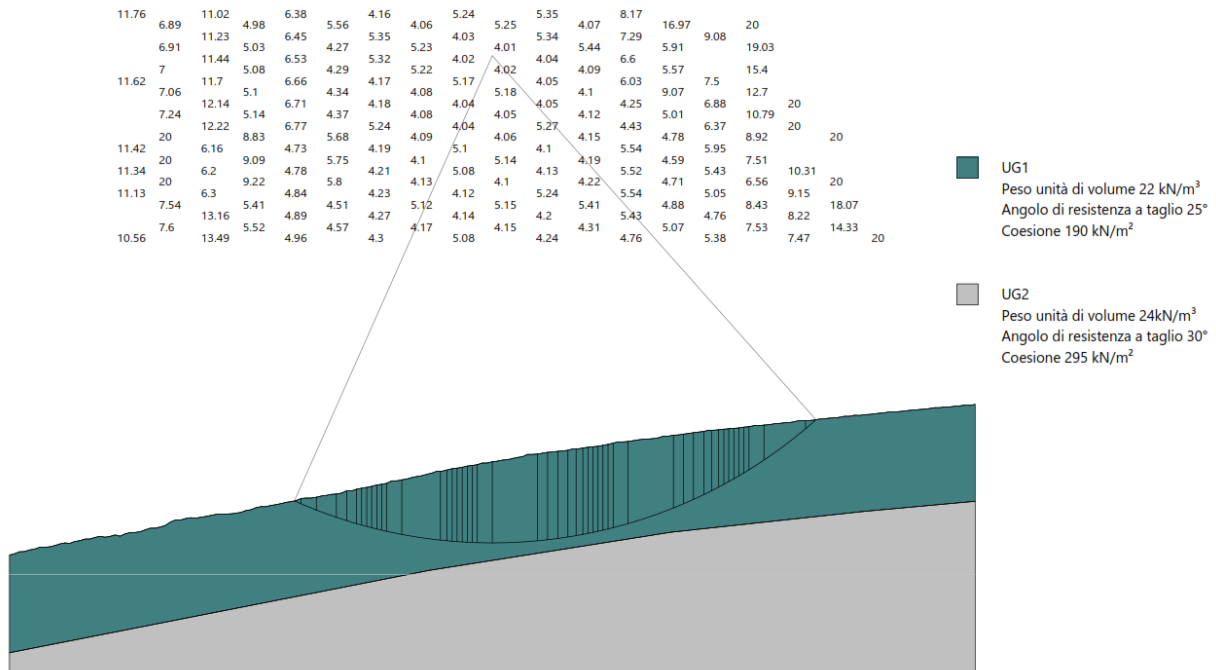


Sezione 7 ante operam WTG7

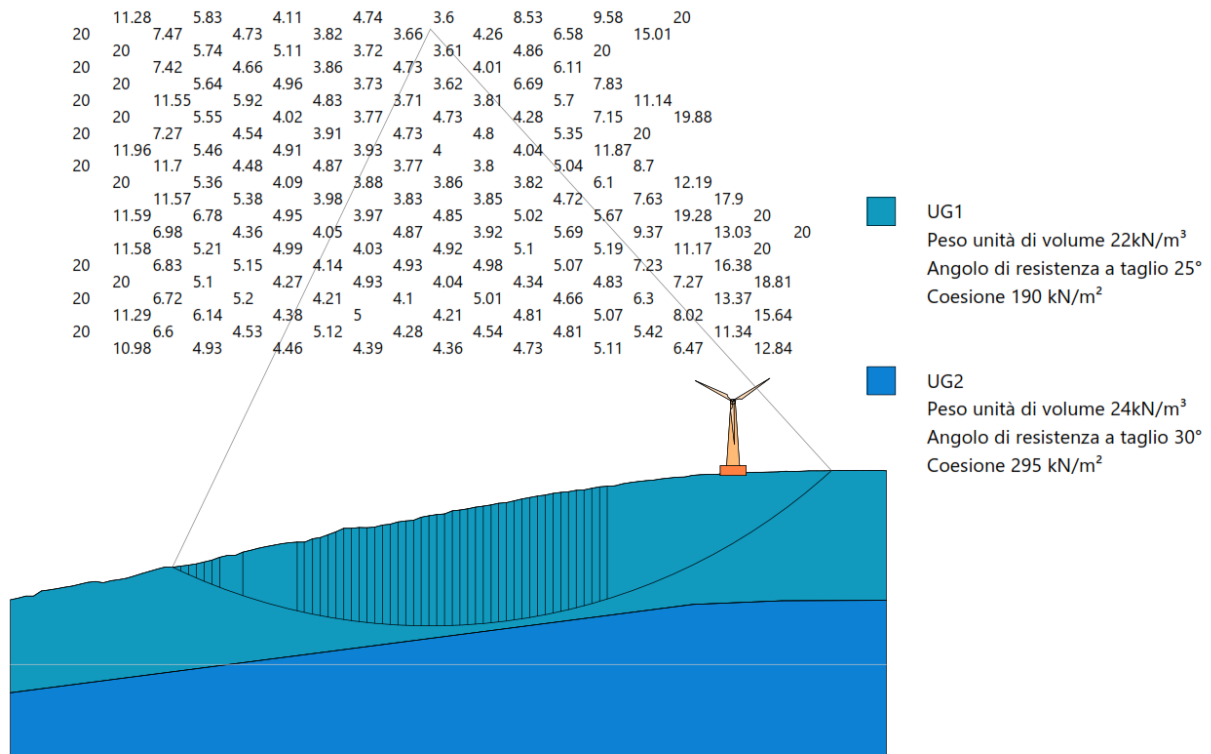


Sezione 8 ante operam WTG8

**RELAZIONE GEOLOGICA**




**Sezione 9 ante operam WTG9**



**Sezione 10 ante operam WTG10**

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato "Verifiche di stabilità del versante."

	<p><b>"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI PESCOPIAGANO (PZ) DENOMINATO "SAETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 72 MW"</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOLOGICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>MAGGIO 2023</b></p> <p><b>Pag. 75 di 95</b></p>
--	--	--

### 13. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$t = c + (S_{v0} - u) \tan \varphi$$

dove:

c = coesione del terreno

$S_{v0}$  = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine  $z_{SEP}$

u = pressione interstiziale dell'acqua  $z_{SEP}$

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno,

È evidente che la grandezza "t" si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le seguenti condizioni:

a)  $c = 0$ ;

b)  $(S_{v0} - u) = 0$ ;

(il caso  $j = 0$  non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione "c=0" non può ovviamente verificarsi).

