

REGIONE
PUGLIA



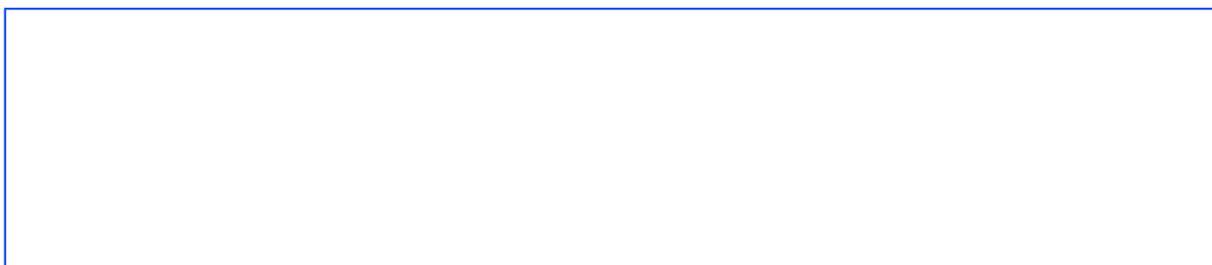
Comune
di Sant'Agata di Puglia



Comune
di Candela



Comune
di Deliceto



Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SERRA PALINO"

CODICE PRATICA
PDDIDD8

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

N° Documento:

PESPA-P05

ID PROGETTO:	PESPA	DISCIPLINA:	C	TIPOLOGIA:	RT	FORMATO:	A4
--------------	-------	-------------	---	------------	----	----------	----

Elaborato:

RELAZIONE GEOTECNICA

FOGLIO:	1 di 20	SCALA:	/	Nome file:	PESPA-P05-0
---------	---------	--------	---	------------	-------------

Progettazione:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

Progettisti:

(Ing. Mariano Galbo)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Novembre 2019	PRIMA EMISSIONE			

Indice

1. Premessa	2
2. Riferimenti normativi	3
3. Inquadramento geologico	4
3. Modellazione geologica di sito	7
4. Modello geotecnico	11
3.1 <i>Modello geotecnico I</i>	11
3.2 <i>Modello geotecnico II</i>	12
3.3 <i>Modello geotecnico III</i>	13
3.4 <i>Modello geotecnico IV</i>	15
3.5 <i>Modello geotecnico V</i>	16
4. Verifiche analitiche della stabilità del pendio	17
4.1 <i>Applicazioni e risultati</i>	18
5. Considerazioni conclusive.....	19

1. Premessa

In tale elaborato viene trattata la caratterizzazione geotecnica dell'area oggetto del progetto relativo alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza di 38 MW, ricadente nei Comuni di Sant'Agata di Puglia e Candela (Provincia di Foggia).

Il progetto prevede la realizzazione di n.8 aerogeneratori, collegati tramite cavidotto in MT alla stazione di trasformazione dell'energia elettrica, posta a circa 4 km a nord del parco eolico.

Ai fini della presente relazione geotecnica, pur avendo analizzato gli aspetti geologici, geomorfologici e sismici dell'intera area interessata dal parco eolico, sono stati inoltre caratterizzati da un punto di vista geotecnico i litotipi interessati dalle opere. Inoltre è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche consistita in diverse basi sismiche in onde P ed S.

Per la caratterizzazione geotecnica si sono utilizzati i dati provenienti da altre campagne geognostiche effettuate in zona su terreni aventi caratteristiche geotecniche compatibili con i terreni dell'area di progetto.

L'ubicazione delle indagini è visionabile nell'elaborato *Carta geologica*.

Alcuni aerogeneratori in progetto ricadono in aree perimetrale dal PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia, nello specifico gli aerogeneratori PSPA01, PSPA02, PSPA03, PSPA05, PSPA06, PSPA07 e PSPA08 rientrano nella pericolosità media e moderata PG.1 mentre l'aerogeneratore PSPA04 in pericolosità elevata P.G.2., mentre, tratti del cavidotto in MT che trasferiranno l'energia prodotta dal parco eolico alla stazione di accumulo e trasformazione di Terna (esistente), ricadente nel comune di Deliceto, interferiscono con aree a pericolosità geomorfologica media e moderata-PG1.

