

Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

BOREAS

Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio del Comune di Jerzu (NU)



PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.
0	15/12/20	Emissione per procedura di VIA	IAT	Sartec	Sartec



Sede Amministrativa
 I-20122 Milano
 Galleria Passarella 2
 Tel. +39 02 77371
 Fax +39 02 7737209

Sede Legale
 Sesta Strada Ovest
 Z.I. Macchiareddu
 I-09068 Uta (CA)
 Tel. +39 070 24661780
 Fax +39 070 24661211

Stabilimento
 Parchi Eolici di Ulassai
 S.P. 13, km.11+500
 I-08040 Ulassai (NU)
 Tel. +39 3297518302
 Fax +39 078240594

Cap. Soc. € 56.696,00 int. vers.
 Reg. Imprese di Cagliari e
 Cod. Fisc. IT 01953460902
 Società appartenente al Gruppo IVA
 P. IVA 03868280920
 sardeolica@pec.grupposaras.it
 comunicazioni.sardeolica@pec.grupposaras.it



EN ISO 9001
 20 100 121257804
 EN ISO 14001
 20 104 121257807
 EN ISO 18001
 20 116 121257606
 EN ISO 50001
 TA270173002575

**Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e
ss.mm.ii.**

BOREAS

**Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai
e Perdasdefogu nel territorio del Comune di
Jerzu (NU)**

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

COORDINAMENTO GENERALE:

Ing. Manolo Mulana – SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie

Ing. Giuseppe Frongia – I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico) - I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Ing. Emanuela Pazzolla - – Saras Ricerche e Tecnologie

Gruppo di lavoro:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Mariano Agus

Ing. Marianna Barbarino

Dott. Andrea Cappai

Ing. Enrica Batzella

Ing. Virginia Loddo

Ing. Gianluca Melis

Ing. Emanuela Pazzola

Dott.ssa Elisa Roych

Ing. Gianni Serpi

Ing. Emanuela Spiga

Ing. Francesco Schirru

Collaborazioni specialistiche:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Progetto Definitivo Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Alessandro Miele

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Mauro Casti

Aspetti pedologici ed uso del suolo: Dott. Marco Cocco

Rumore: Dott. Francesco Perria – Ing. Manuela Melis

Studio Previsionale per la valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni - Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella – Ing. Emilio Ghiani

SOMMARIO

1	PREMESSA	5
2	ASPETTI GENERALI	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
4	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	9
4.1	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	9
4.2	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	9
5	CARICHI DI PROGETTO	11
6	VERIFICA STABILITA' GLOBALE (EQU)	13
7	VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE (STR)	16
8	VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO (GEO)	20

1 PREMESSA

Il presente elaborato contiene i calcoli preliminari delle strutture di fondazione degli aerogeneratori previsti dal progetto di impianto eolico, denominato "BOREAS", nel territorio comunale di Jerzu (NU). Tale progetto nasce come l'ampliamento dell'esistente Parco Eolico sito nei territori comunali di Ulassai e Perdasdefogu, di proprietà della Società Sardeolica S.r.l. – Gruppo SARAS, da svilupparsi in contiguità all'impianto esistente.

Il documento è redatto dalla I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con il contributo specialistico dell'ing. Gianfranco Corda.

Per le finalità di calcolo si è fatto riferimento ai dati di caratterizzazione delle terre contenuti nella relazione geologico-tecnica allegata al progetto (Elaborato AM-RTC10002).

Si riportano nel seguito i calcoli di verifica per il basamento di fondazione; come riferimento sono stati utilizzati i dati relativi alla torre di sostegno dell'aerogeneratore modello Vestas V162 di altezza pari a 125 m, modello di caratteristiche similari agli aerogeneratori che verranno installati nel sito di progetto.

Le azioni di progetto sono state desunte dallo specifico fascicolo sui carichi in fondazione fornito dal costruttore (documento Vestas n. 0084-2363.V00).

2 ASPETTI GENERALI

Il progetto di ampliamento del parco eolico nei territori di Ulassai e Perdasdefogu (NU) prevede la nuova installazione di 10 aerogeneratori dell'ultima generazione all'interno del territorio comunale di Jerzu.

Per le finalità di calcolo è stato considerato come riferimento il modello di aerogeneratore il Vestas V162-6 MW, di altezza al mozzo pari a 125 m e diametro del rotore pari a 162 m.

Il basamento di fondazione previsto è del tipo a plinto superficiale, da realizzare in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro pari a 30 metri.