La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ( $S_{v0} = u$ ). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

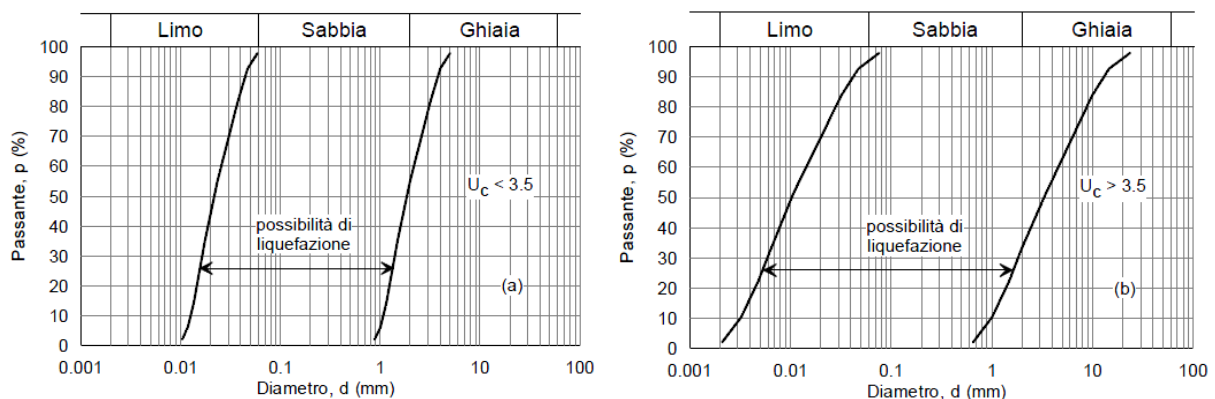
Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

Nelle stesse NTC è riportato che la verifica a liquefazione **può essere omessa** quando si manifesti **almeno una delle seguenti circostanze:**

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;



- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a -15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



- Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Dato che le aree interessate ricadono su terreni litoidi, si Omette la verifica a liquefazione.

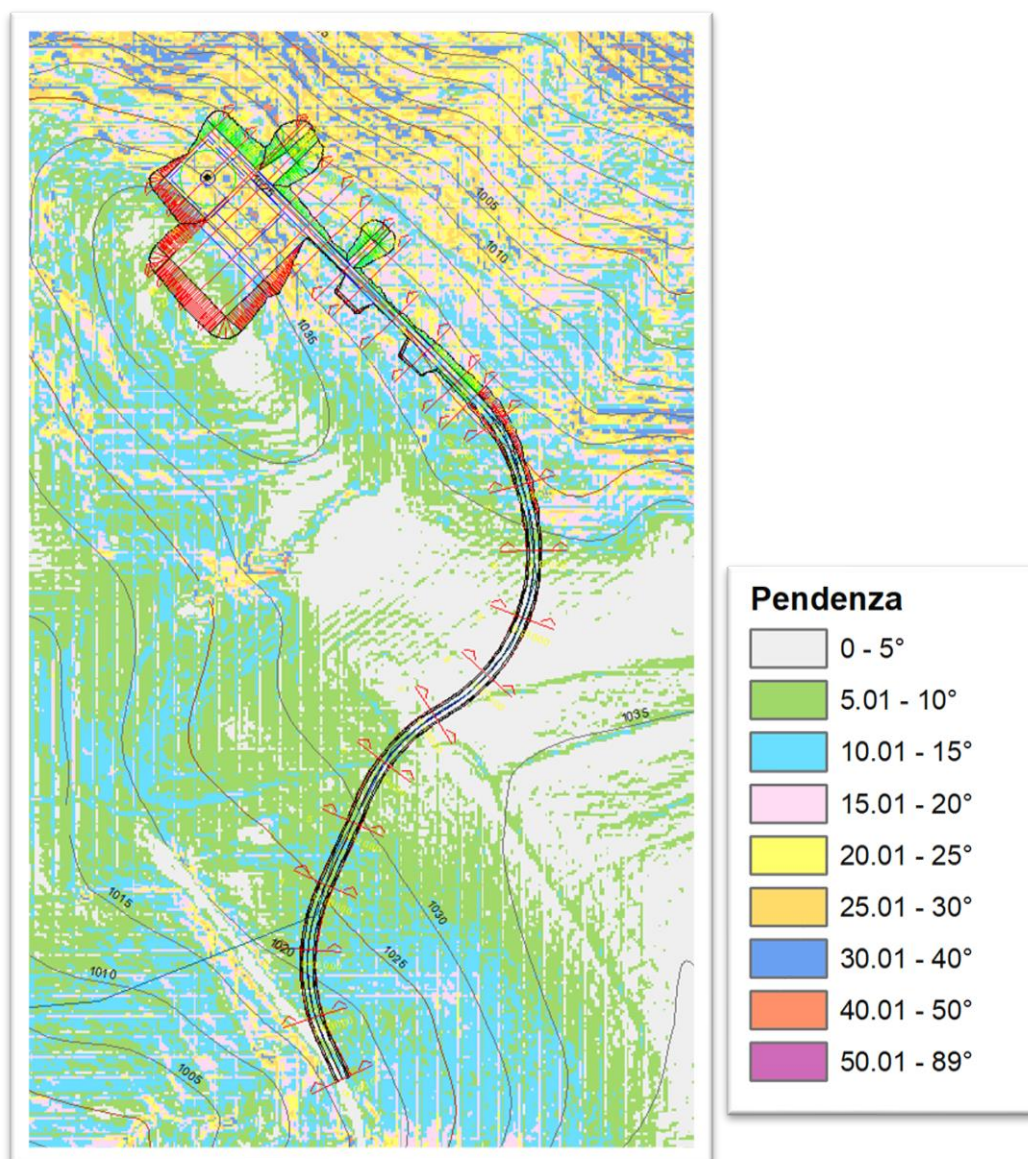
.

#### 14. ANALISI DEI NUOVI TRACCIATI

Nel seguente paragrafo si illustrano le criticità rilevate sia lungo i tracciati delle nuove strade che in corrispondenza delle piazzole di nuova costruzione e le opere associate al fine di consentire la stabilità del complesso opera-terreno.

##### **Strada di collegamento WTG01**

La strada di nuova costruzione che collegherà l'aerogeneratore WTG01 alla viabilità esistente, avrà una lunghezza di 510 m e si svilupperà lungo un versante caratterizzato da una pendenza compresa tra 5° e 15°.

