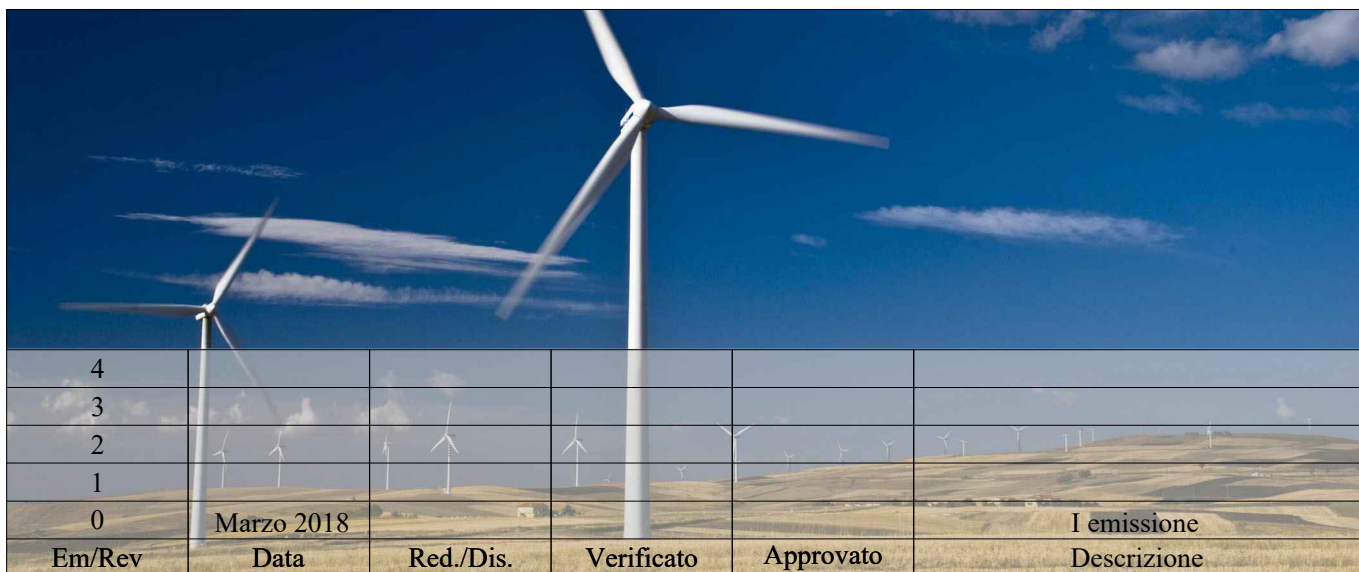


COMUNE DI CERIGNOLA
PROVINCIA DI FOGGIA

PROGETTO DEFINITIVO
DI UN PARCO EOLICO
"CERIGNOLA VENETA SUD"



Em/Rev	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	I emissione Descrizione
4					
3					
2					
1					
0	Marzo 2018				



Redazione: SIT&A srl - Studio di Ingegneria Territorio e Ambiente
Sede legale: via C. Battisti n. 58 - 73100 LECCE - sito web: www.sitea.info e-mail: info@sitea.info

Sede operativa: O. Mazzitelli n. 264 - 70124 BARI Tel./Fax 080/9909280 e-mail: sedebari@sitea.info

Titolo:	RELAZIONE GEOTECNICA	All.:	02B
Committente:	VENETA ENERGIA S.r.l. con sede in Via I. Maggio n. 4 I - 31024 Ormelle (TV) P.I. 03954830281	Identificatore:	PDALL02B
		Cod.:	F20-17

Progettazione:	 <i>Tommaso Farennga</i>	SIT&A srl Studio di Ingegneria Territorio e Ambiente dott. ing. Tommaso FARENGA
Consulenze e collaborazioni:	geom. L. Caputo - geom. D. Ruggiero - ing. R. Iaccarino - ing. M. Marrazzo - arch. M.E. Di Giorgio - ing. G. Nuzzo	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. PERICOLOSITÀ SISMICA.....	2
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO	11
4. Vs30 e PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO	21
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO	30
6. CONCLUSIONI.....	32

1. PREMESSA

La presente costituisce la relazione geotecnica e geosismica del progetto per la realizzazione di un parco eolico ubicato a Sud-Ovest dell'abitato di Cerignola (FG), nelle località Incorvera, Tre Titoli, Ciminarella e Cafora. Il parco eolico in progetto sarà collegato alla stazione di consegna ubicata in località Mass. Paletta (in agro di Cerignola) a nord dell'abitato.

2. PERICOLOSITÀ SISMICA

L'area in esame viene individuata geograficamente dalle seguenti coordinate (cfr. Fig.1):

- latitudine 41,2322 longitudine 15,8340 (AG VS05-VS07);
- latitudine 41,2375 longitudine 15,7990 (AG VS01-VS04);
- latitudine 41,1860 longitudine 15,8344 (AGVS14 ÷ VS19);
- latitudine 41,2322 longitudine 15,8340 (AG VS08÷ VS13).