L'area di intervento è notevolmente estesa, ma la natura dei terreni di sedime è generalmente rocciosa e dunque idonea per la realizzazione di fondazioni dirette, salvo la successiva verifica puntuale per ogni nuovo sito di installazione da prevedere in sede di progetto esecutivo delle strutture.

Il basamento oggetto di verifica è sostanzialmente una piastra circolare a sezione variabile con spessore massimo al centro, pari a circa 400 cm, e spessore minimo al bordo, pari a 100 cm.

La porzione centrale viene denominata "colletto" e presenta sezione costante per un diametro pari a circa 8.00 m; è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, da realizzare con miscela tipo C45/55.

Il restante settore circolare sarà realizzato con miscela tipo C30/37 e sarà ricoperto con uno strato pianeggiante di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante.

I calcoli e le verifiche di seguito illustrati saranno preceduti da un breve cenno ai riferimenti della normativa vigente nonché alle azioni ed ai carichi di progetto.

Nello specifico sono stati condotti i seguenti accertamenti: verifica di stabilità globale del manufatto, considerato come corpo rigido, verifiche di resistenza del manufatto in calcestruzzo, verifiche di resistenza del terreno nonché il calcolo dei cedimenti attesi, applicando i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica in corso di validità (DM 17/01/2018).

Le notevoli azioni orizzontali e flettenti, dovute alla significativa altezza delle torri in progetto, indirizzano il dimensionamento della fondazione ad un manufatto massivo tale da garantire anzitutto la stabilità globale oltre che a distribuire i carichi sul piano di posa.

Le pressioni di contatto calcolate risultano sempre inferiori al valore di resistenza del terreno, i cedimenti previsti sono generalmente trascurabili.

Il dimensionamento eseguito ha carattere di verifica preliminare, la geometria e le dimensioni del plinto indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché sulla base di eventuali indicazioni

Progetto Definitivo Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020

specifiche fornite dal costruttore dell'aerogeneratore, in funzione della scelta definitiva del modello di turbina che sarà operata nell'ambito della fase di Autorizzazione Unica del progetto.

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 05/11/1971 n. 1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- D.M. 17/01/2018 – NTC 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni.

- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 23/02/2019

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO:

Tipo di costruzione: 2 (opere ordinarie)

Vita nominale: $V_N \geq 50$ anni

Classe d'uso: IV

Periodo di riferimento: $V_R = 100$ anni

METODO DI CALCOLO E VERIFICA:

E' stato utilizzato il metodo degli Stati Limite applicandolo così come previsto dalle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018).

I calcoli e le verifiche di stabilità globale sono stati eseguiti per via diretta secondo gli schemi classici della statica, le verifiche di resistenza sono state eseguite con il programma di calcolo strutturale CDSWIN della STS, programma di calcolo automatico agli elementi finiti, le verifiche geotecniche sono state svolte con il programma di calcolo LoadCap della GEOSTRU.

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

4.1 Modello geotecnico di riferimento

I calcoli strutturali delle fondazioni fanno riferimento alle risultanze delle analisi geologiche e geotecniche condotte nell'ambito della progettazione del parco eolico MAISTU (n. 8 WTG modello Vesta V117) la cui realizzazione è stata completata nel 2019.

A tale scopo è stato considerato come rappresentativo il modello geotecnico riferito alla postazione eolica 105, non realizzata nel progetto MAISTU e coincidente con la postazione J06 di progetto.

Il modello si riferisce ad una stratigrafia formata da rocce metamorfiche scistose, da fratturate a massive, sotto una copertura detritica alterata e decompressa di debole spessore:

Tabella 9 – Modello geotecnico postazione n. 105

Strato	Spessore medio presunto (m)	c (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	E _M (MPa)	Litologia
1	1	9,8	23	20	4,4	Copertura detritica molto alterata e decompressa
2	9	175	22,5	25	215	Metamorfiti fratturate
3	20	250	26	25	360	Metamorfiti massive
4	25	175	22,5	25	215	Metamorfiti fratturate

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; E_M: Modulo di deformabilità dell'ammasso roccioso

4.2 Stratigrafia di progetto

In progetto è prevista la rimozione dello strato superficiale di copertura detritica e la formazione del piano di posa del plinto a profondità massima pari a circa - 3 / - 4 m dal piano di campagna.

Si considera dunque di attestare la fondazione entro lo strato n. 2 del modello geotecnico e si considerano cautelativamente i parametri geotecnici di seguito riportati, rimandando alle successive fasi la valutazione dei dati puntuali per ogni singola piazzola di installazione.