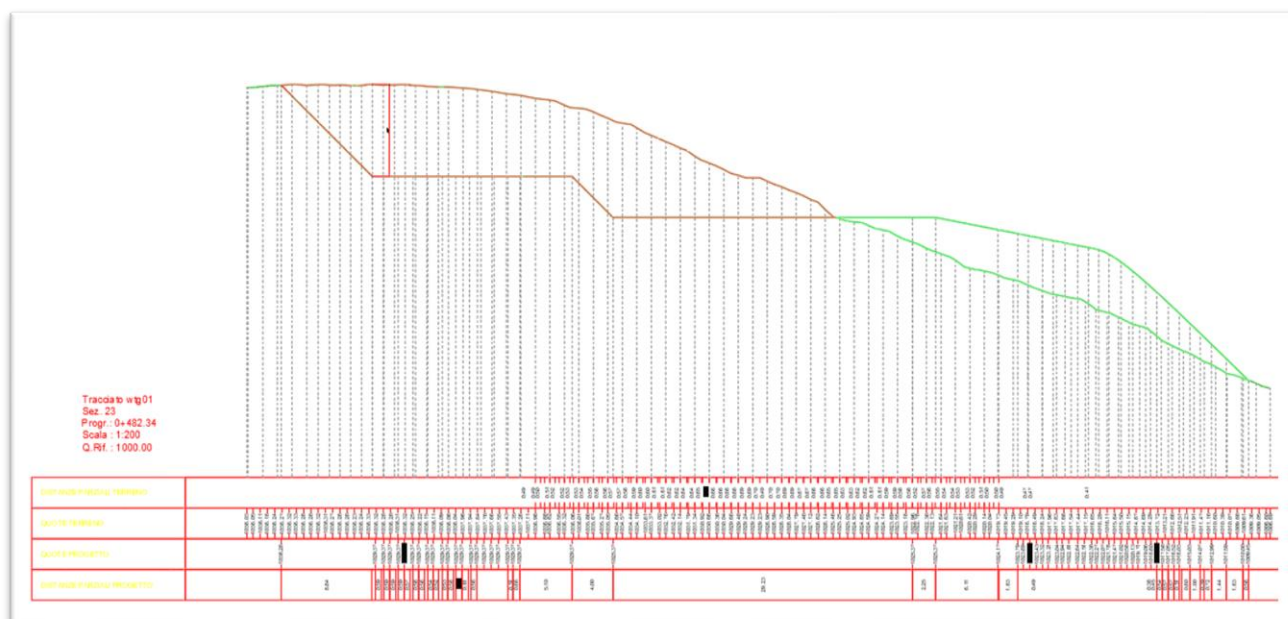


Tracciato di collegamento WTG01-

Dall'analisi delle sezioni di progetto, si nota che tra la sezione 11 e la sezione 19 la strada verrà realizzata in rilevato e in particolare in questo tratto essendo l'altezza dei rilevati compresa tra

1.00 m e 3.00m il rilevato verrà costruito con terre rinforzate e alla base verranno realizzate cunette in modo da convogliare le acque piovane verso il sottostante fosso evitando il ristagno alla base dell'opera. Le terre rinforzate dovranno essere posate al di sotto del terreno vegetale avente uno spessore di circa 1.00m e in modo da non trasferire carichi al terreno avente

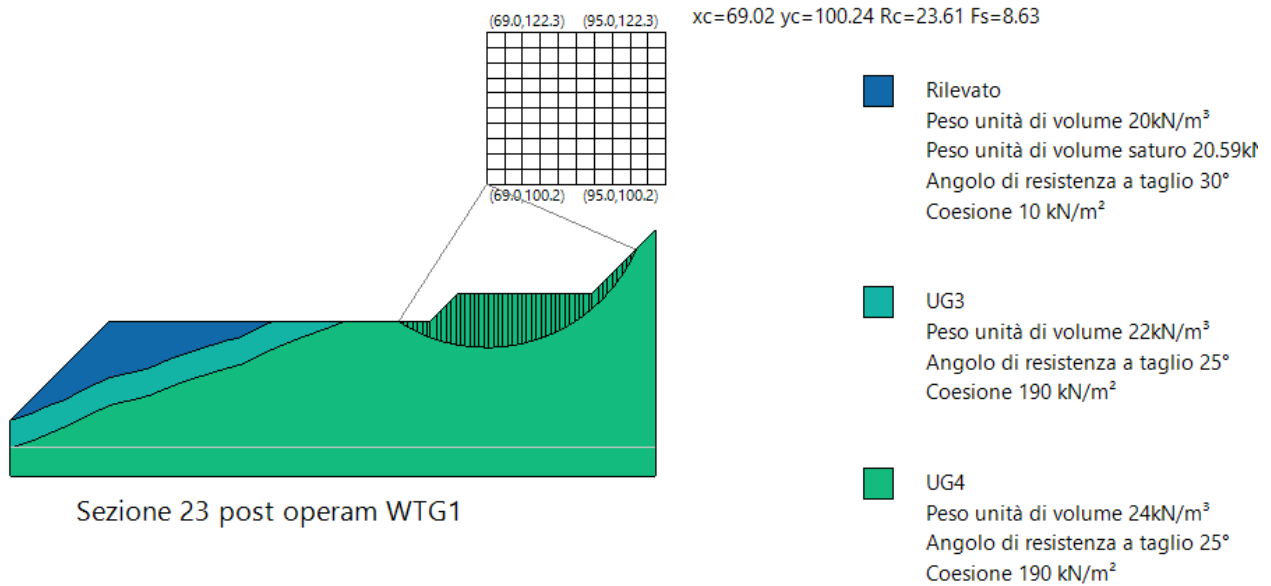
La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore verrà realizzata in parte in trincea e in parte in rilevato le altezze degli sbancamenti maggiori si registrano in corrispondenza della Sezione 23 dove per contenere gli sbancamenti la piazzola verrà realizzata su due livelli di altezza m.



Sezione 23 in corrispondenza della piazzola Aerogeneratore WTG1

Al fine di verificare la stabilità del fronte di scavo è stata eseguita la verifica di stabilità che ha mostrato un fattore di sicurezza pari a 8.6 in condizioni sismiche, quindi il fronte di scavo risulta essere stabile. Comunque a protezione dei fronti verrà posta in opera una rete antiersiva e a monte verranno realizzate delle canalette in modo da evitare lo scorrimento delle acque lungo il fronte.

**RELAZIONE GEOLOGICA**

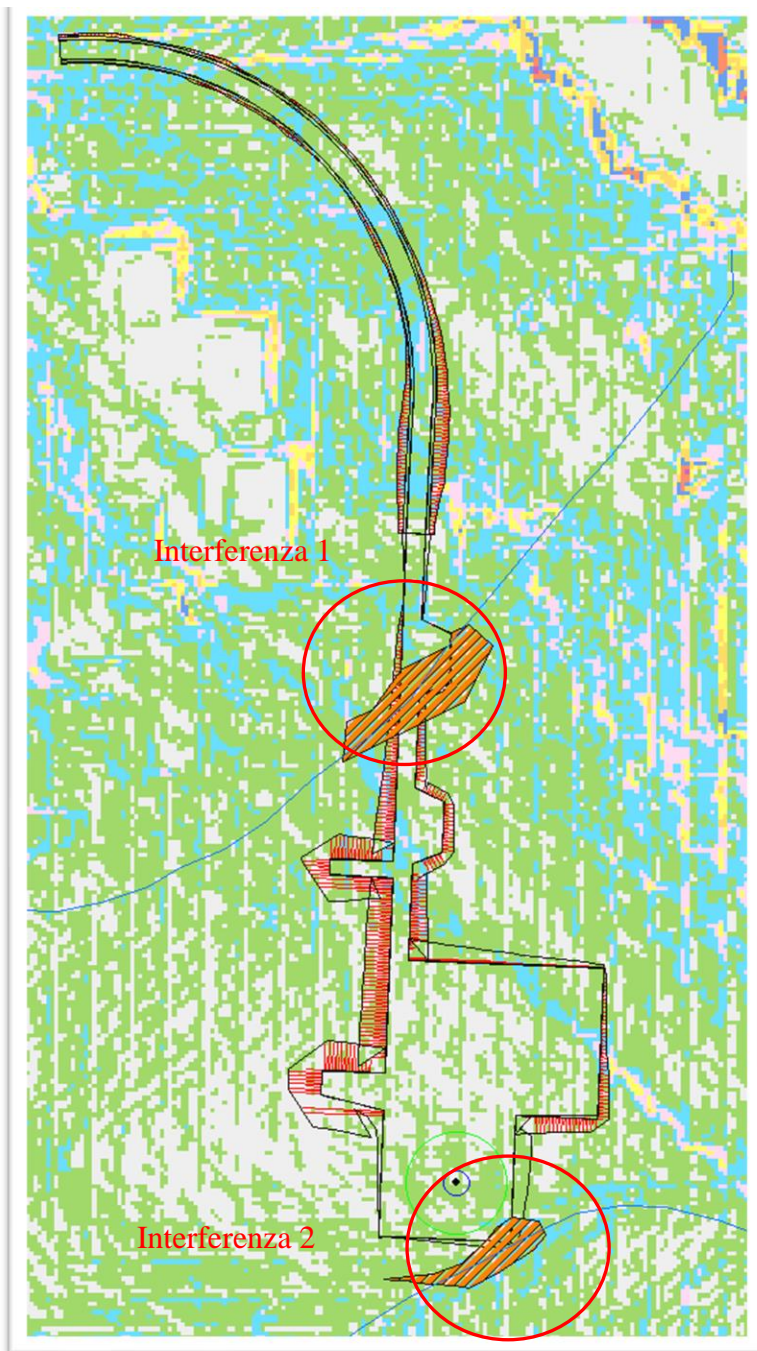
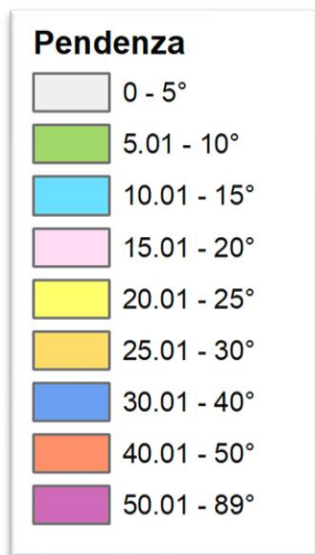