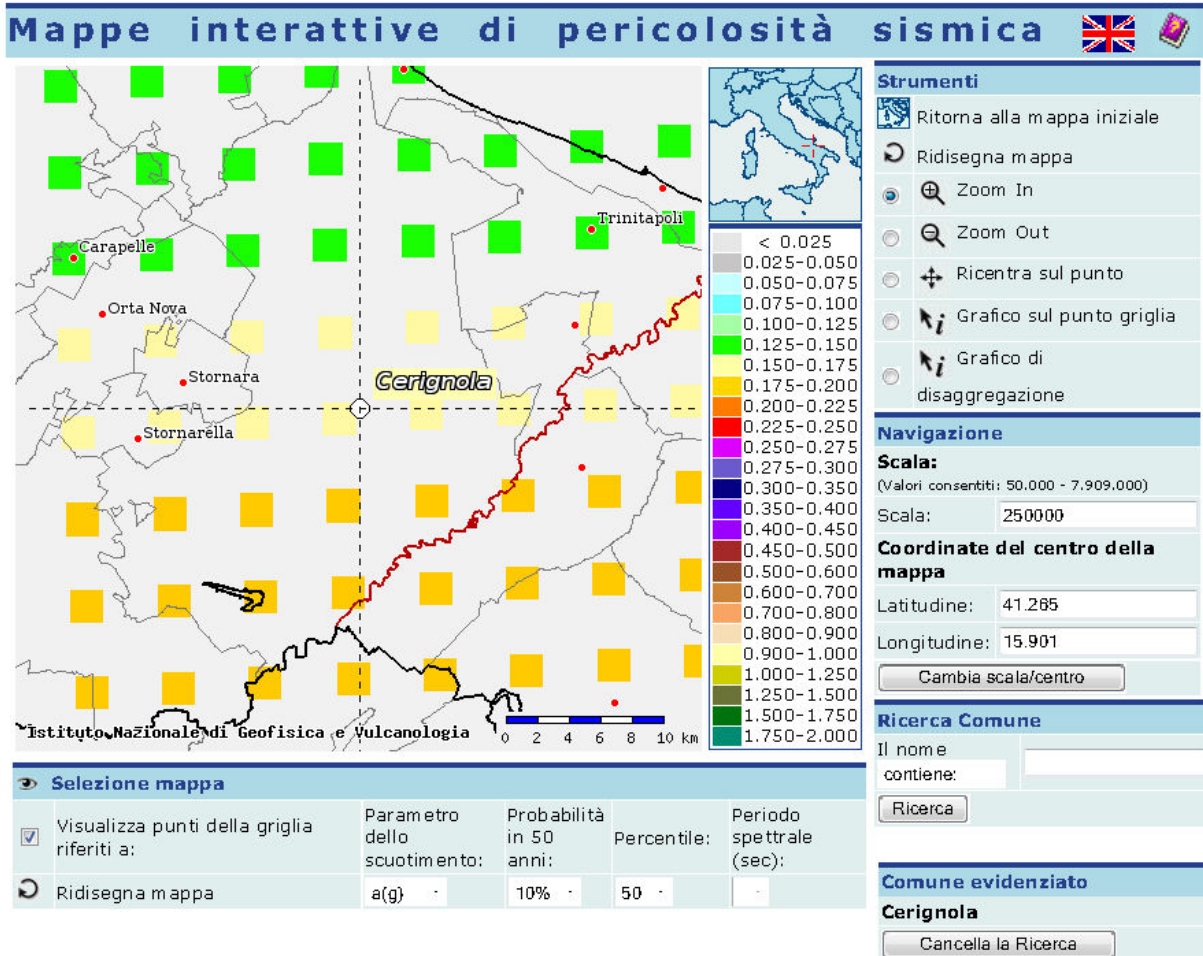


Fig.1– Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (Ordinanza 3519-06)

Nella maglia elementare della griglia della Mappa di pericolosità sismica, l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, dell'area in esame a NO di Cerignola, è compresa tra 0,150 e 0,200 (ag/g suoli molto rigidi).

2.1 Azione sismica di progetto ai sensi del DM 14/01/08

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, sia di esercizio che ultimi, 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 (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa

corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Per i due nodi del reticolo di riferimento, i parametri a_g , F_0 ⁽¹⁾, T^*_C ⁽²⁾ si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- F_0 , T^*_C i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC-08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Poiché le forme spettrali previste dalle NTC-08 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento, occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- la probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{vR} associata allo stato limite di salvaguardia della Vita (SLV), per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, la corrispondente azione sismica.

Per quanto riguarda i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_C che scaturiscono per il periodo di ritorno T_R associato allo stato limite SLV, i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_C sono quelli mostrati nelle Tab.1÷4, in corrispondenza delle zone di riferimento degli AG divisi in quattro gruppi (VS01÷VS04; VS05÷VS07; VS08÷VS13 e VS14÷VS19).

⁽¹⁾ F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

⁽²⁾ T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Tab.1 - CERIGNOLA Sud (AG VS01÷VS04)

Sito in esame.

latitudine: 41,250333
longitudine: 15,820239
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31226	Lat: 41,2612	Lon: 15,8183	Distanza: 1221,830
Sito 2 ID: 31227	Lat: 41,2599	Lon: 15,8848	Distanza: 5495,600
Sito 3 ID: 31449	Lat: 41,2099	Lon: 15,8829	Distanza: 6906,043
Sito 4 ID: 31448	Lat: 41,2112	Lon: 15,8165	Distanza: 4358,114

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,176 g
Fo: 2,490
Tc*: 0,394 [s]

Tab.2 - CERIGNOLA Sud (AG VS05÷VS07)

Sito in esame.

latitudine: 41,222708
longitudine: 15,776981
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31447 Lat: 41,2126 Lon: 15,7500 Distanza: 2519,149
Sito 2 ID: 31448 Lat: 41,2112 Lon: 15,8165 Distanza: 3543,709
Sito 3 ID: 31226 Lat: 41,2612 Lon: 15,8183 Distanza: 5500,041
Sito 4 ID: 31225 Lat: 41,2626 Lon: 15,7518 Distanza: 4907,783

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,181 g
Fo: 2,482
Tc*: 0,394 [s]

Tab.3 - CERIGNOLA Sud (AG VS08÷VS13)

Sito in esame.

latitudine: 41,228064
longitudine: 15,852423
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31448	Lat: 41,2112	Lon: 15,8165	Distanza: 3538,670
Sito 2 ID: 31449	Lat: 41,2099	Lon: 15,8829	Distanza: 3253,699
Sito 3 ID: 31227	Lat: 41,2599	Lon: 15,8848	Distanza: 4449,435
Sito 4 ID: 31226	Lat: 41,2612	Lon: 15,8183	Distanza: 4663,766

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,180 g
Fo: 2,498
Tc*: 0,381 [s]

Tab.4 - CERIGNOLA Sud (AG VS14÷VS19)

Sito in esame.

latitudine: 41,1931969653071
 longitudine: 15,841265753783
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31448	Lat: 41,2112	Lon: 15,8165	Distanza: 2883,526
Sito 2 ID: 31449	Lat: 41,2099	Lon: 15,8829	Distanza: 3945,157
Sito 3 ID: 31671	Lat: 41,1599	Lon: 15,8810	Distanza: 4976,955
Sito 4 ID: 31670	Lat: 41,1613	Lon: 15,8146	Distanza: 4192,943

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,189 g
 Fo: 2,509
 Tc*: 0,364 [s]

2.2 Risposta sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, riportate di seguito.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità. La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = 30 / \sum (h_i / V_{s,i})$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in m) dello strato i -esimo compreso nei primi 30 metri di profondità e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo (in m/sec).

