



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI MOTTOLA



COMUNE DI CASTELLANETA



Committente:



MOTTOLA WIND
ENERGY & INFRASTRUCTURE

GINOSA S.r.l.

P.IVA 13129970961
VIA DANTE 7 MILANO (MI)
C.A.P. 20123

Titolo del Progetto:

Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "MOTTOLA WIND" della potenza di 33 MW e relative opere connesse nei Comuni di Mottola (TA) e Castellaneta (TA)

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato:

R.10

Elaborato:

Relazione geotecnica e studio di compatibilità geomorfologica al PAI

SCALA:

N.A.

FOGLIO:

FORMATO:

A4

Nome file: UQZ0SW0_RelazioneGeotecnica-signed.pdf

Progettazione:



SIT&A SRL
Studio di Ingegneria Territorio e Ambiente
(ing. T. Farenga)

sede legale: via O. Dedonno 7, Lecce (LE)
sede operativa: via O. Mazzitelli 264, Bari (BA)

Mail: sedebari@sitea.info

Tel. 080/5798661

Gruppo di lavoro:

Ing. Farenga M.
Dott.ssa Giamportone G.
Ing. Nanocchio P.

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
00	14/02/2024	PRIMA EMISSIONE	MF	TF	TF



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	GEOLOGIA DELL'AREA	2
3	IDROGEOLOGIA.....	10
4	GEOTECNICA	12
5	PARAMETRI SISMICI DEL SITO IN STUDIO	16
6	TIPOLOGIA DI FONDAZIONE PER GLI AEROGENERATORI	19

APPENDICE

	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA AEROGENERATORI, CABINA E STAZIONE FINALE	30
--	---	-----------

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

1 PREMESSA

La presente relazione analizza i caratteri geotecnici dei terreni di fondazione delle opere relative ad un progetto per la realizzazione di un parco eolico costituito da n. 5 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a 6,6 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 33 MW e della relativa Sottostazione Utente, dove l'energia prodotta dagli aerogeneratori viene elevata in tensione da 30 a 36 kV, per poi essere avviata alla rete di distribuzione nazionale gestita da Terna.

In particolare ci si occupa dei problemi fondazionali degli aerogeneratori, strettamente connessi alla stratigrafia ed alla consistenza dei terreni. In assenza per ora di specifiche indagini puntuali, si è fatto riferimento a dati geostratigrafici desunti da indagini eseguite in aree vicine e a dati geotecnici rivenienti da Letteratura e da studi in aree contermini.

Le Figg.1-2-3 mostrano la localizzazione dei cinque aerogeneratori (Fig.1) e della cabina CEU (Fig.3) e il tracciato dei cavidotti interni e di quello esterno.

In Appendice A è riportata la documentazione fotografica delle opere principali del parco eolico di progetto

2 GEOLOGIA DELL'AREA

Le opere in esame ricadono nei Fogli 189 "Altamura", 190 "Monopoli", 201 "Matera" e 202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (cfr.Figg.4-5a-5b-5c).

In particolare, come si evince dalla Corografia di Fig.1, le strutture previste in progetto, fatta eccezione per il cavidotto esterno e la CEU, si distribuiscono in un'area compresa tra la Statale n.100 ad est e le località (da Nord a Sud) "Lemantine", "Semeraro" e "La Giunta" ad Ovest.

Le opere di progetto ricadono in un terrazzo morfologico ricadente nell'ambito della Murgia Tarantina Occidentale a quota variabile tra 250 e 300 m.slm.

Tale terrazzo coincide con una depressione strutturale allungata in direzione NNW-SSE a Nord dell'abitato di Mottola, che interessa le rocce carbonatiche dell'Avampaese, nella quale si sono depositi sedimenti del ciclo di riempimento della Fossa Bradanica e Depositi Marini Terrazzati (DMT).



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



Fig.1 – Corografia del Parco eolico di progetto

(in blu lineare spesso: cavidotto; \square C9 interferenze idrauliche; \leftarrow F17 punti fotografici;
in bordeaux: perimetri dei bacini scolanti, in blu lineare sottile: reticolo idrografico)

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

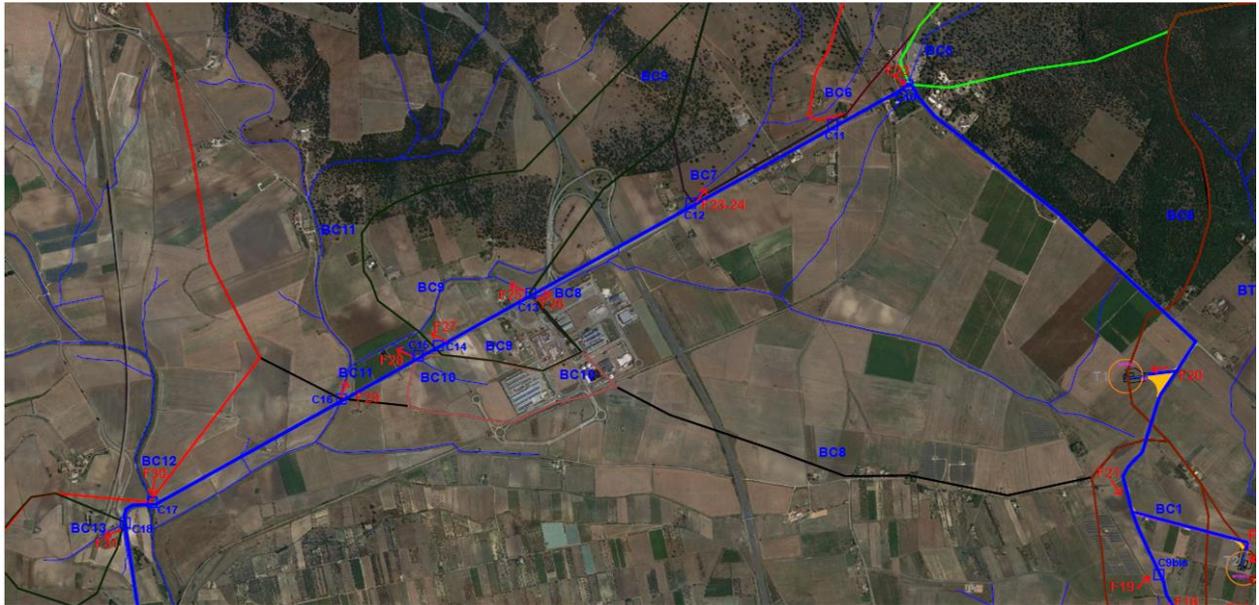


Fig.2 – Corografia del cavidotto esterno di progetto

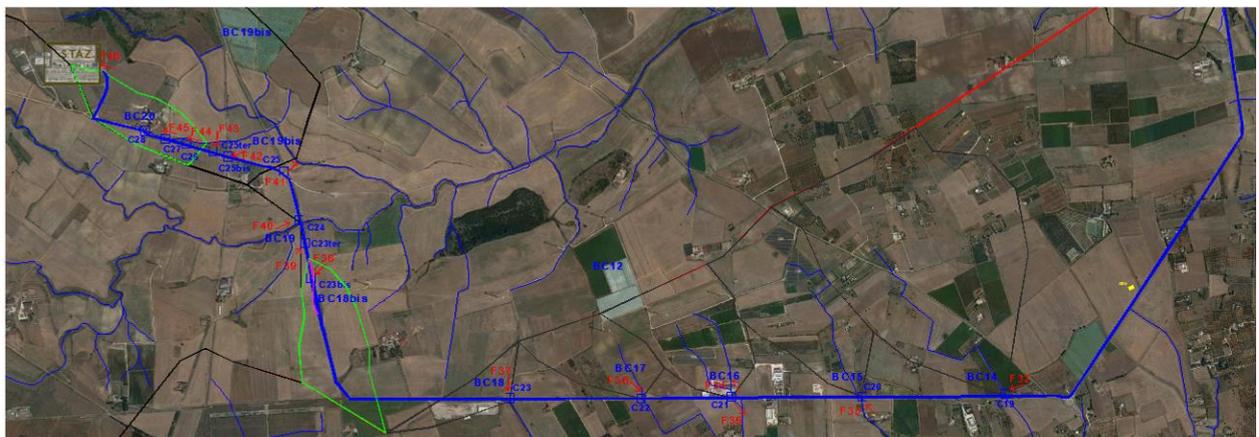


Fig.3 – Corografia del cavidotto esterno di progetto, della cabina e della stazione finale