**Strada di collegamento WTG02**

La strada di nuova realizzazione che collegherà l'aerogeneratore alla viabilità esistente, avrà uno sviluppo di 335 m su un'area con pendenze comprese tra 5 e 15°.

Le criticità rilevate lungo il tracciato sono legate alla presenza di due incisioni immissari del lago Saetta. La prima si individua tra le sezioni di progetto 7 e 8, mentre la seconda è situata alla base della piazzola. A seguito dello studio idraulico sono state individuate le fasce di alluvionamento con tempi di ritorno di 200 anni e successivamente, per consentire il normale deflusso delle acque in corrispondenza dell'interferenza tra l'incisione e la strada di progetto, verrà realizzato un tombino idraulico opportunamente dimensionato. Per evitare interazioni tra l'incisione e l'aerogeneratore, in quest'area si prevede la risagomatura del corso d'acqua in quanto lo studio idraulico ha mostrato che il tirante idrico calcolato, non supera i 35 cm di battente. Pertanto, data la trascurabilità di quest'ultimo, si garantirà con l'intervento di progetto il deflusso idrico. Per maggiori delucidazioni si rimanda allo studio idraulico allegato al progetto.





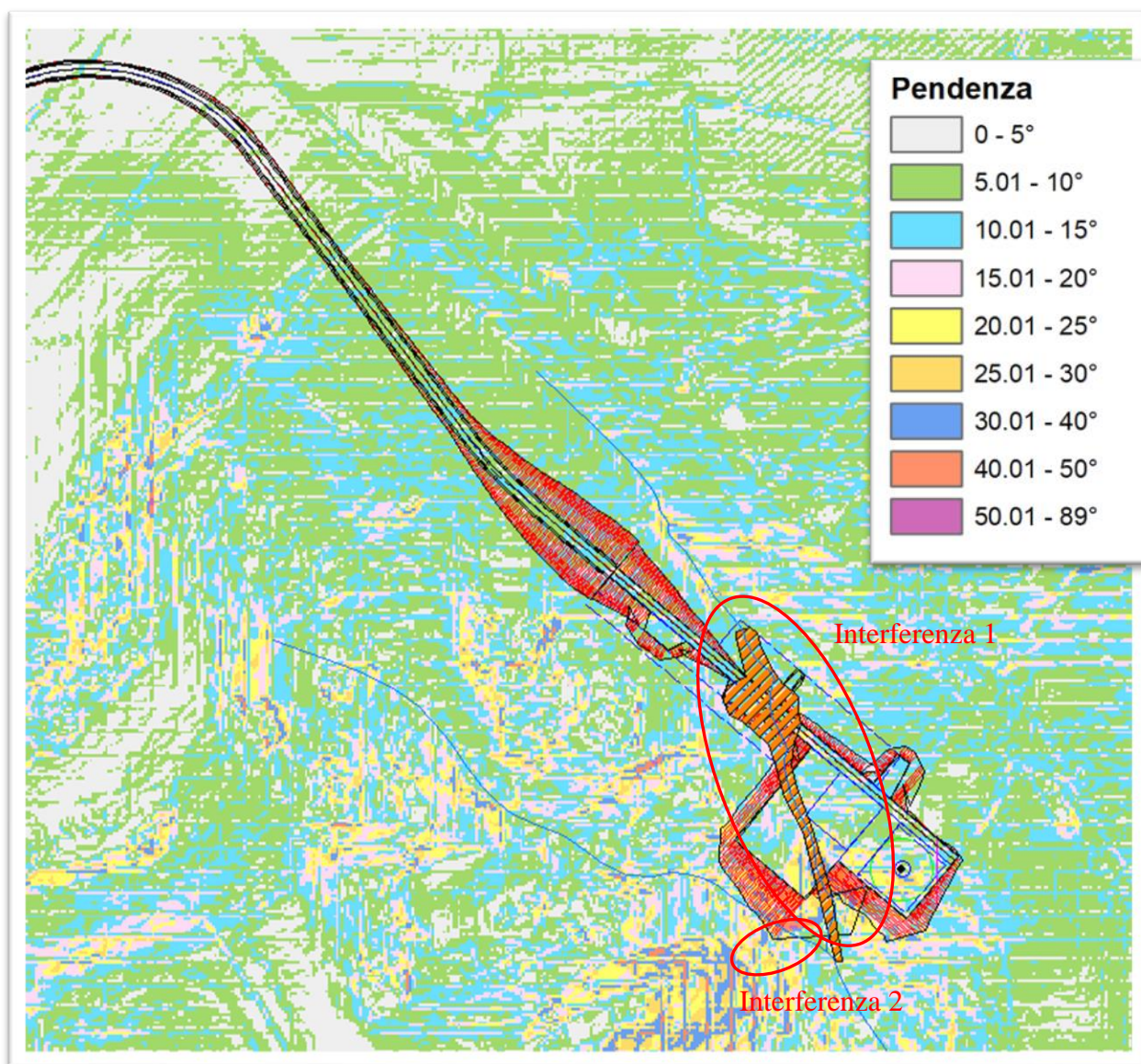
Carta delle pendenze Tracciato WTG02



### Strada di collegamento WTG03

La strada di collegamento alla torre eolica WTG03 si svilupperà in direzione Nord-Sud e avrà una lunghezza di 560m su un versante rettilineo con pendenze comprese tra 5 e 15°, mentre parte della piazzola di montaggio e l'area di sedime dell'aerogeneratore insisterà su un versante con pendenze comprese tra 20 e 40°. Inoltre, nell'area sono presenti due incisioni che interferiscono con la piazzola di montaggio.