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

Per le prime cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definite nel paragrafo seguente. Per sottosuoli appartenenti alle categorie S1 ed S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno. Sulla base dei valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità emersi dalle indagini sismiche eseguite, la categoria di sottosuolo riferita alla quota del piano campagna attuale dell'area in esame è C (punto 3.2.2 Tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008), rispettivamente:

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

(ovvero $15 < NSPT, 30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu, 30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

2.3 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A, i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tabella, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica ⁽³⁾	ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1
T2	in corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	in corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	in corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

⁽³⁾le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO

Come detto in precedenza, il parco eolico è costituito da 12 aerogeneratori con relative opere annesse ed interconnessione alla rete di distribuzione.

Lo studio geotecnico viene redatto in ottemperanza alla Legge 2 febbraio 1974, n.64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” ed al D.M. 14/01/2008.

Inoltre, viene redatto in conformità della disciplina del procedimento unico di autorizzazione con D.G.R. Regione Puglia n.3029/10 del 28 dicembre 2010, secondo quanto esplicitato all’art. 27 del D.P.R. n. 554/1999 e secondo il D.M. 18 settembre 2010 con cui il Ministero dello Sviluppo Economico approva le “Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”.

L’acquisizione dei dati geotecnici è stata ottenuta mediante una campagna di indagini, svolta con la finalità di ricostruire l’assetto litostratigrafico del sottosuolo e di definire la struttura ed i caratteri fisici dello stesso, che ha integrato i dati di superficie emersi dal rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio.

Le indagini geognostiche sono consistite in:

località	Sondaggio a carotaggio continuo		Analisi di laboratorio	SPT	Down-Hole DH	
	Denominazione	profondità			denominazione	profondità
Mass.Palmieri	S1-DH1	30	2ind	2	1	30
Posta Cerina	S2-DH2	30	3ind	2	2	30

In particolare, le indagini indirette (indagini geofisiche) sono state eseguite per caratterizzare sismicamente il sottosuolo e definire, mediante la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità (V_{s30}), la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell’azione sismica di progetto.

3.1 Campagna geognostica

Per definire il modello geologico e geotecnico dell’area è stata eseguita la seguente campagna di indagini:

- n. 5 (cinque) sondaggi a carotaggio continuo, della lunghezza di 30 ml, attrezzati con tubazione in pvc del diametro di 80 mm, di cui i primi quattro in zona parco (S1÷S4 di

Tav.G1) e il quinto (S5 di Tav.G2) a nord, nei pressi della stazione elettrica di consegna;

- n. 10 (dieci) prove penetrometriche dinamiche tipo SPT;
- n. 10 prelievi di campioni indisturbati;
- n. 10 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati (determinazione proprietà indici, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), Prova di taglio diretto CD;
- n. 5 (cinque) prove Down-Hole (DH1÷DH5) nei rispettivi fori di sondaggio S1÷S5 di Tavv.G1 e G2.

località	Sondaggio a carotaggio continuo		Analisi di laboratorio	SPT	Down-Hole DH1÷DH5	
	Denominazione	profondità			denominazione	profondità
Tretitoli	S1	30	2ind	2	DH1	30
Incorvera	S2	30	1ind	1	DH2	30
Pozzo monaco	S3	30	2ind	1	DH3	30
Pavoni	S4	30	2ind	4	DH4	30
Posta Cerina	S5	30	3ind	2	DH5	30

Sondaggi geognostici

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 di materiale ed il minimo disturbo; il diametro del carotiere è stato di 101 mm. Le pareti del foro sono state rivestite con tubazione del diametro di 127 mm, atto cioè all’inserimento del carotiere (80 mm) per tutta la profondità del sondaggio.

Le “carote” estratte con le manovre di carotiere, sono state ordinatamente sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio.

Le prove penetrometriche SPT, sono state eseguite con il campionatore standard a punta chiusa (conica). Le carote di terreno, man mano estratte dal carotiere, sono state conservate in cassette catalogatrici di plastica (ogni cassetta consente di conservare 5 spezzoni di un metro). I fori sono stati rivestiti con tubazione in PVC (diametro 80 mm) per le prove sismiche in foro.

Il sondaggio **S1** (WTG84 UTM33N: 563977.56E, 4562584.56N) eseguito in località Tretitoli ha rilevato la seguente litostratigrafia:

metri	Unità geologica	descrizione
0,0-1,0		Terreno vegetale
1,0-21,8	ODN	Conglomerato in matrice sabbioso-limoso, molto addensata, talvolta clastosostenuto. Sono presenti strati sottili e medi di sabbia limosa e strati arenacei

21,8-30,0	STQ	Sabbie limose e limi argilloso sabbiosi, da 26 m la colorazione passa da avana a grigio azzurra
-----------	------------	---