In tale elaborato vengono esposti i risultati delle verifiche di stabilità dei pendii naturali *ante e post operam*, effettuate per quei versanti le cui pendenze risultano maggiori al 10% (cfr. *Carta delle pendenze e dei crinali*).

2. Riferimenti normativi

La normativa di riferimento è:

- **Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.** Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007;
- **Eurocodice 8 (1998)-Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture.** Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- **Eurocodice 7.1 (1997).** Progettazione geotecnica- Parte I: regole generali.UNI.
- **Eurocodice 7.2 (2002).** Progettazione geotecnica- Parte II: progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002).** Progettazione geotecnica- Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI.
- **Norme Tecniche di Attuazione (Novembre 2005).** Adb Puglia- PAI
- **Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17 Gennaio 2018)**
- **Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 – C.S.LL.PP.)**

3. Inquadramento geologico

Per conoscere le condizioni nelle quali si trovano i terreni in esame, si espongono alcuni brevi cenni sui caratteri geologici dei terreni affioranti nell'area in studio. Assumendo come riferimento la Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000: Foglio 175 "Cerignola" e il Foglio 174 "Ariano Irpino" (Fig.1)

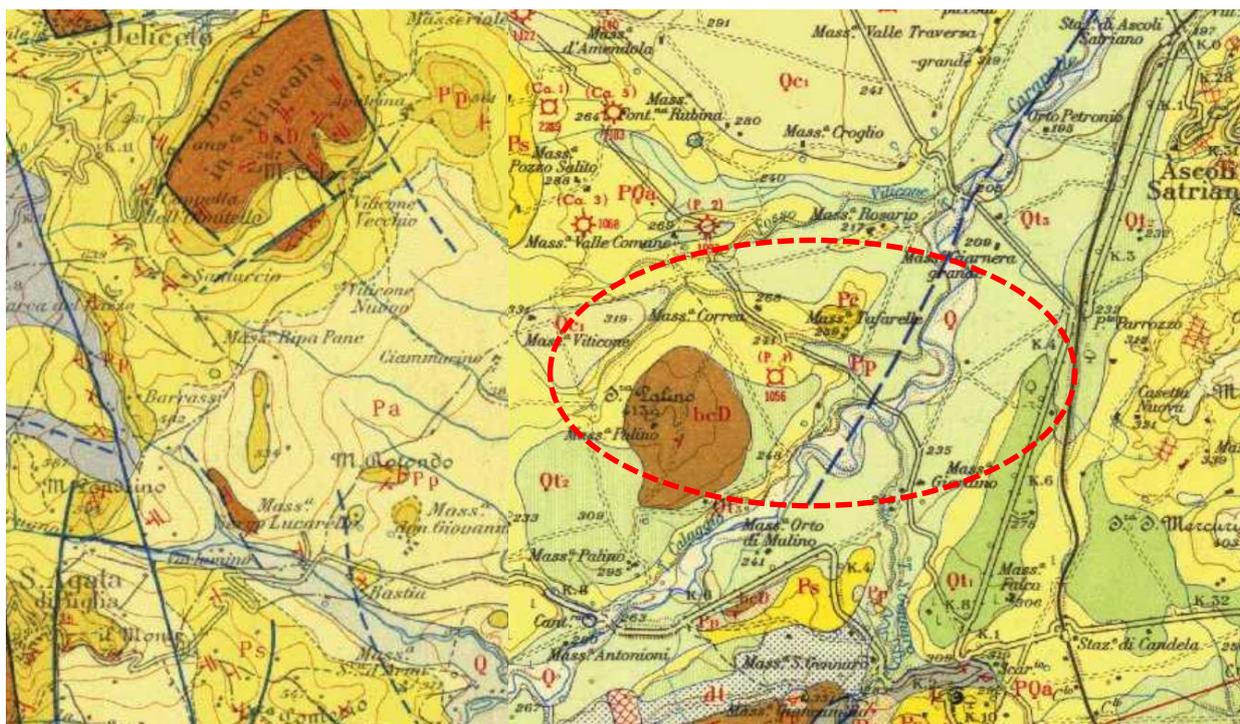


Fig. 1- Stralcio Carta Geologica Foglio 174-175.