In corrispondenza dell'interferenza che taglia la piazzola, a seguito dello studio idraulico, per consentire il normale deflusso delle acque verrà inserito un tombino idraulico, mentre l'incisione situata alla base del versante verrà eseguita una riprofilatura dell'incisione in modo da allontanare le acque dalla fondazione evitandone l'interazione.



Carta delle pendenze tracciato stradale WTG03





antierosiva e a monte verranno realizzate delle canalette in modo da evitare lo scorrimento delle acque lungo il fronte.

La restante parte del tracciato stradale verrà realizzata in rilevato che avrà altezze comprese tra 2 e 9.50 m che andranno opportunamente protette terre rinforzate e alla base verranno realizzate cunette in modo da convogliare le acque piovane verso il sottostante fosso evitando il ristagno alla base dell'opera. Le terre rinforzate dovranno essere posate al di sotto del terreno vegetale avente uno spessore di circa 1.00m e in modo da non trasferire carichi al terreno avente

#### **Strada di collegamento WTG04**

La strada di collegamento alla torre eolica WTG04 si svilupperà in direzione Ovest - Est e avrà uno sviluppo totale di 930 m e interesserà un versante con pendenze comprese tra 0e 15° che degrada verso il lago Saetta.

L'unica criticità presente nell'area è rappresentata dalla interferenza con il reticolo idrografico individuabile tra le sezioni d progetto 30 e 31. Come per le precedenti interferenze idrauliche è stato eseguito lo studio al fine di poter dimensionare un attraversamento idraulico opportunamente dimensionato in modo da non interferire con il deflusso delle acque. Per maggiori dettagli si rimanda allo studio idraulico.

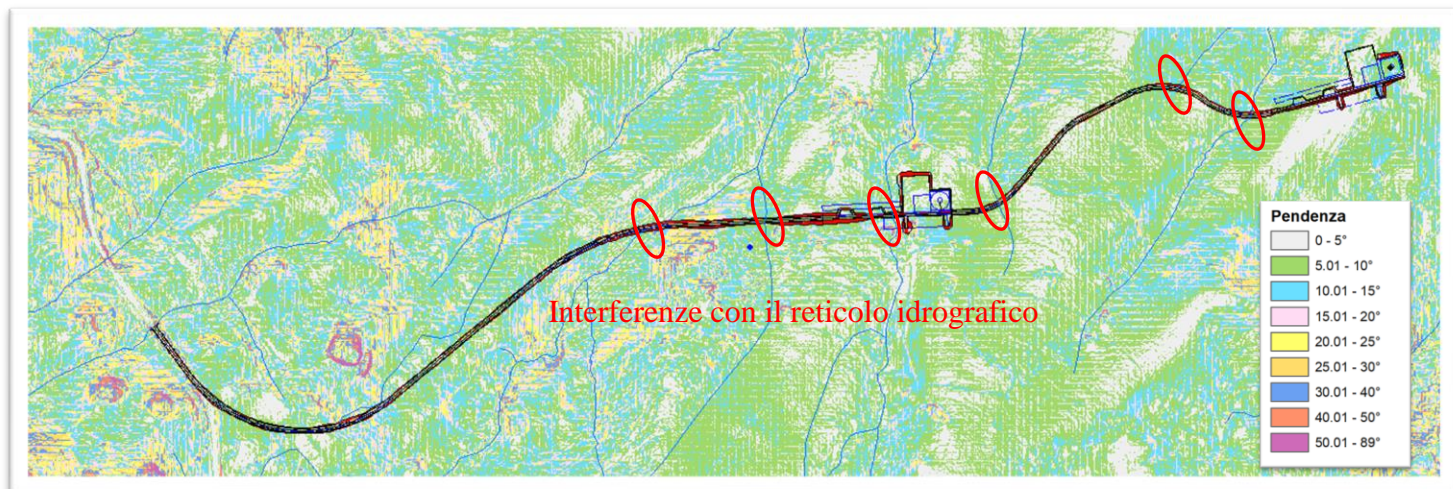


Carta delle pendenze tracciato stradale WTG04

Analizzando le sezioni stradali, il tracciato di progetto non prevede sbancamenti o tratti in rilevato di altezze contenute all'interno dei 2.0 m. La piazzola di montaggio verrà realizzata in scavo con altezze dei fronti che variano dai 4.50 m in corrispondenza della sezione 35 a 9.00 m in corrispondenza della sezione 31.



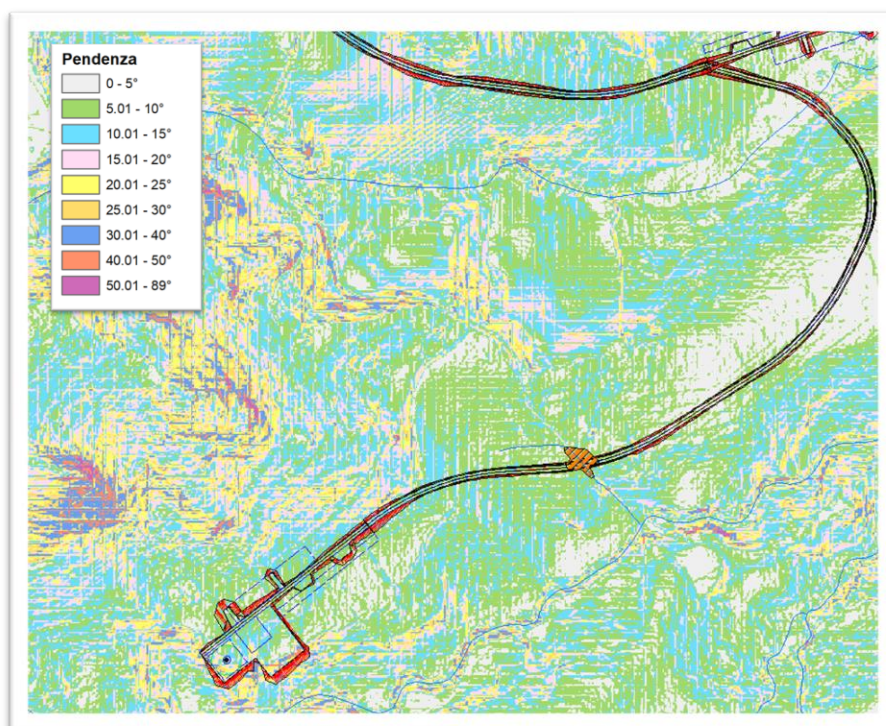




Per la realizzazione del tracciato, le uniche criticità rilevate lungo il tracciato sono legate alla presenza di diverse incisioni, e come per le precedenti a seguito dello studio idraulico, al fine di consentire il deflusso delle acque sono stati previsti in corrispondenza di queste interferenze la realizzazione di tombini idraulici in modo da assicurare il deflusso delle acque.