Il sondaggio **S2** (WTG84 UTM33N: 568143.52E, 4565607.67N) eseguito in località Incorvera ha rilevato la seguente litostratigrafia:

metri	Unità geologica	descrizione
0-0,8		Terreno vegetale
0,8-5,0	e3	Sabbie limose argillose con intercalazioni di ciottoli
5,0-12,0	ODN	Conglomerato in matrice sabbioso-limosa talvolta clastosostenuto. Sono presenti strati sottili di limi argillosi (a 10,00 acqua)
12,0-18,8	ODN	Alternanza di livelli di sabbia limoso argillosa e argilla sabbiosa
18,8-29,7	ODN	Conglomerato in matrice siltoso limosa, con intercalazioni di strati sottili di sabbie. Da 20,60 a 23,40 m strato sabbioso
29,7-30,0	STQ	Sabbia limoso argillosa di colore dall'avana al giallo chiaro

Il sondaggio **S3** (WTG84 UTM33N: 571851.73E, 4559956.22N) eseguito in località Pozzo Monaco ha rilevato la seguente litostratigrafia:

metri	Unità geologica	descrizione
0-0,6		Terreno vegetale
0,6-6,0	ODN	Sabbia limosa con intercalazioni di livelli sabbiosi cementati e di argille
6,00-7,8	ODN	Conglomerato in matrice sabbioso limosa
7,8-20,1	ODN	Strati medi e sottili di sabbia limosa e strati sottili di conglomerati, costituiti da ciottoli di piccole dimensioni, in matrice sabbioso-limosa
20,1-30,0	STQ	Sabbia limoso argillosa mediamente addensata che passa, a 24.5 m, ad arenaria a granulometria medio-fine

Il sondaggio **S4** (WTG84 UTM33N: 571647.77E, 4563880.31N) eseguito in località Pavoni ha rilevato la seguente litostratigrafia:

metri	Unità geologica	descrizione
0,0-5,0	ODN	sabbia limosa talvolta molto addensata, con strati sottili di calcareniti
5,0-7,6	ODN	Conglomerato clasto sostenuto in matrice sabbioso-limosa
7,6-12,6	ODN	Sabbia medio-fine mentre la matrice da mediamente a molto addensata, talvolta cementata, e argilla sabbioso-limosa con intercalazioni ciottolose di piccole dimensioni
12,6-30,0	STQ	Sabbia medio-fine mentre la matrice da mediamente a molto addensata, talvolta cementata, e argilla sabbioso-limosa

Il sondaggio S5 (WTG84 UTM33N: 577806.41E, 4581079.05N), eseguito in località Posta Cerina, ha rilevato la seguente litostratigrafia:

metri	Unità geologica	descrizione
0-1,0		Terreno vegetale
1,0-8,0	STQ	Sabbia limoso argillosa da poco a mediamente addensata
8,0-9,0	STQ	Conglomerato in matrice sabbioso-argillosa
9,0-27,8	STQ	Sabbie medie da poco a mediamente addensate e sabbie limoso argillose e intercalazioni di argille limose (da 24,00 a 25,00 m acqua)
27,8-30,0	STQ	Sabbie limose di colore grigio azzurro

LEGENDA

E3 - depositi palustri (Olocene) - sedimenti argilloso-sabbiosi di colore bruno nerastro con abbondante frazione organica

RPL - sintema del torrente Carapelle e Cervaro (Pleistocene sup.-Olocene) - sabbie limose con lenti ghiaiose di origine alluvionale; i depositi sono sopraelevati rispetto all'alveo del torrente Carapelle

STQ - Sabbie di Torre Quarto (Pleistocene medio) sabbie medie e fini di colore giallo oca, generalmente poco cementate, con intercalazioni di arenarie, argille e limi

ODN - Conglomerato di Ortona (Pleistocene medio) - ghiaie di medie e grandi dimensioni, clasto sostenute, con intercalazioni di sabbie e arenarie

Prove SPT

Nei fori di sondaggio S1÷S5 di Tavv.G1 e G2 sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (ASTM12-02-49a1586-67, ISSXIFE 1976) con campionatore tipo a punta conica, con dispositivo automatico dello sganciamento del maglio del peso di 63.5 kg ed altezza di caduta di 76 cm.

Le prove SPT sono state eseguite subito dopo il prelievo di campioni indisturbati.

I risultati delle prove SPT, riportati sulle stratigrafie dei sondaggi, hanno fornito una valutazione della resistenza alla penetrazione, rilevando il numero colpi (N), necessari per la penetrazione di 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm.

Il valore di N_{SPT} , è stato ottenuto effettuando la somma dei colpi rilevati per il 2° e il 3° tratto. La prova è stata sospesa quando il numero dei colpi N, per un tratto di 15 cm, è risultato superiore a 50 (rifiuto).

	Unità geologica	Profondità (m)	N _{spt}	Valutazione della consistenza
S1	ODN	4.5	23	molto consistente
	STQ	23.0	R	estrem. consistente
S2	ODN	15.5	36	estrem. consistente
S3	ODN	4.5	45	estrem. consistente
S4	ODN	5.0	75	estrem. consistente
	ODN	12.6	32	estrem. consistente
	ODN	20.0	66	estrem. consistente
	STQ	27.4	-	estrem. consistente
S5	STQ	6.0	33	Consistente

Bisogna tenere in adeguato conto che la punta conica sovrastima i valori di resistenza alla penetrazione.

Analisi geotecniche di laboratorio

Durante le operazioni di perforazione sono stati prelevati i campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio. Le prove di laboratorio sono state effettuate in ossequio alle normative vigenti (A.S.T.M., U.N.I., A.A.S.H.T.O, C.N.R. e B.S.) al fine di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione delle torri e della stazione di consegna. Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei campioni analizzati.