I terreni affioranti nell'area possono essere distinti, dal basso verso l'alto, in:

- **Formazione della Daunia (bcD) Turoniano** – Calcari pulverulenti organogeni, calcari microgranulari biancastri e giallastri, arenarie gialle, puddinghe poligeniche
- **Argille (PQa) Pliocene sup. – Calabriano** – Argille e argille marnose azzurrognole localmente sabbiose, con Bulimine, Bolivine, Cassiduline, Globigerine
- **Conglomerati (Qc1) Pleistocene** – Conglomerati poligenici con ciottoli di medie dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie
- **Terrazzi (Qt2) Pleistocene** – Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle alti 15m circa sull'alveo attuale costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose.

Formazione della Daunia bgD

I componenti della formazione sono relativamente numerosi, essi sono: calcari microgranulari biancastri o giallastri, calcareniti e brecciole calcaree di colore chiaro, calcari marnosi biancastri, marne ed argilloscisti bianco-giallastri, calcari pulverulenti organogeni, arenarie giallastre, livelli di puddinghe poligeniche ed orizzonti di diaspro rosato. I fossili che più frequentemente vi si raccolgono sono di età eocenica ed oligocenica, tanto che sin a pochi anni orsono la formazione era riferita senza incertezza al Paleogene; ma in seguito a una campionatura più accurata, si è visto che, oltre a quei fossili ne sono presenti anche altri, sebbene molto più rari, di età medio – miocenica. Attualmente si riferisce ad una età ancor più recente la parte alta del complesso perché in esso sono stati scoperti anche fossili del Miocene superiore (Tortoniano)

Argille PQa

Questo complesso argilloso è sviluppato principalmente lungo una larga fascia che con direzione NO-SE, borda ad occidente il grande pianoro che si estende con lieve pendenza da Ascoli Satriano e Lavello, verso il paese di Cerignola e fino al mare Adriatico. Le Argille affiorano pure a nord di Ascoli Satriano e lungo il corso del fiume Ofanto sotto le estese coperture dei depositi alluvionali terrazzati. L'esame micropaleontologico di numerosi campioni ha permesso di riconoscere la presenza di fauna plio-pleistoceniche, caratterizzate il più delle volte da associazioni di Bulimine, Bolivine, Cassiduline e Globigerine. Tale associazione fa ritenere che le argille in questione siano un termine di passaggio tra il Pliocene superiore ed il Calabriano. La potenza di totale della formazione sarebbe intorno ai 1500 m.

Conglomerati Qc1

È costituito da depositi di ciottolame poligenico con gange sabbiosa ad elementi arenacei e calcarei di dimensioni variabili dai 5 a 30 cm. Tale formazione ciottolosa generalmente poco compatta, si presenta solo localmente fortemente cementata in puddinga. Essa costituisce buona parte della sommità del grande pianoro morfologico Ascoli – Satriano – Lavello, inciso nel mezzo del fiume Ofanto e di quello, meno esteso, di Castelluccio dei Sauri. Lo spessore varia da punto a punto, ma in generale si aggira sui 50 metri.

Terrazzi Qt2

I sedimenti sabbiosi, in parte argillosi, vistosamente terrazzati, sopraelevati di 15m circa sugli alvei attuali, costituiscono i terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle. L'ampia pianura alluvionale dell'Ofanto è formata quasi completamente da questo ciclo alluvionale, i cui depositi sono particolarmente estesi sul fianco destro della valle.

3. Modellazione geologica di sito

Per quanto concerne la caratterizzazione e modellazione geologica del sito (art.6.2.1 NTC 2018), si intende uno schema rappresentativo delle condizioni litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato alla pericolosità geologica del sito.

Le indagini geognostiche eseguite nell'area di interesse sono consistite nella realizzazione di indagini indirette a carattere geofisico: prospezione sismiche a rifrazione di superficie in onde P ed S.

Le risultanze di dette indagini sono state integrate con i sondaggi meccanici eseguiti nell'area di studio nel 2013, spinti alla profondità di 20 metri, dai quali sono stati prelevati campioni indisturbati e eseguite prove SPT in foro.

Indagini pregresse – sondaggi meccanici

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda a rotazione tradizionale con testa idraulica in grado di agire sia in rotazione che con percussione in modo da poter inserire anche l'eventuale tubazione di rivestimento senza o con poca circolazione di fluido.

Le perforazioni sono state eseguite a 'secco', compatibilmente con le caratteristiche dei terreni attraversati con carotiere semplice e manovre di lunghezza tale da garantire il massimo recupero del materiale. Il materiale estratto con le manovre di carotiere, sono state ordinatamente sistemate in apposite cassette catalogatrici.