#### **Strada di collegamento WTG07**

La strada di collegamento alla torre eolica WTG07 si svilupperà dalla torre eolica WTG4 verso Sud-Ovest e avrà uno sviluppo totale di 880 m su un versante con pendenze comprese tra 5 25°.



Carta delle pendenze tracciato stradale WTG07



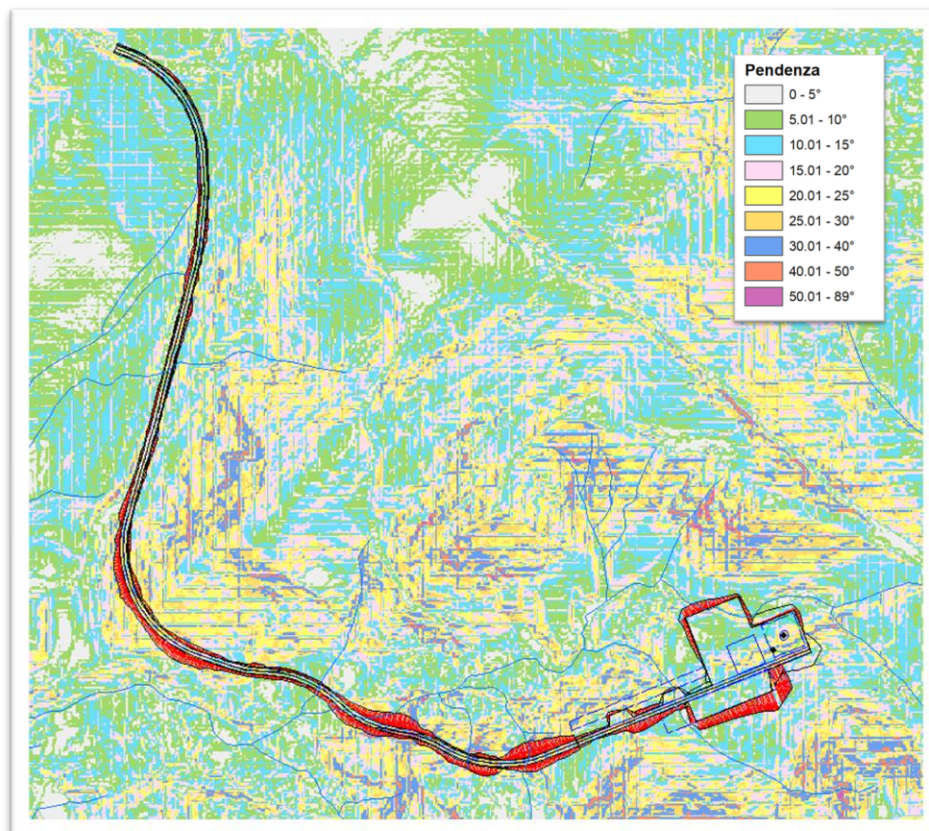
Lungo il tracciato le uniche criticità rilevate, è legata alla intersezione con il reticolo idrografico che è stata risolta con la posa in opera di un tombino idraulico opportunamente dimensionato a seguito dello studio idraulico.

Dall'analisi delle sezioni di progetto del tracciato stradale, si nota che le sezioni in cui sono presenti fronti di scavo con altezze notevoli sono quelle comprese tra 29 e 31 e variano tra -2.46 m e 5.78 m. Dato che la litologia affiorante è simile a quella della WTG4 e che il fronte di scavo ha un'altezza inferiore, si può assumere che il fronte di scavo risulta essere stabile.

Inoltre, per la realizzazione della piazzola dell'aerogeneratore e della piazzola di montaggio verranno realizzate terre rinforzate che dovranno essere opportunamente dimensionate.

### **Strada di collegamento WTG08**

La strada di collegamento alla torre eolica WTG08 avrà uno sviluppo totale di 925 m su un versante roccioso con pendenze comprese tra 5° e 30°. Le criticità rilevate per la realizzazione della strada e relativa piazzola sono strettamente connesse con la pendenza del versante e con l'intersezione di diverse aste fluviali. La criticità idraulica verrà superata tramite la posa in opera di tombini idraulici calcolati a seguito dello studio.