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

L'assetto morfologico del territorio in esame, generalmente moderatamente ondulato, rispecchia l'assetto tabulare dei depositi plio-pleistocenici affioranti.

Il reticolo idrografico è ben sviluppato e caratterizzato da numerose linee di deflusso generalmente talora profonde..

Il ciclo trasgressivo pleistocenico si è svolto dando luogo ad una successione di sedimenti marini il cui spessore, variabile in funzione della profondità del substrato calcareo, raggiunge gli 80 m circa.

Come si evince dalla Relazione Geologica e Idrogeologica a firma del Dott. Saracino, nell'area in studio si riconosce il seguente assetto stratigrafico, dal basso verso l'alto:

- Calcari, calcari dolomitici e dolomie grigio chiare o bianco nocciola, la cui età è ascrivibile al Cretaceo inferiore.medio. questa formazione, nota in letteratura geologica con il nome di Dolomie di Galatina, rappresenta il basamento dei più recenti sedimenti plio-pleistocenici.
- Calcareniti bianco giallastre denominate Calcareniti di Gravina. Questa formazione è direttamente trasgressiva sui calcari cretacici e l'età è riferibile al pleistocene inferiore.
- Argille ed argille sabbiose grigio-azzurre (Argille Subappennine) datate Pleistocene inferiore.
- Depositi di terrazzo (DMT) datati Pleistocene medio-superiore.

Come si può notare dalla Planimetria geologica di Fig.4, nel territorio di stretto interesse affiorano esclusivamente depositi di età pleistocenica medio-superiore (DMT).

Dal punto di vista litologico i DMT sono costituiti essenzialmente da sabbie fini e medie di colore giallastro cui si alternano orizzonti di calcareniti e arenarie grigio-giallastre dello spessore di 15-30 cm.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

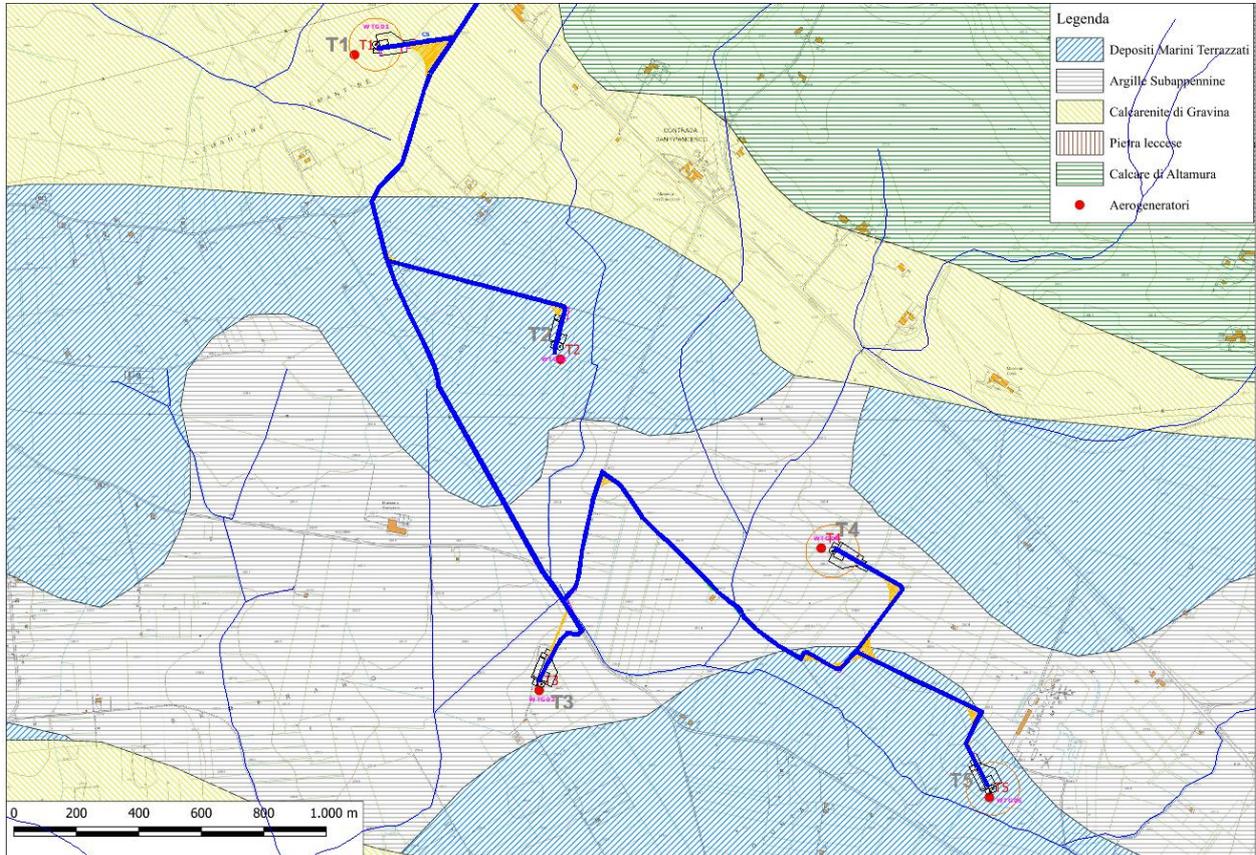


Fig.4 – Geologia dell’area di progetto (aerogeneratori e cavidotti interni)