Nel corso delle operazioni di sondaggio è stata compilata, la scheda della stratigrafia riscontrata completa della descrizione della natura e delle caratteristiche del terreno, data, metodo di perforazione, attrezzatura impiegata, diametro di perforazione, diametro di rivestimento, fluido di circolazione, nominativo del compilatore, quote di prelievo campioni, delle SPT e della falda.

Le stratigrafie dei sondaggi SI-S2-S3-SICA e S2CA., sono allegate alla relazione geologica

Prove SPT

Prove SPT

Nei fori di sondaggio sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (ASTM12-02-49a1586-67, ISSXIFE 1976) con campionatore tipo a punta chiusa, con dispositivo automatico dello sganciamento del maglio del peso di 63.5 kg ed altezza di caduta di 76 cm.

Per evitare l'effetto di rifluimenti del fondo del foro e/o la decantazione dei detriti in sospensione del fluido, prima dell'esecuzione delle prove SPT è stata effettuata la pulizia del foro ed è stata misurata, con scandaglio a filo graduato, la quota del fondo foro, rispetto a quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta. Nel caso in cui lo spessore dei detriti misurato superava 7 cm, si è proceduto a una ulteriore manovra di pulizia.

I risultati delle prove SPT, riportati sulle stratigrafie dei sondaggi, hanno fornito i risultati della resistenza alla penetrazione, rilevando il numero colpi (N), necessari per la penetrazione di 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm. Il valore di NSPT, è stato ottenuto effettuando la somma dei colpi rilevati per il 2° e il 3° tratto.

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S1	5.50	10	16	23	39	chiusa	durissimo
	13.50	15	34	46	80	chiusa	durissimo

Tabella 3

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S2	7.50	14	16	21	37	chiusa	durissimo
	14.00	15	34	46	80	chiusa	durissimo

Tabella 4

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S3	6.50	6	8	10	18	chiusa	duro
	12.50	20	32	47	79	chiusa	durissimo

Tabella 5

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S1CA	8.30	20	29	35	64	chiusa	durissimo

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S2CA	8.50	9	13	19	32	chiusa	durissimo

Risultati analisi geotecniche di laboratorio

Di seguito si farà riferimento alle caratteristiche geotecniche dei campioni di materiale prelevati in cantiere:

- caratteristiche fisiche, proprietà indice e grandezze di stato (γ , γ_s , γ_d , γ_{sat} , e , n , S_r , w)
- analisi granulometriche, con descrizione AGI;
- determinazioni dei Limiti di Atterberg;
- prove di taglio diretto CD;
- prove di espansione laterale libera.

Indagini geofisiche

La campagna d'indagine geofisica ha previsto l'esecuzione di 8 stendimenti geofisici a rifrazione in onde P ed S, con metodologia MASW E Re.Mi.

Le caratteristiche dei 5 profili eseguiti, sono le seguenti:

Denominazione	Sorgente	Lunghezza profili	Distanza intergeofonica	Offset
Profilo 1	martello	36 m	1.5 m	6 m
Profilo 2	martello	36 m	1.5 m	6 m
Profilo 4	martello	34.5 m	1.5 m	9 m
Profilo 5	martello	34.5 m	1.5 m	3 m
Profilo 8	martello	34.5 m	1.5 m	3 m

Le stesse hanno prodotto i seguenti risultati:

Profilo 1 – $V_{s,30} = 354$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 2 – $V_{s,30} = 331$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 4 – $V_{s,30} = 314$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 5 – $V_{s,30} = 293$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 8 – $V_{s,30} = 273$ m/s Categoria di sottosuolo C

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

4. Modello geotecnico

Sulla scorta delle risultanze delle indagini indirette svolte e di dati provenienti da campagne geologiche effettuate nei pressi della zona di progetto (cfr. *Carta Geologica*), è stata effettuata la parametrizzazione geotecnica degli orizzonti litologici che costituiscono il terreno di fondazione delle opere da realizzare.

Gli elaborati stratigrafici e i certificati di laboratorio sono presenti nell'elaborato *Indagini geognostiche pregresse*.

Vista la natura dei terreni, non è presente la falda.