Peso specifico $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Angolo attrito interno $\varphi = 22.5^\circ$

Modulo di deformazione $E = 2150 \text{ kg/cm}^2$

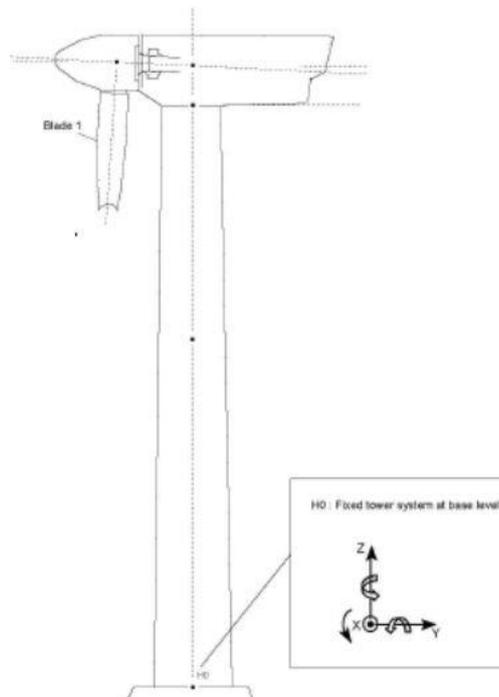
Coesione $c = 1.75 \text{ kg/cm}^2$

Coeff. di Winkler $W = 10 \text{ kg/cm}^3$

5 CARICHI DI PROGETTO

Per la definizione delle azioni di progetto al piede della torre si è fatto riferimento ai dati contenuti nelle specifiche tecniche Vestas, di cui al documento:

Preliminary Foundation Loads - V162-5.6 MW h 125 - doc. n. 0084-2363.V00



Mbt1: Resulting bending moment. $\text{SQRT}(M_{xt1}^2 + M_{yt1}^2)$ (also M_{res})
FndFr: Resulting shear force. $\text{SQRT}(F_{xt1}^2 + F_{yt1}^2)$ (also F_{res})

Characteristic Extreme							
Lead	LC/Family	PLF	Type	Mbt1	Mzt1	FndFr	Fzt1
Sensor	[-]	[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Mbt1	14EcdVrma00(fam43)	1.35	Abs	164300	1429	1292	-7447
Mzt1	23NTMHWO100(fam166)	1.49	Abs	29490	-15630	261.9	-7198
FndFr	23NTMVrp00(fam164)	1.49	Abs	135200	-841.6	1308	-7458
Fzt1	23NTMHWO100(fam166)	1.49	Abs	68500	-998.0	554.0	-7557

Table 2-1 Characteristic Extreme (excl. PLF). Load cases sorted with PLF.

Figura 5.1 – Carichi agenti sulla fondazione dell'aerogeneratore VestasV162-5.6

Nella tabella precedente sono definite le azioni previste in condizioni eccezionali, tali valori verranno utilizzati per le verifiche allo stato limite ultimo, ma con i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa italiana, valori peraltro più cautelativi (DM 17/01/2018).

CONDIZIONI CLIMATICHE

E' necessario verificare la compatibilità tra le condizioni climatiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per il sito di installazione e quelle limite specificate dal Costruttore.

Le condizioni climatiche utilizzate dal Costruttore per il calcolo dei carichi estremi al piede della torre, di cui alla tabella precedente, devono essere pari o superiori a quelle previste nel sito.

In particolare è necessario verificare che la velocità massima del vento prevista dal Costruttore sia pari o superiore a quella prevista dalla normativa vigente per il sito in progetto:

Art. 3.3 D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) - Azioni del Vento

Sito installazione: regione Sardegna - provincia Nuoro - comune di Ulassai e Jerzu

$$a_s = 860 \text{ m s.l.m.m.} \quad a_{s, \max} = a_s + 210^1 \text{ (altezza mozzo + raggio rotore)} = 1.070 \text{ m}$$

Zona Climatica di riferimento = 5

$$\begin{array}{lll} a_0 = 750 \text{ m} & v_{b,0} = 28 \text{ m/s} & k_s = 0.40 \\ \text{per } a_s > a_0 & v_b = v_{b,0} \times C_a & C_a = 1 + k_s (a_{s, \max} / a_0 - 1) \quad C_a = 1.171 \end{array}$$

Velocità massima di riferimento indicata dalle NTC 2018 (10 min, 50 anni T_r):

$$v_b = 32.79 \text{ m/s}$$

La velocità massima del vento indicata dal Costruttore per il calcolo dei carichi estremi al piede della torre dovrà essere superiore al valore precedentemente calcolato ($v_b = 32.79 \text{ m/s}$).