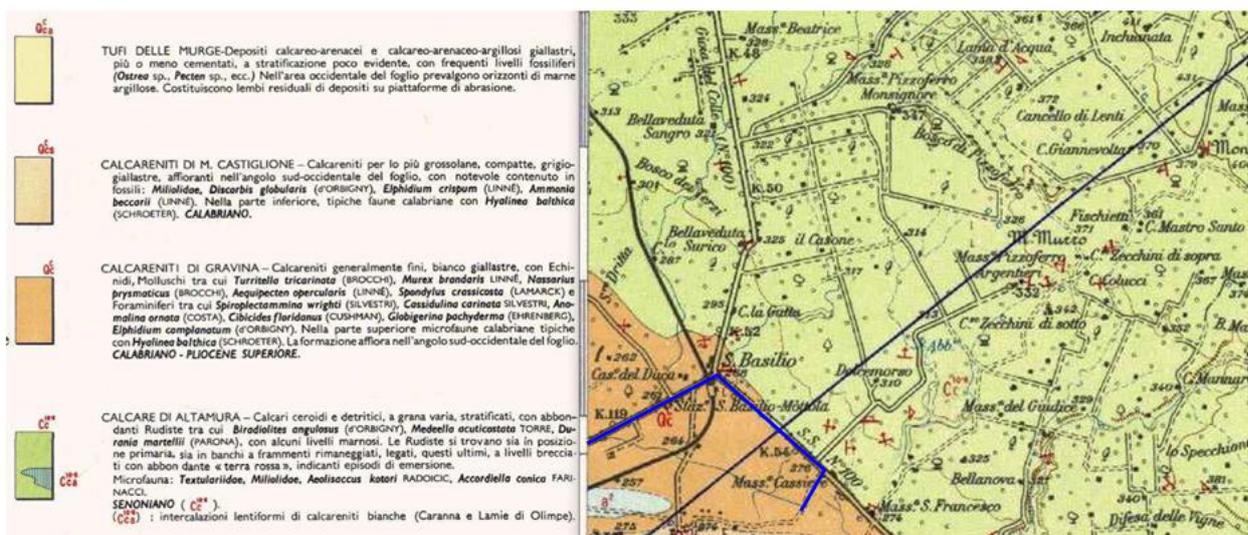


Fig.5a – Geologia dell’area di progetto (cavidotto esterno)

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

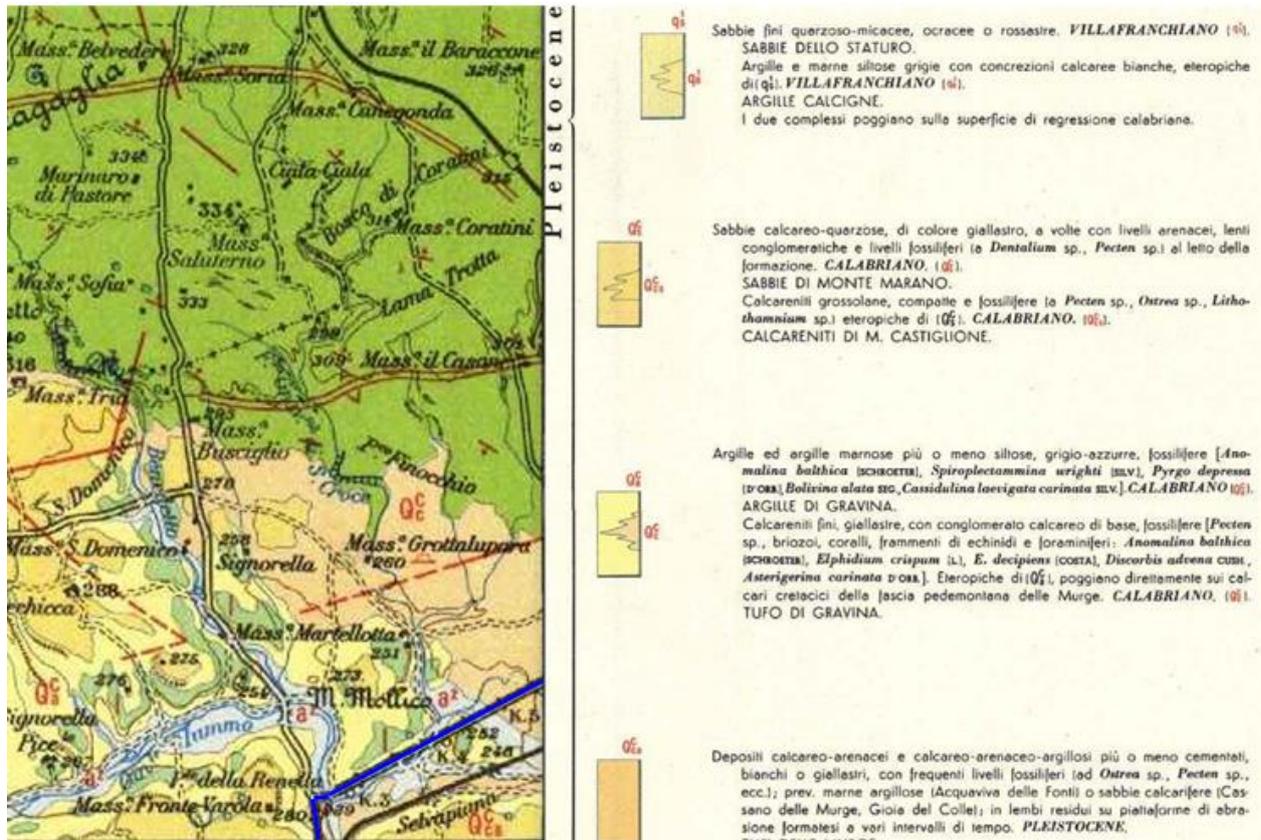


Fig.5b – Geologia dell’area di progetto (cavidotto esterno)

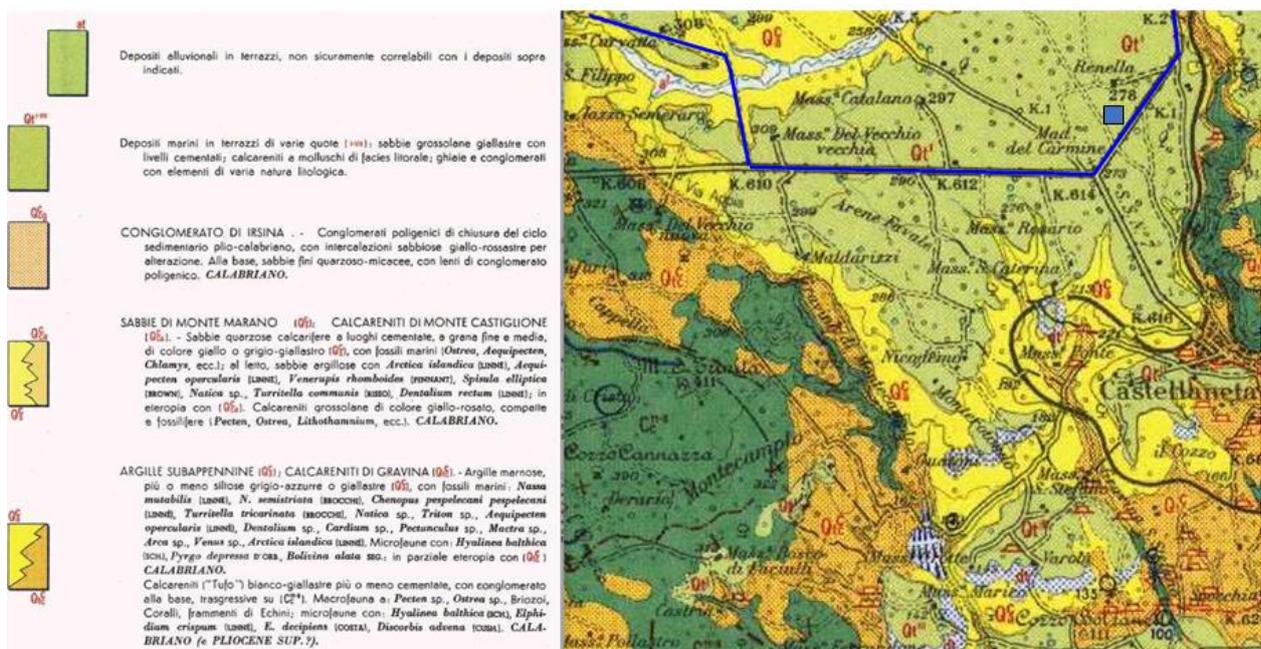


Fig.5c – Geologia dell’area di progetto (cavidotto esterno e cabina)

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

I Depositi Marini Terrazzati, le sottostanti Argille subappennine ed a luoghi le Calcareniti di Gravina, si presentano incisi da corsi d'acqua che interessano l'area in cui ricadono le opere di progetto.