Profondità prelievo in m	campioni	località	Unità geologiche
4,00-4,50	C1-S1	Tretitoli	ODN
22,70-23,00	C2-S1		STQ
15,00-15,50	C1-S2	Incorvera	ODN
4,00-4,50	C1-S3	Pozzo monaco	ODN
21,20-21,60	C2-S3		STQ
12,10-12,60	C1-S4	Pavoni	ODN
25,50-25,80	C2-S4		STQ
5,50-6,00	C1-S5	Posta Cerina	STQ
13,00-13,50	C2-S5		STQ
29,00-29,40	C3-S5		STQ

Per tutti i campioni sono state ricavate le proprietà indice e quelle fisiche, che hanno permesso una loro prima classificazione.

campioni	Unità geologica	peso di volume (kN/mc)	Contenuto d'acqua (%)	classificazione granulometrica - descrizione AGI -
Camp1-S1	ODN	19,42	17,92	Sabbia con limo e argilla
Camp2-S1	STQ	19,22	21,24	Limo argilloso sabbioso
Camp1-S2	ODN	17,82	29,34	argilla con limo debolmente sabbiosa

Camp1-S3	ODN	18,54	15,37	Limo con sabbia e argilla
Camp2-S3	STQ	18,32	29,39	Argilla con limo debolmente sabbiosa
Camp1-S4	ODN	19,09	21,78	Limo con argilla debolmente sabbiosa
Camp2-S4	STQ	18,37	26,31	Limo con argilla debolmente sabbiosa
Camp1-S5	STQ	17,64	34,11	Argilla con limo e sabbia debolmente ghiaiosa
Camp2-S5	STQ	18,58	22,40	Limo con argilla sabbioso
Camp3-S5	STQ	19,47	24,75	Limo con argilla e sabbia

Sono state eseguite prove di taglio diretto in condizioni drenate (CD) con una velocità di deformazione di 0,004 mm/min che ha consentito la dissipazione delle pressioni interstiziali. I valori ricavati sono i seguenti:

campioni	Unità geologica	Angolo di attrito Φ (°)	Coesione efficace C'(kN/mc)
Camp1-S1	ODN	26.60	28.49
Camp2-S1	STQ	24.60	26.97
Camp1-S2	ODN	9.68	41.42
Camp1-S3	ODN	30.66	13.83
Camp2-S3	STQ	18.89	28.10
Camp1-S4	ODN	23.63	65.68
Camp2-S4	STQ	9.81	47.90
Camp1-S5	STQ	28.51	27.65
Camp2-S5	STQ	19.42	27.47
Camp3-S5	STQ	27.25	25.04

3.2 Indagini geofisiche

È stata effettuata una campagna geofisica consistente in 2 Prove Sismiche in Foro del tipo Down-Hole, in onde P e S, siglate D.H.1-2 (cfr. Tav.G1), in altrettanti perfori (S1 ed S2) opportunamente attrezzati con tubazione in PVC da 80 mm e riempimento con ghiaietto calibrato dell'intercapedine, siglati rispettivamente, all'uopo attrezzati fino alla profondità utile di 30 m.

La finalità delle indagini sismiche è in primo luogo di rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica - rifrattori - ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza.

Dalla sismostratigrafia ottenuta e con l'ausilio dei rapporti fra le velocità delle onde P e S, è possibile ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale

o la suscettibilità alla liquefazione di terreni saturi non coesivi e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (V_{s30}).

La strumentazione utilizzata è del tipo a 12-24 canali, modello Echo12-24 (anno 2002, aggiornato a 24 canali nel 2004) della AMBROGEO interfacciato con un computer portatile, con acquisizione digitale, funzione di incremento multiplo del segnale, tempi di acquisizione compresi tra 25 e 1000 msec, filtri in ingresso compresi tra 0 e 950 Hz (per eliminare le frequenze indesiderate) e monitoraggio del noise ambientale in continuo.

Le onde di tipo P (longitudinali) sono state generate mediante ripetuti colpi di una mazza battente (da 8 Kg) su di un piattello metallico posto orizzontalmente sul terreno, mentre le onde di tipo S (trasversali) sono state generate mediante l'utilizzo di un dispositivo sperimentale costituito da una struttura in ferro e legno, con facce verticali su cui colpire con la mazza, e con delle alette verticali poste alla base che, infisse per alcuni centimetri nel terreno, trasmettono un impulso di "taglio" al sottosuolo (evoluzione della tecnica "francese").

La tecnica utilizzata è consistita nel calare la sonda geofonica nel tubo, posizionandola a diverse profondità (con passo di misura di 1-2 m); per ogni profondità sono stati registrati i sismogrammi relativi ai due tipi di onde P e S. La distanza del punto di battuta (sorgente) dall'asse del foro è stata fissata in 1.0 m e di ciò se ne è tenuto conto per la correzione dei tempi di primo arrivo.

I sismogrammi sperimentali, registrati sul disco fisso del computer portatile in campagna, sono stati letti, elaborati ed interpretati utilizzando un procedimento informatico basato sull'utilizzo di un programma della Interpex Limited (Firstpix). I tempi di primo arrivo delle onde P e S e le relative velocità intervallari e verticali così ottenuti (ogni metro) sono riportati nelle tabelle mostrate nelle pagine seguenti ("dati sperimentali"). Le velocità "intervallari" V_p e V_s si riferiscono alla velocità delle onde in ogni tratto di foro indagato; le velocità "verticali" V_p e V_s sono le velocità apparenti misurate dal piano campagna fino alla relativa profondità.

Correlando le risultanze delle prove sismiche in foro con quanto ottenuto dalle relative stratigrafie dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo, è stato possibile definire un modello sismostratigrafico sintetico del sottosuolo per ciascuna postazione di sondaggio, tenendo conto pertanto sia delle litologie, sia dei valori di velocità delle onde sismiche rilevati; con questi ultimi è stato possibile, in definitiva, caratterizzare dal punto di vista elastico-dinamico il sottosuolo

indagato ricavando un modello sismostratigrafico a più strati valido per l'intorno di ciascun perforo indagato.

In particolare, nel grafico relativo al **D.H.1** si deve sottolineare che:

- i bassi valori di velocità sia per le onde P che per le onde S fino a 2 m e i valori piuttosto irregolari da 2 m fino a 22 m (con un “gradino” intorno a 18 m) nel sismostrato 1;
- i valori di velocità più regolari per le onde S ma ancora irregolari per le onde P nel sismostrato 2.