¹ Il valore è approssimato per eccesso avendosi un'altezza effettiva al tip di 206 m

6 VERIFICA STABILITA' GLOBALE (EQU)

Si conducono nel seguito le verifiche di stabilità globale del basamento di fondazione, con riferimento alle azioni di progetto tipo Vestas:

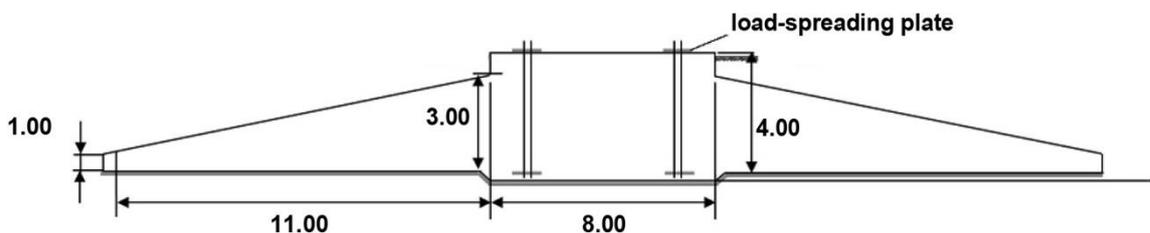


Figura 6.1 - Sezione basamento di fondazione

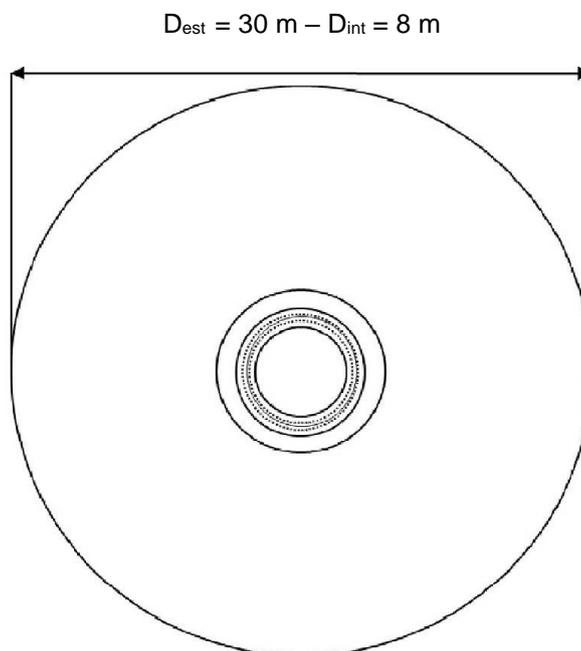


Figura 6.2 - Pianta basamento di fondazione

diametro colletto $d_1 = 30$ m

diametro esterno $d_2 = 8$ m

altezza colletto $h_1 = 1$ m

altezza massima $h_2 = 3$ m

altezza minima $h_3 = 4$ m

A - VERIFICA AL RIBALTAMENTO

$\gamma_{G1} = 0.90$	$\gamma_{G2} = 0$	$\gamma_q = 1.50$
----------------------	-------------------	-------------------

CARICHI VERTICALI

Peso del basamento

$$G_1 = 24 \times \pi \times (d_1^2 \times h_1 + (d_1^2 + d_2^2 + d_1 \times d_2) \times (h_2 - h_1)/3 + d_2^2 \times (h_3 - h_2)) / 4 = 33.270 \text{ kN}$$

Peso del terreno di ricoprimento

$$G_2 = 18 \times \pi \times (d_1^2 \times (h_2 - h_1) - (d_1^2 + d_2^2 + d_1 \times d_2) \times (h_2 - h_1)/3) / 4 = 14.092 \text{ kN}$$

Peso della torre

$$V = 7.557 \text{ kN}$$

AZIONI PER LA CONDIZIONE DI CARICO EQU

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33.270 \text{ kN}$	$G_2 = 14.092 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

(momento flettente + azione orizzontale al piede della torre + peso permanente torre – senza coefficienti parziali)

$M = 164.300 \text{ kNm}$	$H = 1.308 \text{ kN}$	$V = 7.557 \text{ kN}$
---------------------------	------------------------	------------------------

MOMENTO STABILIZZANTE

$$M_{STA} = (0.9 \times G_1 + 0 \times G_2 + 0.9 \times V) \times 15 = 551.164 \text{ kNm}$$

MOMENTO RIBALTANTE

$$M_{RIB} = \gamma_q \times (M + H \times 4) = 1.5 \times (164.300 + 5.232) = 254.298 \text{ kNm}$$

Coefficiente di sicurezza:

$$M_{STA} / M_{RIB} = 2.16$$

Verifica soddisfatta senza considerare il peso stabilizzante del rilevato.