Analizzando la carta geologica di Fig.4 (cfr. Relazione Geologica) si evince che le 5 torri (aerogeneratori) di progetto, ricadono rispettivamente sui seguenti terreni:

- T1: CLC** - calcareniti
- T2: DMT** - sabbie talora passanti a calcareniti
- T3: AL** - argille limose
- T4: AL** - argille limose
- T5: DMT** - sabbie talora passanti a calcareniti

La stratigrafia di Fig.6, derivata da un sondaggio terebrato nella zona di interesse, evidenzia la successione di sabbie e argille (DMT + AL) che interessa particolarmente quattro delle cinque torri di progetto (T2÷T5).

I cavidotti interni corrono lungo piste esistenti, fatta eccezione per modesti tratti in zona agricola. I terreni attraversati (Fig.4), sotto la coltre di terreno vegetale, sono rappresentati perlopiù da sabbie che non determinano problemi geotecnici particolari, dati i modesti scavi che non interesseranno la falda idrica superficiale rinvenibile a circa 3m di profondità.

Il cavidotto esterno (Figg.5a-5b-5c), fatta eccezione per la zona di attraversamento del canale Iummo (Fig.5b), interessa sedimenti calcarenitici consistenti e anidri.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

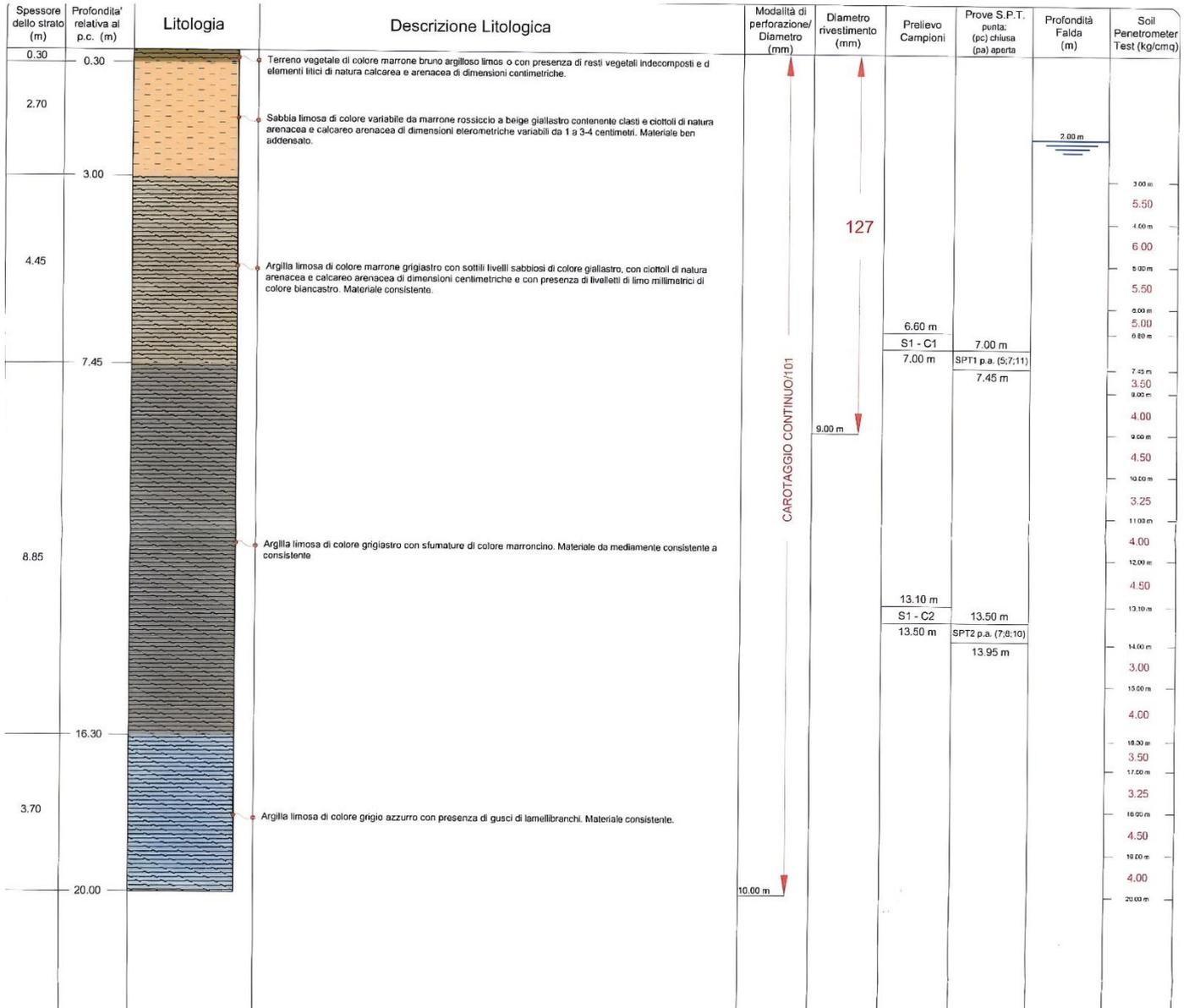


Fig.6 – Stratigrafia di riferimento per le Torri T2-T3-T4-T5

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

3 IDROGEOLOGIA

L'area in studio è caratterizzata dalla presenza di due falde acquifere, una, modesta, di tipo "superficiale" contenuta nei DMT, e l'altra definita "profonda" contenuta nel substrato cretatico.

- Falda superficiale: Si tratta di una falda a carattere locale, contenuta nei Depositi Marini terrazzati e sostenuta alla base dalle Argille subappennine, che circola generalmente a pelo libero a breve profondità dal piano campagna (cfr stratigrafia di Fig.6). Presenta un andamento stagionale con oscillazioni strettamente legate al regime di precipitazioni dell'area. Ciò provoca problemi sia nella realizzazione delle opere di fondazione sia per l'alluvionamento delle porzioni interrato degli edifici, in conseguenza delle modifiche indotte dalle opere di fondazione sul normale deflusso delle acque di falda.
- Falda profonda: La falda profonda, contenuta nel substrato roccioso permeabile per fessurazione e carsismo, circola a pelo libero (con carichi piezometrici in genere piuttosto elevati), laddove sui calcari cretatici non esiste la copertura della Argille subappennine ed è in pressione laddove tale copertura è presente (cfr. carta piezometrica di Fig.7).
Le acque di tale falda, sostenute alla base per galleggiamento dalle acque di ingressione marina, traggono la loro alimentazione dalle precipitazioni incidenti sulla Murgia tarantina di Nord-Ovest, nonché, localmente, dalle perdite dell'acquifero superficiale.