Nel grafico relativo al **D.H.2** si deve sottolineare che:

- i valori di velocità gradualmente crescenti sia per le onde P che per le onde S nel sismostrato 1;
- i valori di velocità all'incirca costanti sia per le onde P che per le onde S nel sismostrato 2, tranne che nel tratto compreso tra 8 e 10 m dove si osserva una marcata riduzione dei valori;
- i valori di velocità gradualmente crescenti per le onde P, mentre per le onde S risultano all'incirca costanti fino a 20 m (dove si osserva un gradino verso il basso) per poi crescere gradualmente nel sismostrato 3.

Nel grafico relativo al **D.H.3** si deve sottolineare che:

- i bassi valori di velocità per le onde S che per le onde P fino a 4 m, per poi aumentare nettamente fino a 6 m, nel sismostrato 1;
- i valori piuttosto elevati di velocità sia delle onde P che delle onde S nel sismostrato 2;
- i valori di velocità dall'andamento piuttosto irregolare sia delle onde P che delle onde S nel sismostrato 3.

Nel grafico relativo al **D.H.4** si deve sottolineare che:

- i bassi valori di velocità per le onde S che per le onde P (tranne che nel tratto compreso tra 4 e 5 m) nel sismostrato 1;
- i valori piuttosto irregolari di velocità sia delle onde P che delle onde S (con un “gradino” intorno a 9 m) nel sismostrato 2;
- i valori poco irregolari di velocità sia delle onde P (che si mantengono piuttosto bassi) che delle onde S nel sismostrato 3.

Per il **D.H.5** infine, si rilevano:

- valori di velocità irregolarmente crescenti sia per le onde P che per le onde S nel sismostrato 1;

- valori di velocità molto elevati sia per le onde P che per le onde S nel sismostrato 2;
- valori di velocità sia delle onde P che delle onde S piuttosto modesti fino a 18 m e poi irregolarmente crescenti fino a fine foro nel sismostrato 3.

Considerando i valori di velocità delle onde sismiche P e S ottenuti nelle prove sismiche in foro eseguite, per ciascuno dei sismostrati, sono stati ricavati i moduli dinamici del sottosuolo in esame; tali parametri sono: il Coefficiente di Poisson (ν), il Modulo di Young (E, in Kg/cm²), il Modulo di Taglio (G, in Kg/cm²) e il Modulo di Incompressibilità (K, in Kg/cm²). Nella tabella di seguito riportata sono mostrati i valori calcolati, arrotondati, assumendo come valore di peso di volume (γ in g/cm³) dei diversi strati il valore di 2 g/cm³:

D.H.1 (S1)	Unità geologica	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	v	□ (g/cm³)	E (Kg/cm²)	G (Kg/cm²)	K (Kg/cm²)
sismostrato 1 (0-22)	ODN	1390	410	0.45	2.0	10000	3400	35000
sismostrato 2 (22-30)	STQ	1900	620	0.44	2.0	23000	7800	63000
D.H.2 (S2)	Unità geologica	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	□	□ (g/cm³)	E (Kg/cm²)	G (Kg/cm²)	K (Kg/cm²)
sismostrato 1 (0-5)	e3	720	210	0.45	2.0	2900	900	9400
Sismostrato 2 (5-12)	ODN	610	290	0.35	2.0	4600	1700	5300
Sismostrato 3 (12-30)	ODN	1540	450	0.45	2.0	12000	4100	43000
D.H.3 (S3)	Unità geologica	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	□	□ (g/cm³)	E (Kg/cm²)	G (Kg/cm²)	K (Kg/cm²)
sismostrato 1 (0-6)	ODN	800	230	0.45	2.00	3100	1100	12000
sismostrato 2 (6-8)	ODN	2380	470	0.48	2.00	13000	4500	110000
sismostrato 3 (8-30)	ODN/STQ	1420	410	0.45	2.00	10000	3400	37000
D.H.4 (S4)	Unità geologica	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	□	□ (g/cm³)	E (Kg/cm²)	G (Kg/cm²)	K (Kg/cm²)
sismostrato 1 (0-6)	ODN	910	260	0.46	2.00	4000	1400	15000
sismostrato 2 (6-20)	ODN	1080	320	0.45	2.00	6100	2100	21000
sismostrato 3 (20-30)	STQ	1010	410	0.40	2.00	9600	3400	16000
D.H.5 (S5)	Unità geologica	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	v	□ (g/cm³)	E (Kg/cm²)	G (Kg/cm²)	K (Kg/cm²)
sismostrato 1 (0-8)	STQ	750	270	0.43	2.00	4200	1500	9000
sismostrato 2 (8-9)	STQ*	2410	570	0.47	2.00	19000	6600	110000
sismostrato 2 (9-30)	STQ	1220	370	0.45	2.00	8100	2800	27000

4. Vs30 e PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

I valori di V_{s30} ottenuti dalle indagini sismiche sono stati calcolati così come previsto dalla recente normativa sismica [$V_{s30} = 30/\Sigma(h_i/V_{s_i})$ dove h_i = spessore medio in m dello strato iesimo, V_{s_i} = velocità onde S in m/sec dello strato iesimo]. Essi sono utilizzabili come parametri di riferimento per la classificazione del sottosuolo in esame.

indagine sismica	località	Vs30 (m/sec)	categoria di sottosuolo (punto 3.2.2 Tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008)
D.H.5	Posta Cerina	340	C

indagine sismica	località	Vs30 (m/sec)	categoria di sottosuolo (punto 3.2.2 Tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008)
D.H.1	Tretitoli	450	B
D.H.2	Incorvera	340	C
D.H.3	Pozzo Monaco	355	C
D.H.4	Pavoni	330	C
D.H.5	Posta Cerina	340	C

Le Tabb. 5÷8 riportano i parametri sismici per le tre zone di parco considerate, nell'ipotesi di categoria di terreno "C".