Carta delle pendenze tracciato stradale WTG08

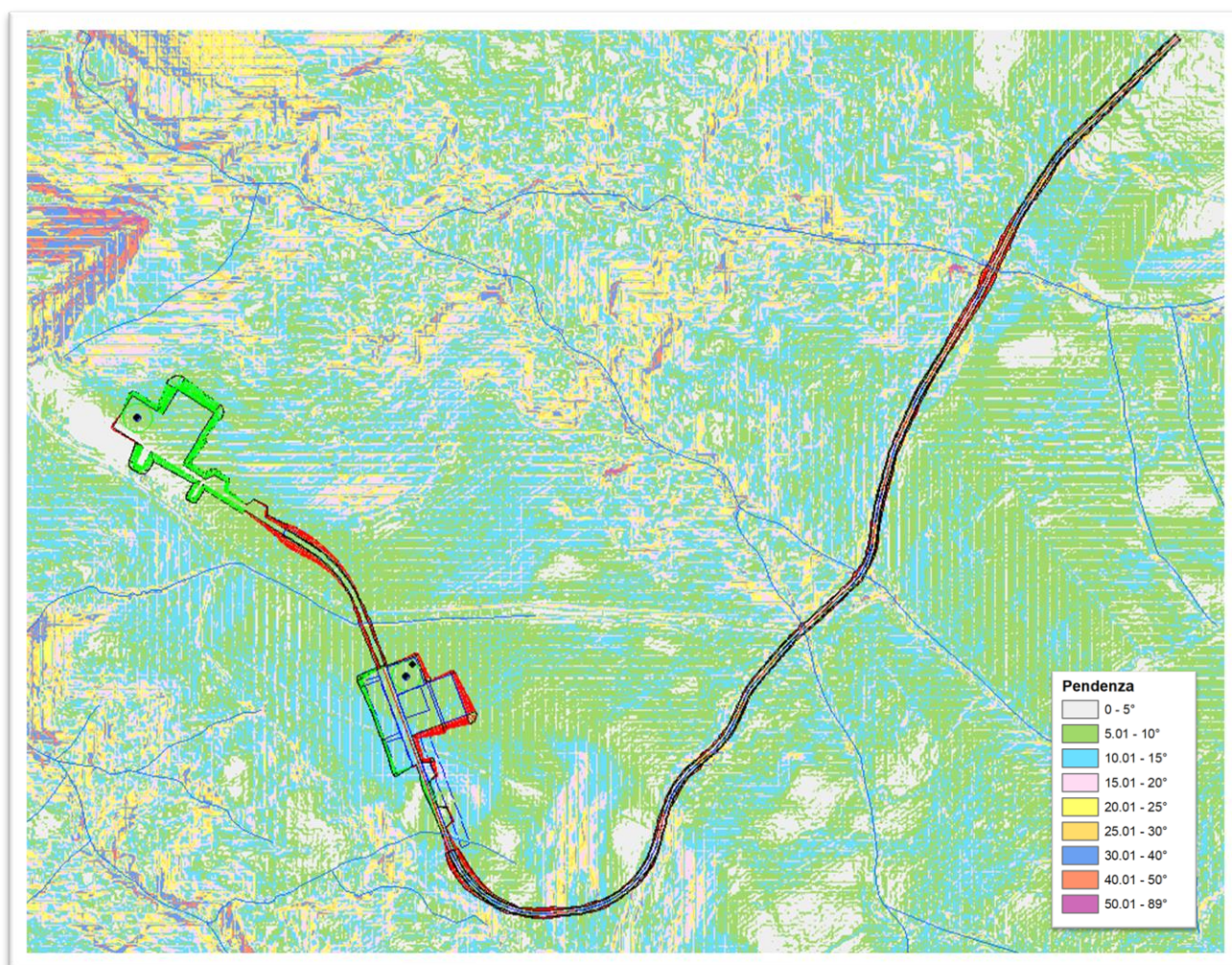


Analizzando le sezioni di progetto si nota che per la realizzazione della strada in corrispondenza delle sezioni 18-22-23-26 e 27 la strada verrà realizzata in rilevato che raggiungerà altezze anche di 6 m in corrispondenza della Sezione 22. Questi, dovranno essere opportunamente dimensionati in modo da assicurare la stabilità dell'opera.


Le sezioni in corrispondenza della piazzola di montaggio e di fondazione mostrano che queste verranno realizzate in parte in scavo e in parte in riporto

### **Strada di collegamento WTG09 WTG10**

La strada di collegamento alle torri eoliche WTG09 e WTG10 avrà uno sviluppo totale di 1500 m su un versante con pendenze comprese tra 5 e 15°. Le criticità rilevate per la realizzazione della strada sono strettamente connesse con l'intersezione di diverse aste fluviali. La criticità idraulica verrà superata tramite la posa in opera di tombini idraulici calcolati a seguito dello studio.



Carta delle pendenze tracciato stradale WTG09-WTG10

	<b>"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI PESCOPIAGANO (PZ) DENOMINATO "SAETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 72 MW"</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>DATA:</b> <b>MAGGIO 2023</b>  <b>Pag. 88 di 95</b>
--	---	--

## **15. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

Coerentemente con le indicazioni ottenute nella circolare esplicativa del Regolamento di attuazione della Legge Regionale n° 23/99 è stata redatta la carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica dell'area interessata dal progetto. La finalità è stata quella di definire in maniera compiuta gli areali di rischio e conflittualità presenti nell'area di studio e di identificare i possibili usi e le attività da porre in essere al fine di ridurre i rischi nonché identificare le strategie volte al controllo dei processi di trasformazione dell'area. L'area sulla base delle sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche topografiche e sismiche ricade

### **AREE NON CRITICHE**

IIb1 Aree su versanti rocciosi stabili con pendenza compresa tra 15 e 25° ed esenti da criticità geologiche e geomorfologiche. Le uniche criticità legate al progetto sono all'altezza dei fronti di scavo in roccia per la realizzazione della WTG1 a cui è stato assegnato un angolo di scarpa di 45° compatibile con le litologie affioranti.

IIb1a Aree su versanti stabili esenti da criticità geologiche e geomorfologiche. In queste aree è prevista la realizzazione della strada di accesso alla torre eolica WTG1 che è compatibile con l'attuale assetto geologico e geomorfologico dell'area.

IIb2a Aree su versanti in roccia stabili e con pendenze comprese tra 5 e 15° In queste aree non sono presenti criticità geologiche e geomorfologiche che interferiscono con le opere in oggetto.


### **AREE CON CRITICITÀ PUNTUALI E MODERATE**

IIb1b Aree su versante stabili con pendenze comprese tra 5 e 40° In queste aree il progetto prevede la posa in opera del cavidotto all'interno di trincee da realizzare o su nuovi tracciati o al lato delle strade esistenti.

IIb2b Aree su versanti in roccia stabili con pendenze comprese tra 15 e 40°.Le criticità rilevate in queste aree sono legate alla pendenza dei versanti.

### **AREE ALLO STATO ATTUALE NON UTILIZZABILI**

Ivb1 Aree instabili interessate da colate allo stato attuale non utilizzabili. Al fine di non interferire con la criticità presente il cavidotto verrà posto in opera in T.O.C..

	<p align="center"><b>"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI PESCOPIAGANO (PZ) DENOMINATO "SAETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 72 MW"</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE GEOLOGICA</b></p>	<p align="center"><b>DATA: MAGGIO 2023</b></p> <p align="center"><b>Pag. 89 di 95</b></p>
--	--	---

IVb2 Aree allo stato attuale inutilizzabili in quanto comprese all'interno delle fasce di alluvionamento con tempi di ritorno di 200 anni. A seguito dello studio idraulico, in queste aree verranno realizzati dei tombini idraulici in modo da consentire il deflusso delle acque.

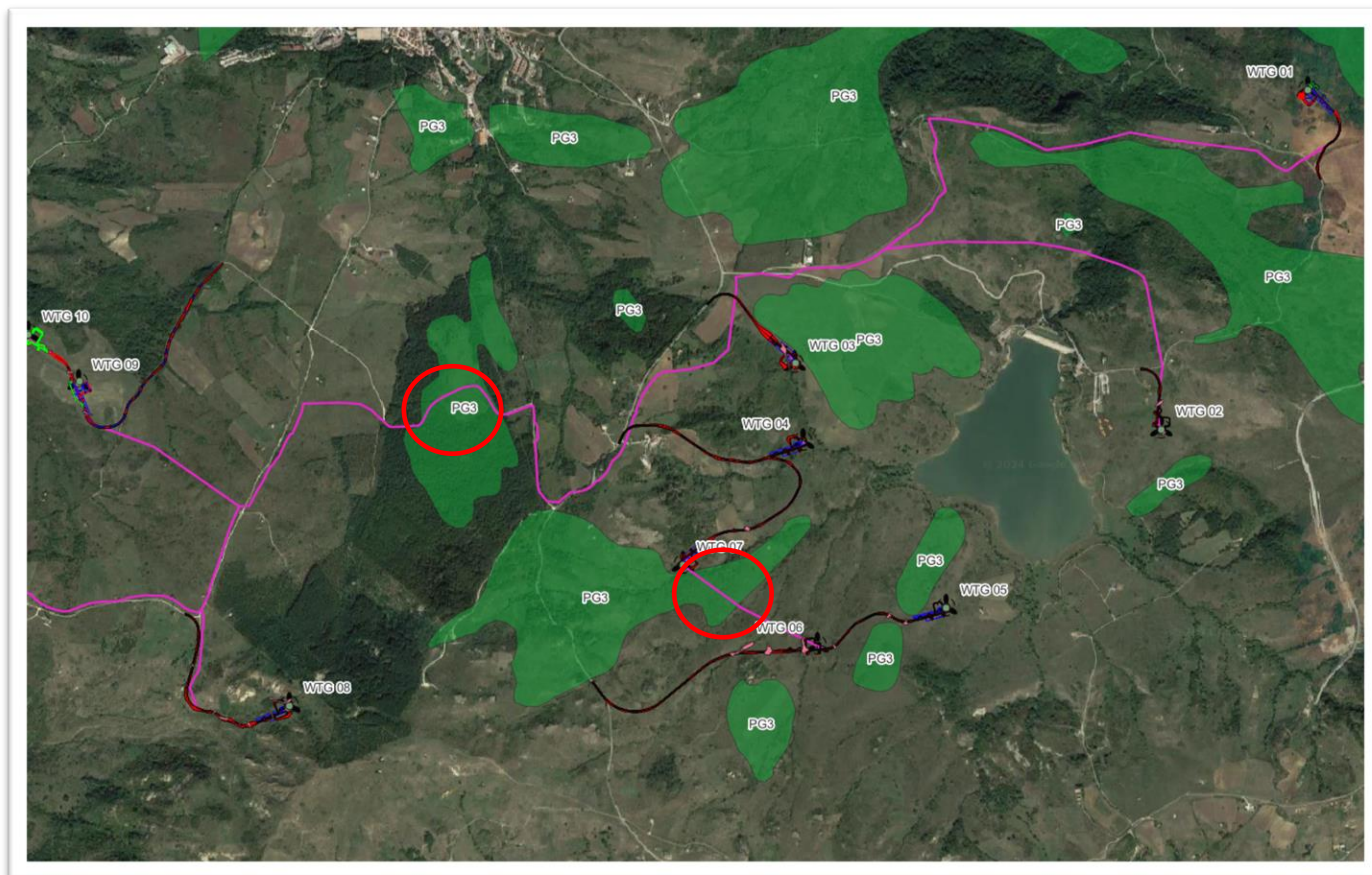
IVb3 Aree allo stato attuale inutilizzabili in quanto interferiscono con il reticolo idrografico. in queste aree, il cavidotto verrà posato tramite T.O.C. in modo da non interferire con le aste presenti.