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

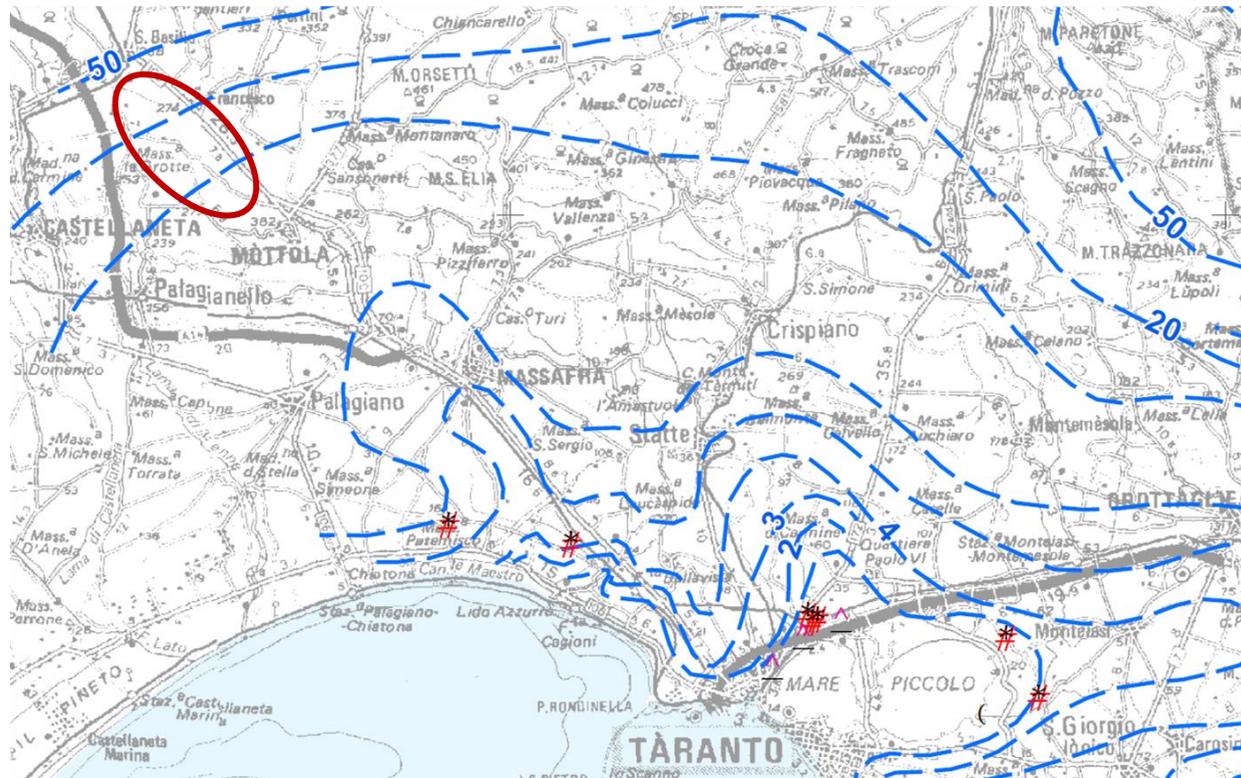


Fig.7 – Superficie piezometrica dell'acquifero profondo della Piana di Taranto e della Murgia Tarantina (da P.T.A.).

L'area di progetto è cerchiata in rosso.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

4 GEOTECNICA

Ai fini del calcolo geotecnico delle fondazioni degli aerogeneratori di progetto, è stata considerata la seguente stratigrafia-tipo, ricavata dalla stratigrafia di Fig.6:

- da 0,0m a 0,3m : terreno vegetale (TV)
- da 0,3m a 3,0m : sabbie limose (SL)
- da 3,0m a 23,0m : argille limose (AL)

(presenza di falda superficiale a -2,8m)

Tale stratigrafia è riferita agli aerogeneratori **T2-T5**.

Alle **T3-T4** è associabile la stratigrafia precedente, priva dello strato superficiale sabbioso, per tanto a partire da 0.3m sono subito presenti le argille limose AL. Analoghe considerazioni valgono dunque per la presenza di falda superficiale.

Alla **T1** è associabile la seguente stratigrafia:

- da 0,0m a 0,5m : terreno vegetale
- da 0,5m a 20,0m : calcareniti
- da 20m in poi : calcari compatti e fratturati

(assenza di falda superficiale)

Sulla base della bibliografia geologica e geotecnica esistente per l'area in studio è stato possibile definire, in linea generale, le principali caratteristiche geotecniche dei terreni plio-pleistocenici interessanti il territorio in esame, sintetizzate nelle seguenti tabelle

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Tab.1

Depositi Marini Terrazzati: Sabbie	
Litologia	Sabbie limose e subordinatamente limi sabbiosi a luoghi debolmente ghiaiosi o argillosi
Contenuto naturale d'acqua W (%)	$10,0 < \mathbf{W} < 31,5$
Peso di volume naturale γ_{nat} (gr/cm ³)	$1,69 < \gamma_{\text{nat}} < 2,10$
Indice dei vuoti e (-)	$0,49 < \mathbf{e} < 0,87$
Coesione efficace c (Kg/cm ²)	$0 < \mathbf{c} < 0,15$
Angolo d'attrito efficace ϕ (°)	$31 < \phi < 38$

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Tab. 2

Depositi Marini Terrazzati: Calcareniti e Arenarie	
Peso di volume del secco γ_{sec} (gr/cm ³)	$1,53 < \gamma_{\text{sec}} < 1,59$
Peso specifico reale γ_{real} (gr/cm ³)	$2,57 < \gamma_{\text{real}} < 2,59$
Porosità n (-)	$0,39 < n < 0,41$
Compressione semplice allo stato naturale σ (Kg/cm ²)	$43 < \sigma < 61$
Angolo d'attrito efficace ϕ (°)	mediamente $\phi = 37^\circ$
Modulo di elasticità E_{el} (Kg/cm ²)	$1850 < E_{\text{el}} < 4500$

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Tab.3

Argille subappennine	
Litologia	Limi sabbiosi con argilla
Contenuto naturale d'acqua W (%)	$14,05 < \mathbf{W} < 43,5$
Peso di volume naturale γ_{nat} (gr/cm ³)	$1,75 < \gamma_{nat} < 2,11$
Grado di saturazione S (%)	$71,84 < \mathbf{S} < 100$
Consistenza	Argille inorganiche a plasticità da medio bassa a medio alta
Coesione efficace c (Kg/cm ²)	$0,2 < \mathbf{c} < 0,6$
Angolo d'attrito efficace ϕ (°)	$20 < \phi < 27$

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

5 PARAMETRI SISMICI DEL SITO IN STUDIO

L'area in studio, ai sensi dell'Ordinanza n.3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 Marzo 2003, ricade in Zona 3 (valore di accelerazione di gravità locale pari a $A_g = 0,15 g$).

Si è proceduto al calcolo di tutti i parametri sismici utili a definire l'azione sismica di progetto per il sito in studio, secondo quanto previsto dalle NTC/2018. In particolare è stata considerata una classe d'uso delle opere di progetto, pari a "2" (coefficiente d'uso pari al valore 1), una vita nominale pari a "50" anni ed una categoria topografica pari a T1 ($St=1,0$).

Per quanto riguarda la categoria del suolo di fondazione è stata considerata la "B", rilevata attraverso indagini eseguite nelle aree contermini.

Il calcolo dei parametri sismici per tutti e quattro gli stati limite (SLO-SLD-SLV-SLC) è stato eseguito con software on-line della Geostru S.a.S di Bianco (RC). I risultati sono riportati in dettaglio nella seguente Tab.4 per fondazioni e stabilità dei pendii.