Tab.5 - CERIGNOLA Nord (AG VS01÷VS04)

Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,250333
 longitudine: 15,820239
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31226 Lat: 41,2612 Lon: 15,8183 Distanza: 1221,830
 Sito 2 ID: 31227 Lat: 41,2599 Lon: 15,8848 Distanza: 5495,600
 Sito 3 ID: 31449 Lat: 41,2099 Lon: 15,8829 Distanza: 6906,043
 Sito 4 ID: 31448 Lat: 41,2112 Lon: 15,8165 Distanza: 4358,114

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,044 g
 Fo: 2,522
 Tc*: 0,281 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,057 g
 Fo: 2,538
 Tc*: 0,297 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,176 g
 Fo: 2,490
 Tc*: 0,394 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,246 g
 Fo: 2,405
 Tc*: 0,415 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,644
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,843
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,440
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,061
Kv: 0,030
Amax: 2,481
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,092
Kv: 0,046
Amax: 3,239
Beta: 0,280

Tab.6 - CERIGNOLA Nord (AG VS05÷VS07)

Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,2227077898052
 longitudine: 15,7769806089552
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31447	Lat: 41,2126	Lon: 15,7500	Distanza: 2519,110
Sito 2 ID: 31448	Lat: 41,2112	Lon: 15,8165	Distanza: 3543,732
Sito 3 ID: 31226	Lat: 41,2612	Lon: 15,8183	Distanza: 5500,080
Sito 4 ID: 31225	Lat: 41,2626	Lon: 15,7518	Distanza: 4907,790

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,045 g
 Fo: 2,509
 Tc*: 0,284 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,058 g
 Fo: 2,537
 Tc*: 0,297 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,181 g
 Fo: 2,482
 Tc*: 0,394 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,255 g
 Fo: 2,394
 Tc*: 0,414 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,655
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,859
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,430
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,062
Kv: 0,031
Amax: 2,539
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,330
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,095
Kv: 0,047
Amax: 3,321
Beta: 0,280

Tab.7 - CERIGNOLA Nord (AG VS08÷VS13)

Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,228064121066
 longitudine: 15,852422943747
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31448 Lat: 41,2112 Lon: 15,8165 Distanza: 3538,673
 Sito 2 ID: 31449 Lat: 41,2099 Lon: 15,8829 Distanza: 3253,711
 Sito 3 ID: 31227 Lat: 41,2599 Lon: 15,8848 Distanza: 4449,427
 Sito 4 ID: 31226 Lat: 41,2612 Lon: 15,8183 Distanza: 4663,753

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,044 g
 Fo: 2,526
 Tc*: 0,281 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,058 g
 Fo: 2,528
 Tc*: 0,296 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,180 g
 Fo: 2,498
 Tc*: 0,381 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,254 g
 Fo: 2,389
 Tc*: 0,412 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,644
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,852
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,430
Cc: 1,440
St: 1,000
Kh: 0,062
Kv: 0,031
Amax: 2,523
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340
Cc: 1,410
St: 1,000
Kh: 0,095
Kv: 0,048
Amax: 3,332
Beta: 0,280

Tab.8 - CERIGNOLA Nord (AG VS14÷VS19)

Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,193197
 longitudine: 15,841266
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31448 Lat: 41,2112 Lon: 15,8165 Distanza: 2883,538
 Sito 2 ID: 31449 Lat: 41,2099 Lon: 15,8829 Distanza: 3945,137
 Sito 3 ID: 31671 Lat: 41,1599 Lon: 15,8810 Distanza: 4976,945
 Sito 4 ID: 31670 Lat: 41,1613 Lon: 15,8146 Distanza: 4192,957

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,044 g
 Fo: 2,525
 Tc*: 0,282 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,060 g
 Fo: 2,511
 Tc*: 0,294 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,189 g
 Fo: 2,509
 Tc*: 0,364 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,268 g
 Fo: 2,364
 Tc*: 0,410 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,653
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,877
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,420
Cc: 1,470
St: 1,000
Kh: 0,064
Kv: 0,032
Amax: 2,632
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,320
Cc: 1,410
St: 1,000
Kh: 0,099
Kv: 0,050
Amax: 3,471
Beta: 0,280

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

L'area di pertinenza del parco eolico è contraddistinta da un substrato così rappresentato:

- Ghiaie poligeniche ad elementi di medie e grandi dimensioni in matrice sabbiosa fortemente cementata (ODN).
- Sabbie fini e argille di colore grigio e giallo ocraceo per alterazione in matrice irregolarmente cementata (STQ).

Su tutta l'area in esame la superficie è coperta da suolo agrario di spessore non superiore al metro. Le ghiaie poligeniche rappresentano la formazione affiorante nella maggior parte delle zone di ubicazione degli aerogeneratori.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito (dirette ed indirette) disponibili e del rilievo geologico di dettaglio, in riferimento agli AG VS01, VS03÷VS08 e VS11÷VS19 è possibile fare riferimento al seguente modello geotecnico-stratigrafico indicativo.

descrizione	spessore	$\gamma(\text{KN/m}^3)$	$\phi(^{\circ})$	$c'(\text{KN/m}^2)$
ghiaie in matrice sabbiosa cementata	11÷35 m	20	30	10
argille mediamente addensate e piuttosto compatte	variabile	19	23	30

In riferimento all'AG VS02 è possibile fare riferimento al seguente modello geotecnico-stratigrafico indicativo.

descrizione	spessore	$\gamma(\text{KN/m}^3)$	$\phi(^{\circ})$	$c'(\text{KN/m}^2)$
sedimenti argilloso-limosi superficiali	18 m	18	21	10
ghiaie in matrice sabbiosa cementata	9 m	20	30	10
sabbie fini mediamente addensate, con livelli argillosi	variabile	18	25	10

In riferimento agli AG VS09 e VS10 è possibile fare riferimento al seguente modello geotecnico-stratigrafico indicativo.

descrizione	spessore	$\gamma(\text{KN/m}^3)$	$\phi(^{\circ})$	$c'(\text{KN/m}^2)$
sabbie fini e argille poco addensate	20 m	19	28	10

I due modelli stratigrafici di sintesi, precedentemente esposti, conducono alle seguenti scelte tipologiche fondazionali di massima.