3.1 Modello geotecnico I

Per la costruzione di tale modello geotecnico, che si rifà al primo modello geologico, si sono utilizzati i dati provenienti da una perforazione effettuata circa 1.5 Km a nord-est di Monte Palino; più precisamente vengono utilizzati i parametri geotecnici del campione C1 prelevato durante la perforazione S1, qui di seguito riportati.

<i>Orizzonte</i>	<i>Litologia</i>	<i>Peso di volume γ (KN/m³)</i>	<i>Angolo di attrito Φ' (gradi)</i>	<i>Coesione c' (KN/m²)</i>	<i>Coesione non drenata c_u (KN/m²)</i>
I	Argilla limosa	19.95	23.9	3.65	158.41

Tabella 1

**da SPT 1 del sondaggio S2CA utilizzando la formula di Terzaghi e Peck (1948)*

Non avendo a disposizione informazioni dettagliate sugli spessori degli orizzonti litologici costituenti tale modello, viene utilizzata una modellazione geotecnica monostrato (fig.5), i cui terreni sono costituiti essenzialmente da argilla limosa appartenente alla formazione delle **Argille Subappennine (PQA)**.

Tale modello è valido per i versanti su cui è prevista la realizzazione dell'aerogeneratore PESPA08.

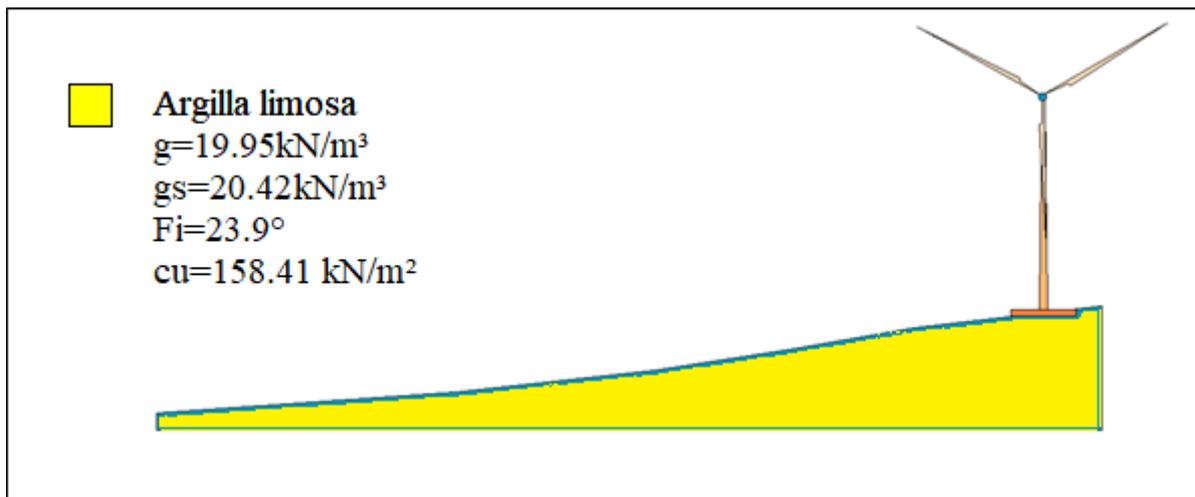


Fig.5-Modello geotecnico I

3.2 Modello geotecnico II

Tale modello è stato ricostruito in base alle informazioni desunte dalla sismica a rifrazione in onde P ed S B.S.2, da cui è possibile evidenziare la presenza di due strati afferenti alla formazione del **Flysch di Faeto (BCD)**; i parametri geotecnici utilizzati, di seguito riportati, provengono dai campioni C1 e C2 del sondaggio geognostico S2.

Orizzonte	Litologia	Peso di volume γ (KN/m ³)	Angolo di attrito Φ' (gradi)	Coesione c' (KN/m ²)	Coesione non drenata c_u (KN/m ²)
I	Argilla limosa	18.98	29	15.93	132.74
II	Argilla limosa	18.13	22.8	16.11	70.30

Tabella 2

Entrambe gli orizzonti litologici sono costituiti da argilla limosa; tale modello è valido per i versanti su cui è prevista la realizzazione degli aerogeneratori PESPA05 e PESPA07.