Sito in esame.

latitudine: 40,658829
 longitudine: 17,006515
 Classe: 2
 Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33686 Lat: 40,6809 Lon: 16,9844 Distanza: 3078,314
 Sito 2 ID: 33687 Lat: 40,6788 Lon: 17,0503 Distanza: 4307,662
 Sito 3 ID: 33909 Lat: 40,6289 Lon: 17,0475 Distanza: 4804,328
 Sito 4 ID: 33908 Lat: 40,6309 Lon: 16,9817 Distanza: 3743,047

Parametri sismici

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



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,032	g
Fo:	2,394	
Tc*:	0,264	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,042	g
Fo:	2,425	
Tc*:	0,302	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,125	g
Fo:	2,509	
Tc*:	0,324	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,166	g
Fo:	2,503	
Tc*:	0,322	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,440
St:	1,000



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Kh: 0,008

Kv: 0,004

Amax: 0,373

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,400

St: 1,000

Kh: 0,010

Kv: 0,005

Amax: 0,489

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,380

St: 1,000

Kh: 0,036

Kv: 0,018

Amax: 1,473

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,200

Cc: 1,380

St: 1,000

Kh: 0,048

Kv: 0,024

Amax: 1,954

Beta: 0,240

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

6 TIPOLOGIA DI FONDAZIONE PER GLI AEROGENERATORI

La tipologia di fondazione degli aerogeneratori è strettamente legata alla stratigrafia dei terreni di fondazione. In base ai dati stratigrafici evidenziati nel paragrafo precedente, sono state individuate due tipologie di fondazione legate alle seguenti stratigrafie differenziate:

stratigrafia tipo n.1

- da 0,0m a 0,3m : terreno vegetale (TV)
- da 0,3m a 3,0m : sabbie limose (SL)
- da 3,0m a 23,0m : argille limose (AL)

(presenza di falda superficiale a -2,8m)

Tale stratigrafia è riferita agli aerogeneratori **T2-T5**.

Alle **T3-T4** è associabile la stratigrafia precedente, priva dello strato superficiale sabbioso.

In questo caso, con riferimento alla sezione tipo di Fig.8, è stato considerato un palo tipo di diametro 1200mm e lunghezza 14m, a partire dall'intradosso di una piastra di 20m di lato e 1,5m di spessore medio.

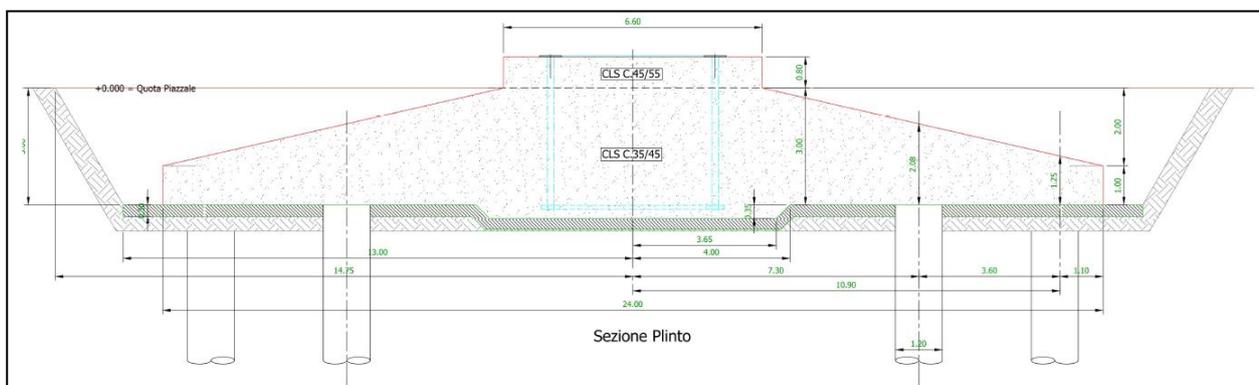


Figura 8 - Dimensioni preliminari della fondazione per l'aerogeneratore

Le Figg. 9-10-11-12 riportano rispettivamente la sezione stratigrafica ipotizzata per il palo tipo, le caratteristiche geotecniche degli strati interessati e i risultati del calcolo di portanza.

In particolare dalla Fig.12 si evince il valore della portanza di esercizio del palo che può attestarsi sulle 150 tonnellate.

Codice Progetto	 Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

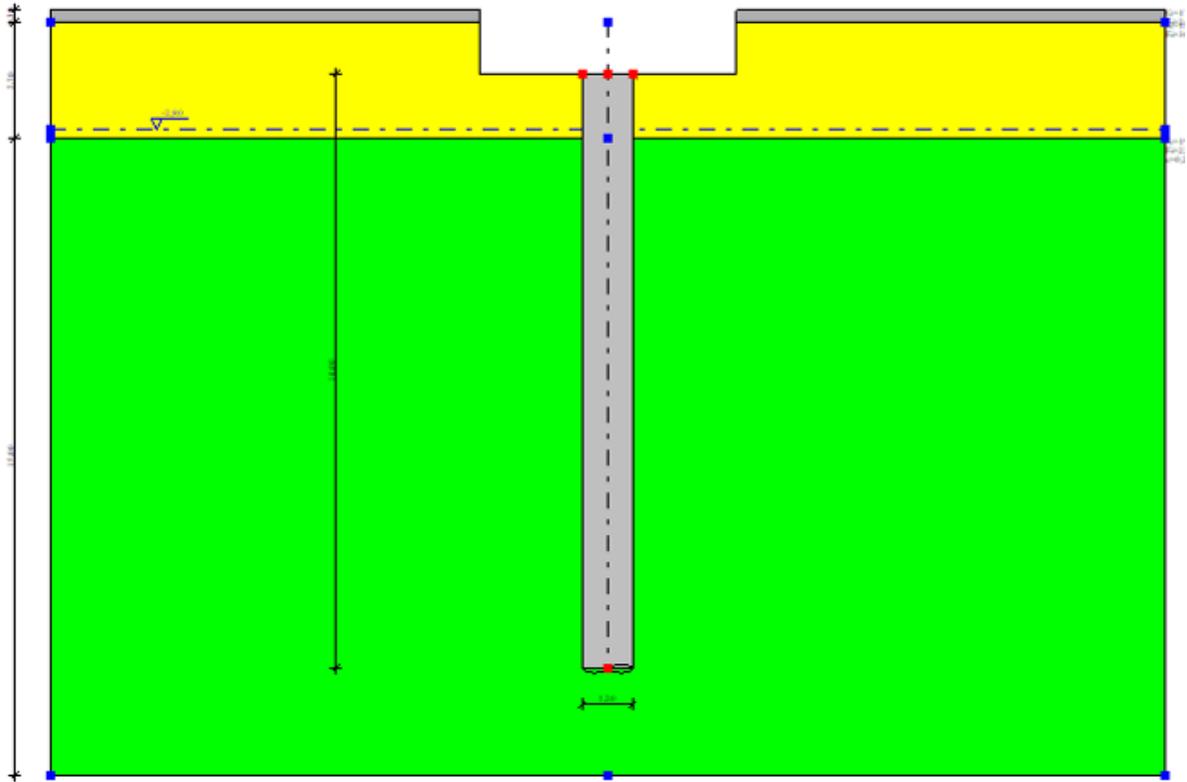


Fig.9 – Sezione stratigrafica del palo

Stratigrafie																
Nr. Stratigrafie		Strat. Nr. 1														
Descrizione																Strat. Nr. 1
																<input checked="" type="checkbox"/> Verticale di indagine?
Nr.	DB	Spessore dello strato. [m]	Inclinazione dello strato [°]	Peso unità di Volume [kg/m³]	Peso Unità di volume Saturo [kg/m³]	Coesione [kg/cm²]	Angolo di resistenza al taglio [gradi]	Attrito negativo	Condizion e non drenata	Modulo elastico [kg/cm²]	Velocità onde di taglio [m/s]	Coefficiente adesione attrito laterale [Alfa]	Modulo Edometrico [kg/cm²]	Modulo di Poisson	Texture	Descrizione litologica
1		0,3	0	1750	1850	0	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300	0	0	30	45		TV
2		2,7	0	1800	1900	0	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	600	0	0	90	35		SA
3		15	0	1900	1950	0,2	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1500	0	0,8	100	36		ARG