B – VERIFICA SCORRIMENTO

$\gamma_{G1} = 0.90$	$\gamma_{G2} = 0$	$\gamma_q = 1.50$
----------------------	-------------------	-------------------

Risultante forze che attivano lo scorrimento:

$$H = 1.308 \text{ kN}$$

$$F_{scr} = \gamma_q \times H = 1.962 \text{ kN}$$

Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:

Peso della torre

$$V = 7.557 \text{ kN}$$

Peso del basamento

$$G_1 = 33.270 \text{ kN}$$

Angolo di attrito terreno/fondazione

$$\varphi = 22.5^\circ$$

$$\varphi' = 0.5 \varphi$$

$$F_{sta} = \gamma_{G1} \times \tan \varphi' \times (G_1 + V) = 7.308 \text{ kN}$$

Coefficiente di sicurezza:

$$F_{sta} / F_{scr} = 3.72$$

Verifica soddisfatta senza considerare il peso stabilizzante del rilevato.

7 VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE (STR)

Si riportano nel seguito i risultati di calcolo del modello strutturale, realizzato discretizzando il basamento in elementi finiti di sezione variabile, e verificando le sezioni in c.a..

La fondazione è stata verificata con riferimento alla stratigrafia di progetto, considerando la Categoria di sottosuolo A ed una costante di winkler pari a 10 kg/cm^3 .

COMBINAZIONE DI CARICO 1 – (SLE)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33.270 \text{ kN}$	$G_2 = 14.092 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

COMBINAZIONE DI CARICO 2 – (SLE)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33.270 \text{ kN}$	$G_2 = 14.092 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

(momento flettente + azione orizzontale al piede della torre + peso torre + mom. torcente – senza coefficienti parziali)

$M_F = 164.300 \text{ kNm}$	$H = 1.308 \text{ kN}$	$V = 7.557 \text{ kN}$	$M_T = 15.630 \text{ kNm}$
-----------------------------	------------------------	------------------------	----------------------------

COMBINAZIONE DI CARICO 3 – (SLU)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - con i coefficienti parziali)

$G_1 = \gamma_{G1} \times 33.270 \text{ kN}$	$G_2 = \gamma_{G2} \times 11.940 \text{ kN}$
--	--

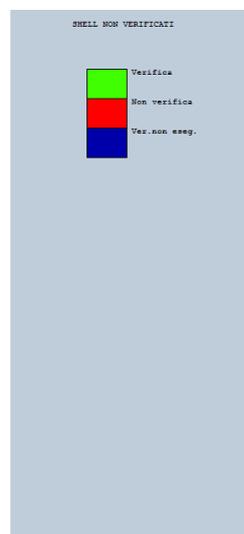
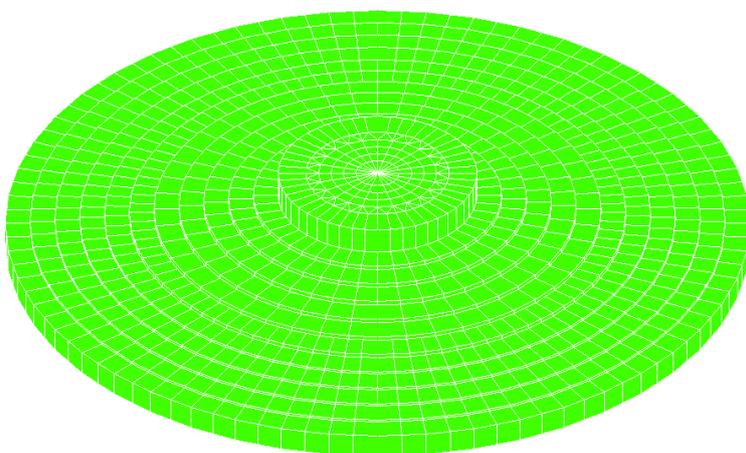
(momento flettente + azione orizzontale al piede della torre + peso torre + mom. torcente – con coefficienti parziali)

$M_F = \gamma_q \times 164.300 \text{ kNm}$	$H = \gamma_q \times 1.308 \text{ kN}$	$V = \gamma_{G2} \times 7.557 \text{ kN}$	$M_T = \gamma_q \times 15.630 \text{ kNm}$
---	--	---	--

$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{G2} = 1.5$	$\gamma_q = 1.50$
---------------------	---------------------	-------------------