## 16. CAVIDOTTO

In questo capitolo verranno affrontate le criticità geologiche e geomorfologiche presenti lungo il tracciato del cavidotto sia all'interno dell'area parco che all'area che conduce alla sottostazione elettrica.

Il cavidotto sarà posto in opera all'interno di trincee trapezoidali profonde circa 1.20 m o al lato di strade esistenti oppure lungo nuovi tracciati. Dalla sovrapposizione della carta del rischio geomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino dell'Appennino meridionale U.O.M. Puglia, si vede che il tracciato del cavidotto interferisce con due areali classificati a rischio Geomorfologico PG3. In queste aree il cavidotto verrà posto in opera in T.O.C. in modo da evitare interazioni con questi areali.



Stralcio della carta del rischio Geomorfologico

Questi movimenti sono classificabili come *Colate lente*, ovvero si tratta di movimenti molto lenti che interessano la coltre di alterazione. Le cause di innesco sono legate soprattutto alla mancata della regimentazione delle acque di corrivazione e all'ostruzione di tombini idraulici e di aste idrauliche esistenti.



## 17. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

L'area in cui è prevista la realizzazione della sottostazione elettrica lato utente è situata nel territorio comunale di nel comune di Castelnuovo di Conza (SA) in località Seta, all'interno di una



Inquadramento Geografico

Dall'esame della cartografia del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale, l'area in esame non ricade in areali di rischio da frane e alluvioni così come si evidenzia dallo stralcio di seguito riportato.



Stralcio PAI carta del rischio frana e alluvione area sottostazione

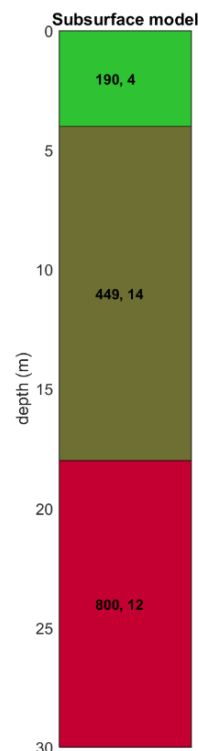
La Sottostazione elettrica di utenza del parco in oggetto sarà realizzata nel territorio comunale di Castelnuovo di Conza (AV) in località Seta su un'area suborizzontale all'interno della stazione elettrica terna già realizzata. Nell'area affiorano i depositi arenaceo sabbiosi e a seguito del rilevamento non sono stati rilevati morfotipi riconducibili a movimenti franosi in atto o potenzialmente attivi.

Al fine di caratterizzare i terreni sia dal punto di vista sismico è stata eseguita una prospezioni sismiche in onda S MASW

### MASW –SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.0 m, con velocità media delle onde di taglio di 190 m/s e corrisponde a depositi consistenti e con buone caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 14.0 m, con velocità media delle onde di taglio di 449 m/s e corrisponde a depositi con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 18.0 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione presenta velocità Vs media di 800 m/s ed è riferibile a depositi con ottime caratteristiche geotecniche.



L'area in oggetto è caratterizzata da un'attività sismica di energia da bassa a moderata. Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 creato dal INGV nel periodo di tempo intercorso tra 1694 e il 2006 sono stati registrati e catalogati 14 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 5 a 10 e un momento magnitudo compreso tra 3.99 e 6.73. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Castelnuovo di Conza**



PlaceID IT\_61402  
 Coordinate (lat, lon) 40.815, 15.320  
 Comune (ISTAT 2015) Castelnuovo di Conza  
 Provincia Salerno  
 Regione Campania  
 Numero di eventi riportati 14

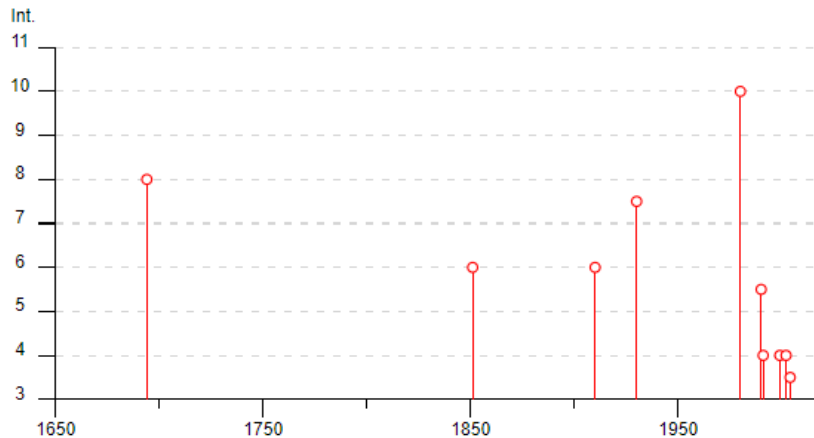


Grafico della distribuzione temporale/intensità dei terremoti che hanno interessato l'area.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
6	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
7-8	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
10	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
4	1999	04	05	07	51	5	Irpinia	57	4-5	3.99
NF	2002	04	18	20	56	4	Appennino lucano	164	5	4.34
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
3-4	2004	02	23	19	48	4	Appennino lucano	107	4-5	3.82
2	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64

*Elenco dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto*

In relazione alla relativa vicinanza di importanti strutture sismo genetiche attivate frequentemente, soprattutto nella catena appenninica, le stime di pericolosità effettuate hanno fornito valori di accelerazioni di picco del suolo (PGA), con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni, comprese tra 0.250 e 0.275 g.



### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