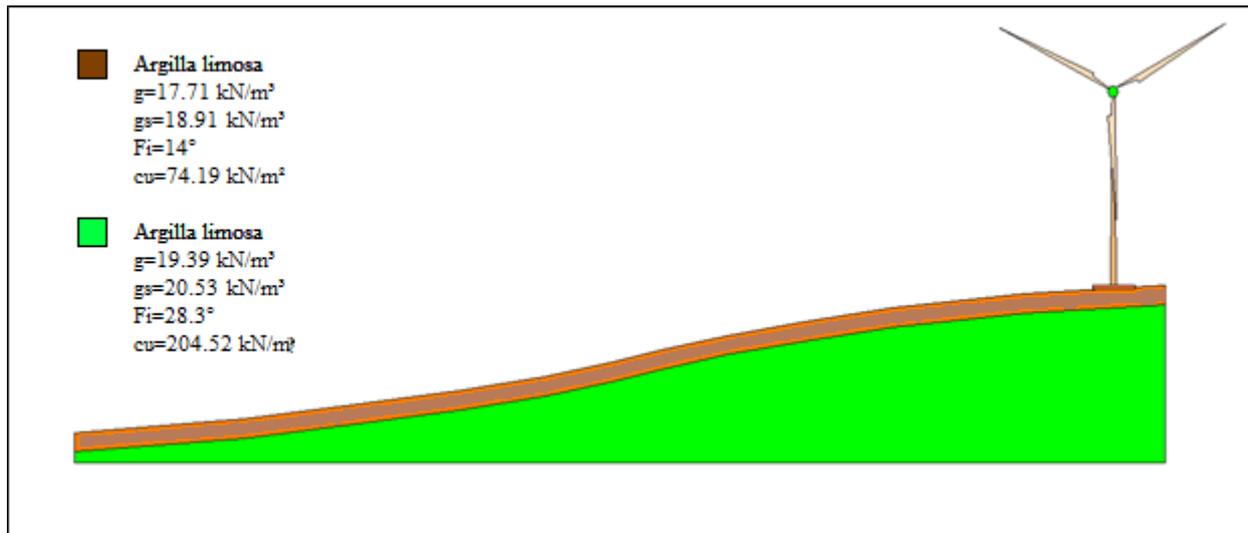


Fig.6-Modello geotecnico II.

3.3 Modello geotecnico III

Sulla base dei contatti stratigrafici presenti sulla carta geologica viene definito il III modello geotecnico, per cui il *Flysch di Faeto (BCD)* risulta sovrascorso dalle *Argille Subappennine (PQA)*; inoltre sono presenti spessori esigui di depositi fluviali terrazzati appartenenti ai *Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle (QT2)*. I parametri geotecnici utilizzati sono quelli provenienti dai campioni C1 e C2 del sondaggio S3; solo per lo strato superficiale costituito da depositi terrazzati vengono utilizzati parametri geotecnici bibliografici.

Orizzonte	Litologia	Peso di volume γ (KN/m ³)	Angolo di attrito Φ' (gradi)	Coesione c' (KN/m ²)	Coesione non drenata c_u (KN/m ²)
I	Sabbia ghiaiosa con limo	19.00*	36*	24*	-
II	Argilla limosa	20.96	21.28	20.1	143.44
III	Argilla limosa	17.71	14	20	140
IV	Argilla limosa	19.39	28.3	28	320