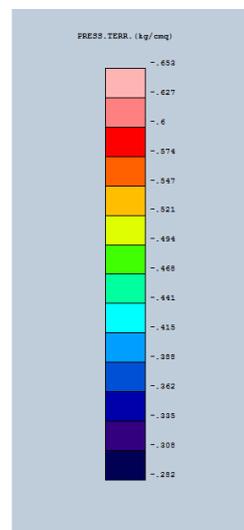
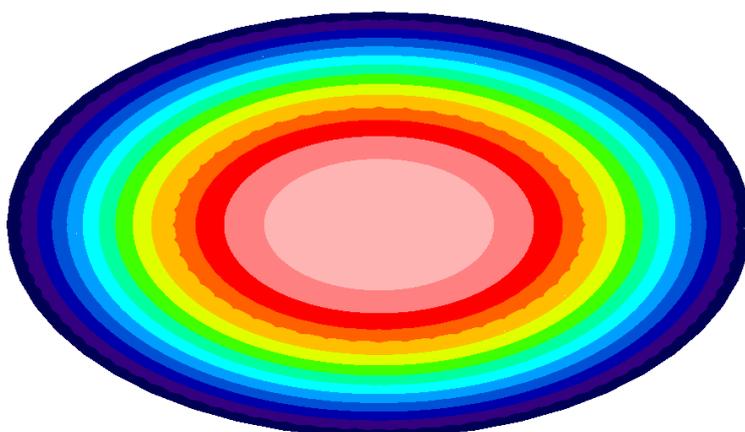
a – VERIFICA SEZIONI

COLORMAP VERIFICHE ELEMENTI SHELL



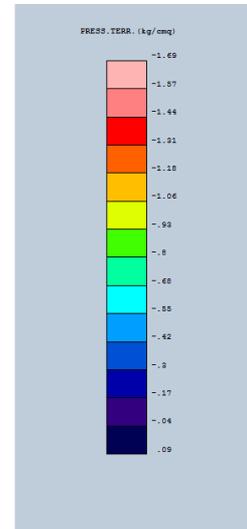
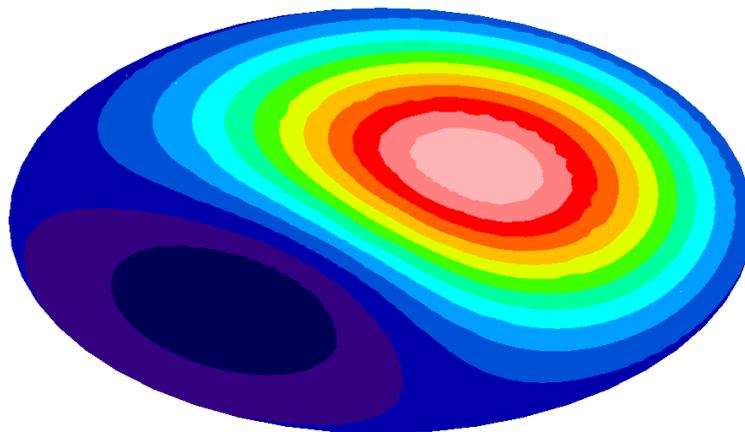
b – PRESSIONI DI CONTATTO

COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 1 (SOLO p.p.)



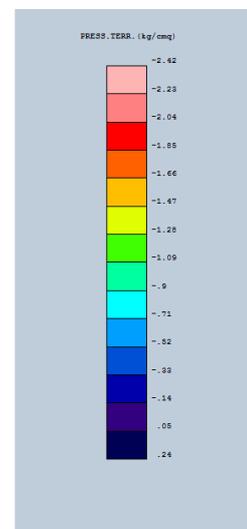
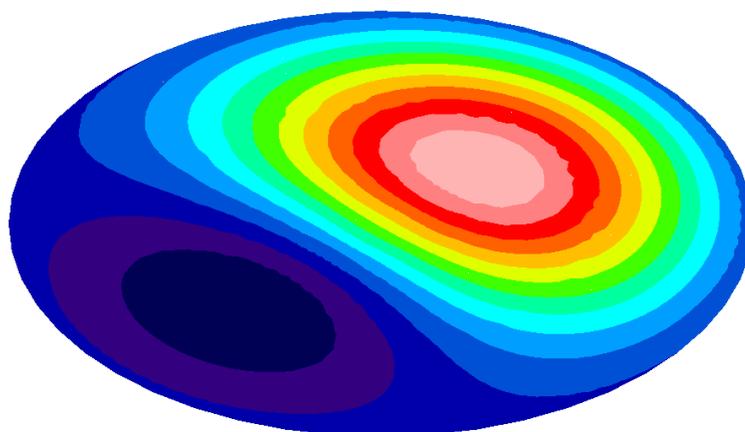
Pressione di contatto SLE: $\sigma_{pp} = 0.65 \text{ kg/cm}^2$

COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 2 (SLE)



Pressione di contatto SLE: $\sigma_{es} = 1.69 \text{ kg/cm}^2$

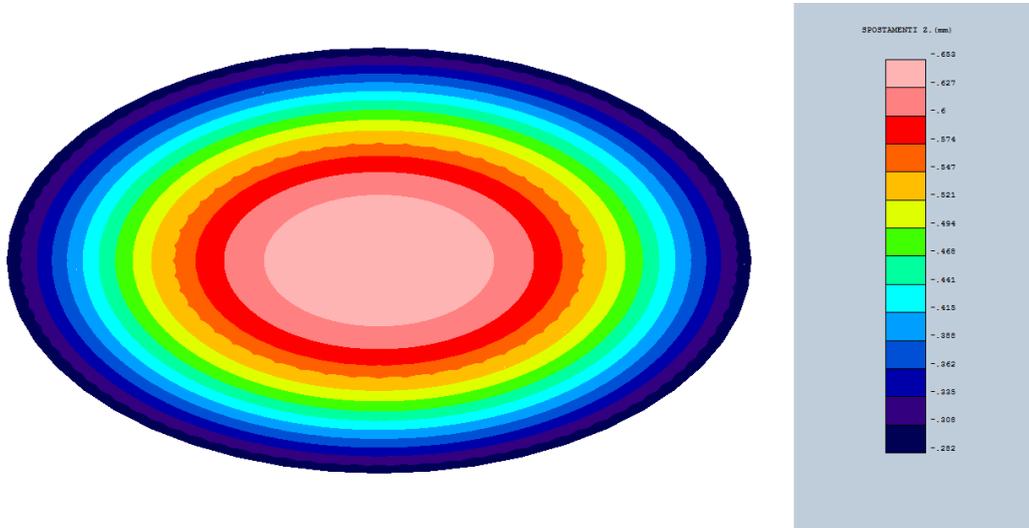
COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 3 (SLU)



Pressione di contatto SLU: $\sigma_{max} = 2.42 \text{ kg/cm}^2$

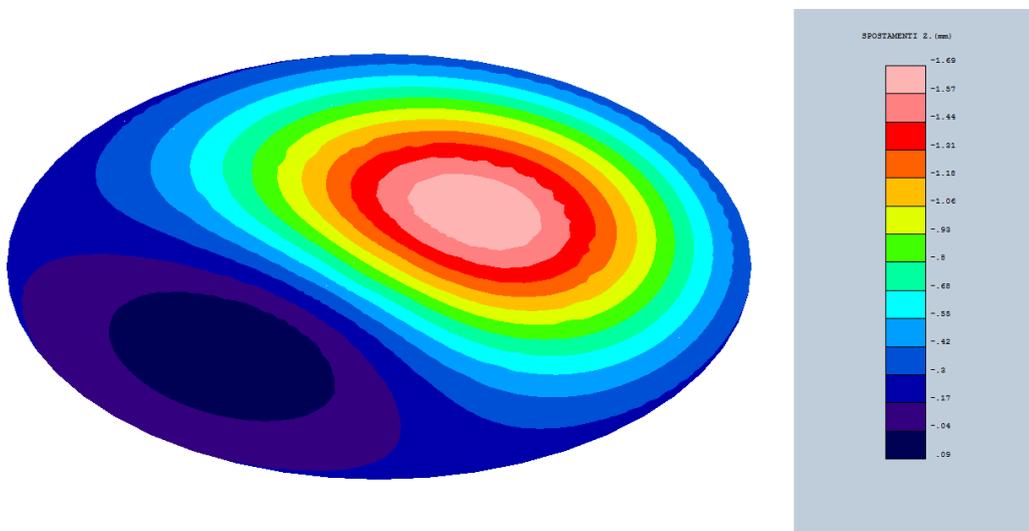
c – CEDIMENTI ATTESI

COLORMAP SPOSTAMENTI VERTICALI COMBINAZIONE 1 (SOLO p.p.)



Spostamento massimo: $w_1 = 0.65 \text{ mm}$

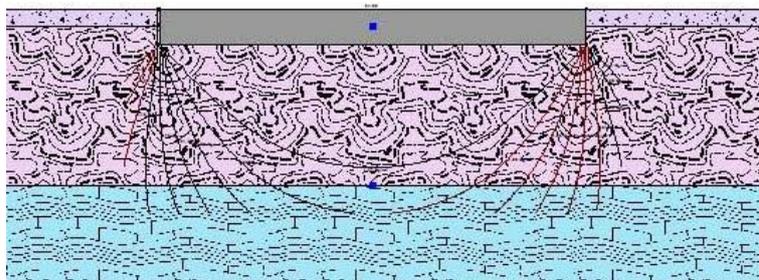
COLORMAP SPOSTAMENTI VERTICALI COMBINAZIONE 2 (SLE)



Spostamento massimo: $w_{es} = 1.69 \text{ mm}$

8 VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO (GEO)

Le verifiche geotecniche sono state condotte anche con l'ausilio del software LoadCap 2010, programma di verifiche geotecniche per fondazioni superficiali.



DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Zona	4
Diametro della fondazione	30.0 m
Profondità piano di posa	3.0 m
Altezza di incastro	1.0 m

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.0393
Effetto sismico secondo	NTC 2018

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore 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 non drenata [Kg/cm ²]	Modulo Elastico [Kg/cm ²]	Modulo Edometrico [Kg/cm ²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.0	2000.0	2150.0	23.0	0.01	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.0	2500.0	2560.0	22.5	1.78	0.0	2190.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20.0	2500.0	2560.0	26.0	2.55	0.0	3670.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25.0	2500.0	2560.0	22.5	2.78	0.0	2190.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Progetto Definitivo Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020
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	0.00	7392315.00	25130510.00	0.00	200065.00	0.00	Progetto
2	SISMA	0.00	7392315.00	25130510.00	0.00	200065.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	5380651.00	16753670.00	0.00	133377.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazioni	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	2.3	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE - COMBINAZIONE A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

```

=====
Peso unità di volume          2500.0 Kg/m3
Peso unità di volume saturo   2560.0 Kg/m3
Angolo di attrito              22.5 °
Coesione                      1.78 Kg/cm2
=====
  
```

```

=====
Eccentricità su B [eB]        3.399545 m
=====
  
```

```

Fattore [Nq]                   8.23
Fattore [Nc]                   17.45
Fattore [Ng]                   4.49
Fattore forma [Sc]             1.0
Fattore profondità [Dc]        1.04
Fattore inclinazione carichi [Ic] 0.98
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0
Fattore inclinazione base [Bc]  1.0
Fattore forma [Sq]             1.0
Fattore profondità [Dq]        1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq] 0.98
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0
Fattore inclinazione base [Bq]  1.0
Fattore forma [Sg]             1.0
  
```

Progetto Definitivo Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.96
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 [Qult]	44.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto [Rd]	19.43 Kg/cm ²
Tensione [Ed]	1.46 Kg/cm ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	30.51
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)
 Costante di Winkler 17.88 Kg/cm³

VERIFICA A SCORRIMENTO (A1+M1+R3)

Adesione terreno fondazione	1.78 Kg/cm ²
Angolo di attrito terreno fondazione	0 °
Frazione spinta passiva	50 %
Resistenza di progetto	11718393.39 Kg
Sollecitazione di progetto	200065 Kg

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

VERIFICA SISMA

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	2500.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2560.0 Kg/m ³
Angolo di attrito	22.5 °
Coesione	1.78 Kg/cm ²

Eccentricità su B [eB] 3.399545 m

Fattore [Nq]	8.23
Fattore [Nc]	17.45
Fattore [Ng]	4.49
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.04

Progetto Definitivo Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020

Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.98
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.98
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.96
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	44.7 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	24.83 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

VERIFICA A SCORRIMENTO (SISMA)

Adesione terreno fondazione	1.78 Kg/cm ²
Angolo di attrito terreno fondazione	0 °
Frazione spinta passiva	50 %
Resistenza di progetto	11718393.39 Kg
Sollecitazione di progetto	200065 Kg
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Pressione normale di progetto	1.03 Kg/cm ²
Cedimento dopo T anni	7.0
Distanza	0.22 m
Angolo	264.29 °
Cedimento totale	0.13 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	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	6.5	0	0	Schmertmann	0.01	--	0.01
3	20	0	0	Schmertmann	0.05	0.02	0.06
4	42.5	0	0	Schmertmann	0.05	0.02	0.06

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	1.03 Kg/cm ²
Spessore strato	1.0 m
Profondità substrato roccioso	1.0 m
Modulo Elastico	2190.0 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	0.35

Coefficiente di influenza I1	0.0
Coefficiente di influenza I2	0.02
Coefficiente di influenza Is	0.01

Cedimento al centro della fondazione	0.07 mm
--------------------------------------	---------

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

Dalla lettura dei dati riportati si rileva che le pressioni massime di contatto valutate in questa fase preliminare sono di gran lunga inferiori alla resistenza del terreno, i cedimenti attesi sono da considerare trascurabili.