Con riferimento agli AG VS01 e VS03÷VS08 e VS11÷VS19 è possibile considerare fondazioni dirette a piastra rigida, data la presenza di uno spessore medio di conglomerati consistenti di circa 9-11m.

Con riferimento agli AG VS02, VS09 e VS10 è preferibile considerare fondazioni profonde rappresentate da pali di medio e grande diametro nelle sabbie mediamente addensate di spessore medio pari a circa 20 m. In ogni caso saranno i risultati di prove in situ e di laboratorio a confermare o meno tale ipotesi.

Per quanto riguarda la profondità di livello statico delle acque di falda dal piano campagna degli aerogeneratori, dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi censiti, si possono considerare le seguenti zone-tipo:

- Zona AG VS01: 25,0 m (falda freatica).
- Zona AG VS02 e VS05: 17,5 m (con rinvenimento a 20,0m) e 7,0m (falda freatica modesta).
- Zona AG VS06: 11,0 m (con rinvenimento a 23,0m) e 13,0m (falda freatica modesta).
- Zona AG VS07: 20,0 m (con rinvenimento a 23,5m).
- AG VS08 e VS11÷VS13 livello falda freatica -8 m; artesiani a -13 m con risalita a -8 m.
- AG VS09 e VS10 livello falda freatica -20 m; artesiani a -45 m con risalita a -20 m.
- AG VS14÷VS19 livello falda freatica -11 m; artesiani a -20m con risalita a -11 m.

Sottostazione finale

Falda poco significativa a -15 m e falda importante a -48 m con risalita a -4,5 m dal p.c.

6. CONCLUSIONI

L'area del parco eolico è compresa tra la Marana Castello (affluente in destra idraulica del Torrente Carapelle) a nord-ovest e le Marane Capacciotti di Fontanafigura, affluenti in sinistra idraulica del Fiume Ofanto, a sud-est. Il parco in particolare, dal punto di vista geografico e morfo-idrografico può essere suddiviso in due settori distinti. Il primo, occidentale ospita gli AG VS01÷VS07 e si sviluppa da Mass. Torricelli, a quota 130 m s.l.m., fino a Scuola Mass. Tre Titoli a quota 188 m s.l.m..

Il secondo settore, orientale, ospita gli AG VS08÷VS19 e si sviluppa da S.Stefano, a quota 156 m s.l.m., fino a Mass. Cafora Potenza a quota 195 m s.l.m..

L'intera area di parco eolico, con annesse infrastrutture ed opere di connessione, ricade all'interno del dominio morfologico-strutturale della Piana del Tavoliere.

Il progetto non prevede attingimenti di acque superficiali e/o sotterranee, né scarichi, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio o di dismissione dell'impianto.

Più in particolare nell'ambito dell'area di intervento si possono distinguere due settori separati su cui sono dislocati gli aerogeneratori di progetto, uno ubicato a nord-ovest, nel bacino idrografico della Marana Castello (T.Carapelle) e l'altro a sud-est, nel bacino della Marana di Fontanafigura (F.Ofanto).

Il cavidotto interrato di connessione si sviluppa su terreni pianeggianti con quote che diminuiscono gradatamente verso nord. Il cavidotto esterno ha origine dalla stazione di smistamento in località Torre di Puglia e si sviluppa verso nord, per circa 27 km fino alla stazione di consegna, ubicata in località Mass.Paletta, a nord dell'abitato di Cerignola.

L'intera area di progetto ricade in ambito agricolo e pertanto risulta caratterizzata dall'avvicendamento di terreni adibiti prevalentemente a vigneto ed uliveto e seminativo.

Dal punto di vista della stabilità, l'area è stabile poiché è sub-pianeggiante, ad eccezione delle sponde dei corsi d'acqua, e perché le condizioni litologiche e strutturali sono favorevoli (la carta della pericolosità geomorfologica del PAI non riporta infatti alcuna segnalazione in merito). Sono state individuate interferenze fra il cavidotto principale ed aree a pericolosità geomorfologica moderata (PG1), che non destano preoccupazioni in quanto trattasi di opera lineare di dimensioni assai modeste.

I modelli geotecnici sulla base dei quali dimensionare le opere di fondazione dovranno essere quanto più possibile di dettaglio, pertanto sarà opportuno eseguire indagini puntuali in sito (dirette ed indirette) ed analisi geotecniche di laboratorio.

Infatti, i modelli geotecnici riportati nel presente studio, pur determinati in aree geologicamente rappresentative, necessitano di un approfondimento anche in considerazione del fatto che le condizioni geologiche di aree così estese sono variabili e la profondità degli orizzonti può essere sensibilmente diversa.

Per quanto riguarda le opere da realizzare, gli aerogeneratori avranno fondazioni tali da trasmettere i carichi al terreno più competente, strutturalmente stabile; il cavidotto interno, che si dirama principalmente su strade vicinali, sarà per lo più interrato ai margini della viabilità. I tratti di nuova realizzazione del cavidotto e della viabilità di servizio che attraversano i fossi e torrenti verranno sistemati con tecniche non invasive per non alterare la funzionalità del reticolo idrografico e per non ridurre la sezione utile del reticolo idrografico.

In fase di esecuzione delle trincee per la posa in opera del cavidotto si adotteranno degli accorgimenti per evitare l'infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo e le acque di ristagno nelle trincee verranno opportunamente drenate.

L'analisi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici condotti in questa fase di studio conferma che le opere in progetto non modificheranno in alcun modo gli assetti geologici e geomorfologici dell'area, poiché non altereranno l'assetto piezometrico del sottosuolo, né la permeabilità del suolo, non influiranno negativamente sulla stabilità dell'area e non modificheranno la funzionalità del reticolo idrografico.

Bari, marzo 2018

SIT&A srl

ing. Tommaso Farenga