Tabella 3

*parametri geotecnici bibliografici

**da SPT 1 del sondaggio S2CA utilizzando la formula di Terzaghi e Peck (1948)

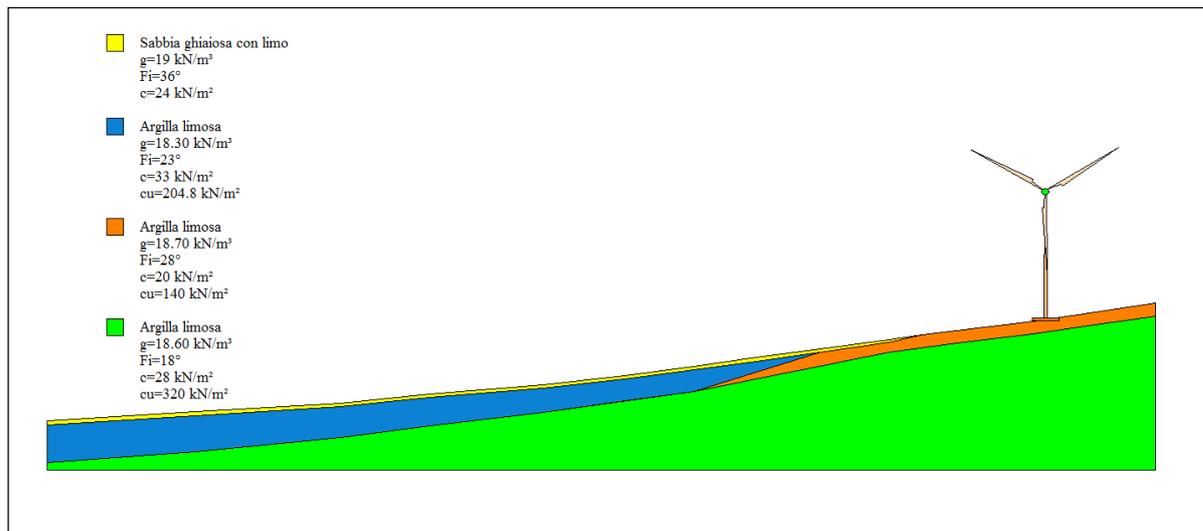


Fig.7-Modello geotecnico III.

tale modello è valido per i versanti su cui è prevista la realizzazione degli aerogeneratori PESPA04, PESPA06.

3.4 Modello geotecnico IV

Per la costruzione di tale modello geotecnico, che si rifà al primo modello geologico, si sono utilizzati i dati provenienti da una perforazione effettuata circa 1.5 Km a nord-est di Monte Palino; più precisamente vengono utilizzati i parametri geotecnici dei campioni C1 e C2 prelevati durante la perforazione S1, qui di seguito riportati.

Orizzonte	Litologia	Peso di volume γ (KN/m ³)	Angolo di attrito Φ' (gradi)	Coesione c' (KN/m ²)	Coesione non drenata c_u (KN/m ²)
I	Argilla limosa	19.95	23.9	3.65	158.41
II	Argilla limosa	20.96	20.1	46.02	143.44

Tale modello è valido per i versanti su cui è prevista la realizzazione dell'aerogeneratore PESPA03.

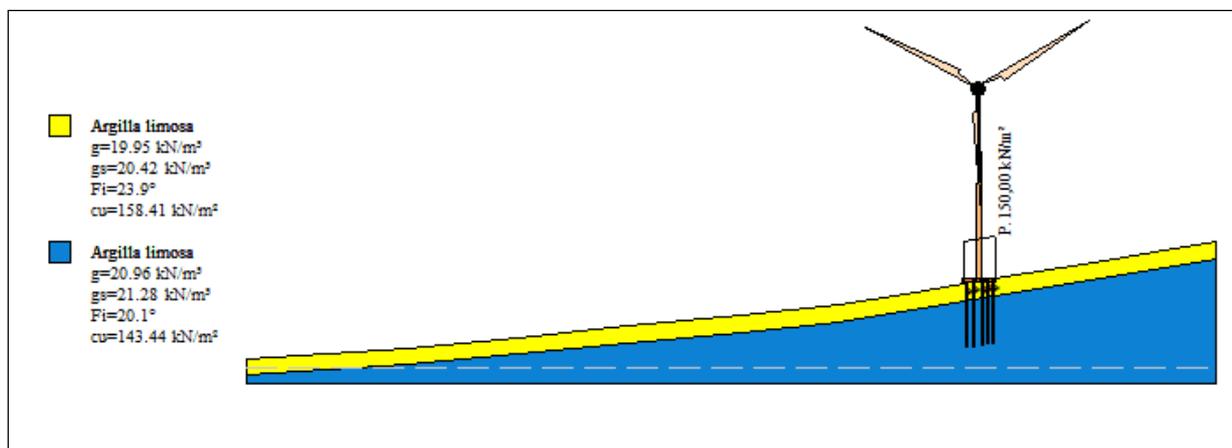


Fig.8-Modello geotecnico IV.

3.5 *Modello geotecnico V*

Per la costruzione di tale modello geotecnico, che si rifà al primo modello geologico, si sono utilizzati i dati provenienti da una perforazione effettuate; più precisamente vengono utilizzati i parametri geotecnici dei campioni C1 e C2 prelevati durante la perforazione S2CA, qui di seguito riportati.