Fig.10 – Parametri geotecnici dei terreni

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Dati palo di fondazione

Trivellato
 Pali Trivellati: si consiglia l'uso dei pali trivellati in terreni coesivi. L'angolo di attrito pa

Dati palo singolo

Descrizione: PALO TRIVELLATO - BRINDISI

Tipo: Palo in C.A. | Trivellato

Soggetto a carichi di trazione o compressione: Compressione

Diametro punta: 1,2 m

Lunghezza: 14 m

Sporgenza dal terreno: 0 m

Tronco-conicità: 0 %

Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5): 0,36

Densità relativa strato punta palo: 0 %

Portanza di punta **Nq**: Terzaghi

Angolo attrito dopo infissione (Fip): (Fi-3°)

K portata laterale: 1 - Sin(Fip)

Angolo di attrito terra-palo: Fip °

Colore tipologia:

Materiale | Sezione con barre | Armatura con tubolare | Sezione generica | Caric

Calcestruzzo: C28/35

Acciaio: B450C

Fig.11 – Caratteristiche del palo-tipo

Normativa GEO		N.T.C & Circ.		Descrizione		A1+M1+R3		Opzioni di analisi...		X	
Descrizione	D [m]	L [m]	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm²)	Peso palo [kg]	Svl [kg/cm²]	Carico limite punta [kg]	Carico limite laterale [kg]	Carico limite verticale [kg]	Carico limite orizzontale [kg]
A1+M1+R3	1,2	14	6,701115	16,55754	19,00/0,20	39584,07	1,708	157718,5	188768	306902,4	--
A1+M1+R3	1,2	14	22,45442	37,16089	30,00/1,13	39584,07	1,798	880290,7	134067,2	974773,8	--
A1+M1+R3	1,2	14	22,45442	37,16089	30,00/1,13	39584,07	1,798	880290,7	134067,2	974773,8	--
							Rc, Min	157718,50	134067,2	306902,40	--
							Rc, Max	880290,70	188768,0	974773,80	--
							Rc, Med	639433,30	152300,8	752150,00	--
							Rk	157718,5	134067,	306902,40	--
							Rd [R3]	157718,5	83792,0	201926,40	--

Coefficients parziali resistenze caratteristiche		Fattori correlazione sondaggi		Riduzione parametri geotecnici												
Assiali		Pali infissi			Pali trivellati			Pali elic			T. classica			Trasversali		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3				R1	R2	R3
Base	γ_b	1	1,45	1,15	1,45	1,15	1	1,25	1	1,6			2,5	<input type="radio"/>	1	
Laterale compressione	γ_s	1,45	1,15	1	1,3	1	1,6	1,401	0	2,277			2,5	<input type="radio"/>	1,6	
Totale	γ_t	1,15	1	1,6	1,401	-1,076	2,718	0	0	0			2,5	<input type="radio"/>	1,3	
Laterale trazione	$\gamma_{s;t}$	4,203	-1,594	-1,076	-1,594	4,173	2,280	2,282	0	0			2,5	<input checked="" type="radio"/>		

Fig.12 – Risultati del calcolo della portanza (software MP di GEOSTRU)

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Tale tipologia di fondazione può essere ritenuta valida, come detto, per gli aerogeneratori T2-T3-T4-T5. **Soltanto indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche puntuali** potranno confermare o meno le elaborazioni geotecniche fondazionali descritte.

stratigrafia tipo n.2 (Fig.13)

- da 0,0m a 0,5m : terreno vegetale
- da 0,5m a 20,0m : calcareniti
- da 20m in poi : calcari compatti e fratturati
(*assenza di falda superficiale*)

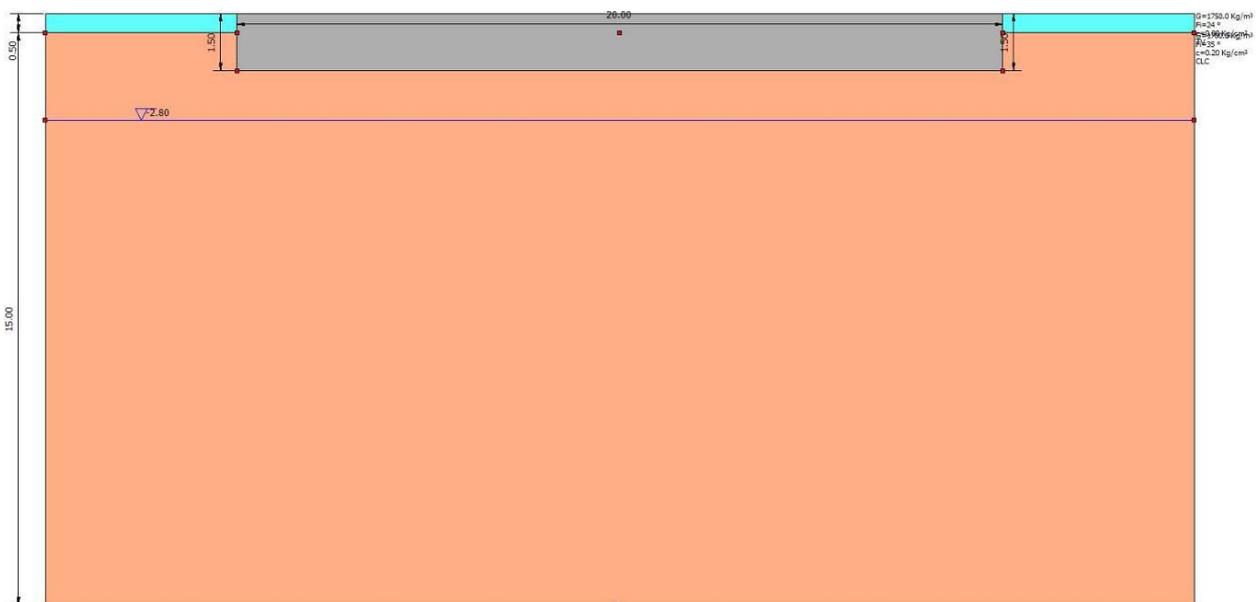


Fig.13 – Modello geotecnico per la piastra di fondazione della torre T1

Di seguito si riportano i risultati di un calcolo orientativo della portanza e dei cedimenti della piastra della **T1** di Fig.13 in condizioni **SLV**.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Zona	Mottola
Larghezza fondazione	20.0 m
Lunghezza fondazione	20.0 m
Profondità piano di posa	1.5 m
Altezza di incastro	1.0 m
Profondità falda	2.8

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.15
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.036

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.314	2.394	0.264
S.L.D.	50.0	0.412	2.425	0.302
S.L.V.	475.0	1.226	2.509	0.324
S.L.C.	975.0	1.628	2.503	0.322