<i>Orizzonte</i>	<i>Litologia</i>	<i>Peso di volume γ (KN/m³)</i>	<i>Angolo di attrito Φ' (gradi)</i>	<i>Coesione c' (KN/m²)</i>	<i>Coesione non drenata c_u (KN/m²)</i>
I	Argilla limosa	18.31	23.96	33.8	74.19
II	Limo argilloso	19.31	24.62	38.7	70.30

Tale modello è valido per i versanti su cui è prevista la realizzazione dell'aerogeneratore PESPA01 e PESPA02.

4. Verifiche analitiche della stabilità del pendio

Calcolo coefficienti sismici secondo la normativa 2018

L'analisi della stabilità dei pendii è stata eseguita utilizzando il metodo proposto da *Bishop*. È un metodo di analisi in condizioni di equilibrio limite che può essere utilizzato per la verifica della stabilità di pendii con geometria qualunque, con superfici di scivolamento circolari, piane o costruite arbitrariamente per punti tramite l'introduzione diretta delle coordinate.

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Le verifiche analitiche della stabilità dei pendii *ante e post operam* sono state effettuate considerando, per la definizione dell'azione sismica, lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (S.L.V.).

4.1 Applicazioni e risultati

Per quanto riguarda le verifiche di stabilità dei pendii su cui insisteranno gli aerogeneratori, il fattore di sicurezza minimo scaturito dalla verifica di stabilità *ante operam* è risultato accettabile (tale verifica è stata effettuata in regime di condizioni drenate); *post operam*, in condizioni drenate e non drenate, il fattore di sicurezza minimo è risultato anch'esso accettabile.

Le verifiche hanno portato alla conclusione che il "pendio" *ante e post operam* risulta stabile.

Di seguito si riportano in formato tabellare i valori dei coefficienti di sicurezza minimi scaturiti dalle verifiche effettuate, la cui parte analitica è consultabile nel relativo elaborato: *Verifiche analitiche della stabilità dei pendii*.

Sezione in corrispondenza dell'aerogeneratore	Fs minimo		
	<i>ante operam</i> <i>condizioni drenate</i>	<i>post operam</i> <i>condizioni drenate</i>	<i>post operam</i> <i>condizioni non drenate</i>
PESPA03	2.02	1.52	1.26
PESPA04	1.78	1.24	1.70
PESPA05	2.9	2.216	2.7
PESPA06	1.417	1.234	1.339
PESPA07	2.35	1.81	1.47
PESPA08	1.36	1.36	1.72

5. Considerazioni conclusive

Gli stendimenti sismici a rifrazione effettuati hanno fornito valori delle velocità delle onde P ed S relativi ai terreni attraversati dalle stesse, inoltre ci restituiscono indicazioni sugli spessori dei litotipi in questione, oltre al calcolo indiretto dei parametri dinamici.

Si fa presente che, vista la mancanza di indagini dirette sui terreni oggetto di studio, lo scrivente, ha utilizzato, come da normativa, parametri geotecnici ottenuti da campagne geognostiche pregresse effettuate nei territori limitrofi e su terreni appartenenti alle stesse formazioni geologiche presenti nell'area di progetto con caratteristiche geotecniche simili. In base a tali dati si sono ricostruiti i modelli geotecnici.

Sono state effettuate le verifiche analitiche di stabilità dei versanti con pendenze superiori al 10%, escludendo pertanto la verifica sugli aerogeneratori PESPA01 e PESPA02.

L'analisi, non è stata limitata solamente a volumi di terreno della parte del pendio prossima alle opere in progetto, ma è stata estesa a porzioni più ampie degli stessi versanti, ricercando le superfici di scivolamento nei tratti più sfavorevoli, ovvero nei tratti con maggiori pendenze e all'interno degli orizzonti superficiali.

Le verifiche *ante operam* sono state eseguite in regime di condizione drenate a differenza di quelle *post operam* effettuate sia in regime di condizioni drenate che in regime di condizioni non drenate.

Dalle analisi effettuate risulta che per i pendii studiati è risultata sempre soddisfatta la condizione di stabilità minima $Ed \leq Rd$.

Si consiglia di eseguire sul sito di progetto, in uno *step* progettuale successivo, perforazioni geognostiche con prelievo di campioni indisturbati da inviare in laboratorio geotecnico, in modo da poter ottenere riscontro dei parametri geotecnici utilizzati.