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3768	0.2	0.0077	0.0038
S.L.D.	0.4944	0.2	0.0101	0.005
S.L.V.	1.4712	0.24	0.036	0.018
S.L.C.	1.9536	0.24	0.0478	0.0239

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessor e strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m ³]	Peso unità di volume saturo [Kg/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm ²]	Coesione drenata [Kg/cm ²]	Modulo Elastico [Kg/cm ²]	Modulo Edometrico [Kg/cm ²]	Poisson	Coeff. consolidazione primario [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
0.5	1750.0	1850.0	24.0	0.0	0.0	300.0	30.0	0.0	0.0	0.0	TV
15.0	1700.0	1800.0	35.0	0.2	0.0	2000.0	500.0	0.0	0.0	0.0	CLC

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm ²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	SISMA	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1700.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	1800.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	35.0 °
Coesione	0.2 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	33.92
Fattore forma [Sc]	1.72
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.7
Fattore profondità [Dq]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	44.84 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	19.5 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1700.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	1800.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	35.0 °
Coesione	0.2 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	41.44
Fattore [Nc]	57.75
Fattore [Ng]	42.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	57.54 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	25.02 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1700.0 Kg/m ³
----------------------	--------------------------



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Peso unità di volume saturo	1800.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	35.0 °
Coesione	0.2 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	37.15
Fattore forma [Sc]	1.74
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.37
Fattore profondità [Dq]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.37
Fattore profondità [Dg]	1.01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	71.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	31.17 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1700.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	1800.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	35.0 °
Coesione	0.2 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	48.03
Fattore forma [Sc]	1.72
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.7
Fattore profondità [Dq]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	52.45 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	22.8 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1700.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	1800.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	35.0 °
Coesione	0.2 Kg/cm ²

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	45.23
Fattore forma [Sc]	1.59
Fattore profondità [Dc]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.57
Fattore profondità [Dq]	1.02
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

Carico limite 53.1 Kg/cm²
Resistenza di progetto 23.09 Kg/cm²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 21.24 Kg/cm³

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto **1.5 Kg/cm²**
Cedimento dopo T anni 5.0
Distanza 0.00 m
Angolo 0.00 °
Cedimento totale **2.37 cm**

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wt (cm)
2	8.5	0.934	0.846	Edometrico	2.3698

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto **1.5 Kg/cm²**
Spessore strato 2.0 m
Profondità substrato roccioso 5.0 m
Modulo Elastico 2000.0 Kg/cm²
Coefficiente di Poisson 0.32

Coefficiente di influenza I1 0.01
Coefficiente di influenza I2 0.04
Coefficiente di influenza Is 0.03

Cedimento al centro della fondazione **0.53 mm**

Coefficiente di influenza I1 0.0
Coefficiente di influenza I2 0.02
Coefficiente di influenza Is 0.01
Cedimento al bordo 0.12 mm



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

La Sottostazione Elettrica Utente ricade su un ambiente stratigrafico con presenza di calcareniti e quindi si ritiene di poter prevedere una fondazione superficiale.

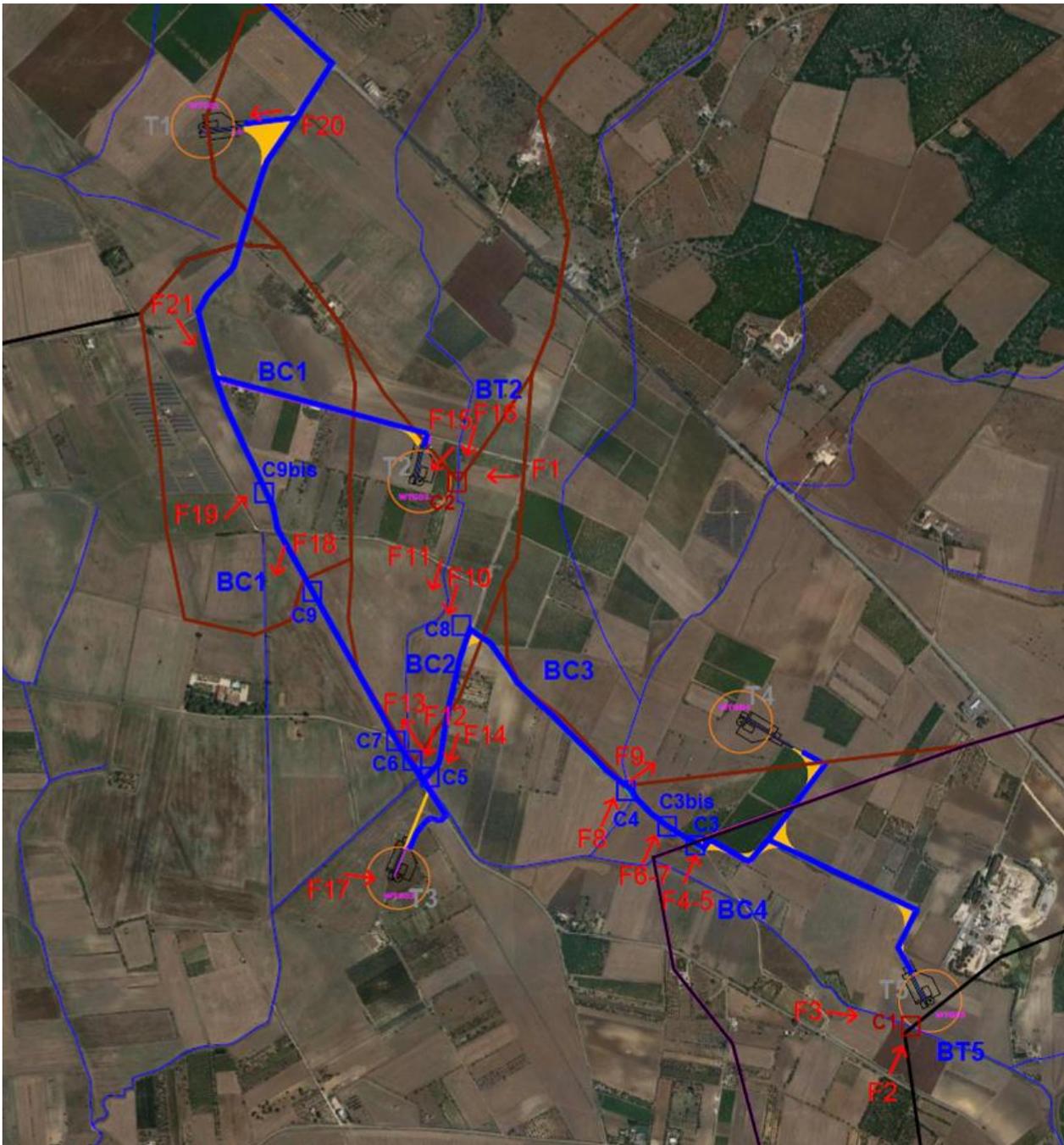
Soltanto indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche puntuali potranno confermare o meno le elaborazioni geotecniche fondazionali descritte.



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10

APPENDICE
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
AEROGENERATORI, CABINA E STAZIONE FINALE

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



Ubicazione delle postazioni fotografiche rispetto alle torri del Parco eolico



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



F1 – Aerogeneratore T2 visto da Est



F2 - Aerogeneratore T5 visto da Sud



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



F9- Aerogeneratore T4 visto da SW



F15- Aerogeneratore T2 visto da NE



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



F17- Aerogeneratore T3 visto da W



F20- Aerogeneratore T1 visto da NE



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.10



Fceu : Cabina



STAZ: Sottostazione finale