

Regione **Puglia**
Comune di **Spinazzola (BAT)**
Proponente **RC Wind Srl**

Parco eolico "Spinazzola"

Progetto Definitivo



1_10

Relazione Generale sulle Strutture

Progettisti:

STC s.r.l.

Responsabile Tecnico *ing. Fabio Calcarella*

Ing. Giovanni Luca D'Amato

Via Benedetto Croce 23 - 73100 Lecce



Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
25/05/2018	A	Prima emissione	1.10	-GLD	-PF

Comm. -

Elaborato: -

INDICE

0. PREMESSA	2
1. DATI DI INPUT.....	4
1.1. CARICHI.....	5
1.1.1. AZIONE DEL VENTO SULLA TORRE	5
1.1.2. AZIONE DELLA NEVE	10
1.1.3. CARICHI ESTREMI	11
1.1.4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	11
1.2. INFORMAZIONI GEOTECNICHE.....	13
1.3. COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER CARICHI	14
1.4. COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER I MATERIALI	16
2. DESCRIZIONE DEL MODELLO	17
2.1. FONDAZIONI	17
2.1.1. VERIFICA AL RIBALTAMENTO.....	19
2.1.2. MODELLO FEM.....	20
2.2. CONDIZIONI AL CONTORNO	22
2.3. CARICHI APPLICATI	22
2.4. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE.....	23
2.5. COMBINAZIONI DI CARICO	23
2.6. MATERIALI	23
3. VERIFICHE STRUTTURALI	24
3.1. VERIFICA DELLA PLATEA DI FONDAZIONE.....	24
3.1.1. SOLLECITAZIONI FLETTENTI AGENTI SULLA STRUTTURA DI FONDAZIONE E VERIFICHE	24
4. REFERENZE	34

O. PREMESSA

QUESTO DOCUMENTO HA LO SCOPO DI ILLUSTRARE IL PROGETTO DEFINITIVO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PER LO SVILUPPO DELLE FONDAZIONI PER AEROGENERATORI CON TORRE ALTA 112 METRI (QUOTA DEL MOZZO) E ROTORE DEL DIAMETRO MASSIMO DI 138 METRI, DEL PARCO EOLICO COMPOSTO DA N. 9 TORRI EOLICHE PREVISTE CON IL PROGETTO IN AGRO DI SPINAZZOLA, PROVINCIA DI BARLETTA-ANDRIA-TRANI.

SI PRECISA PRELIMINARMENTE CHE I CARICHI RIGUARDANTI IL PESO DELLA NAVICELLA E L'AZIONE DEL VENTO SU DI ESSA SONO DETERMINATI SULLA BASE DELL'ESPERIENZA DI MACCHINE SIMILI GIÀ INSTALLATE. IN FASE ESECUTIVA LE ANALISI DOVRANNO TENER CONTO DELLE ATTREZZATURE CHE EFFETTIVAMENTE SARANNO INSTALLATE (MODELLO DELLE MACCHINE E RELATIVE AZIONI PASSIVE [PESO] E ATTIVE [VENTO]).

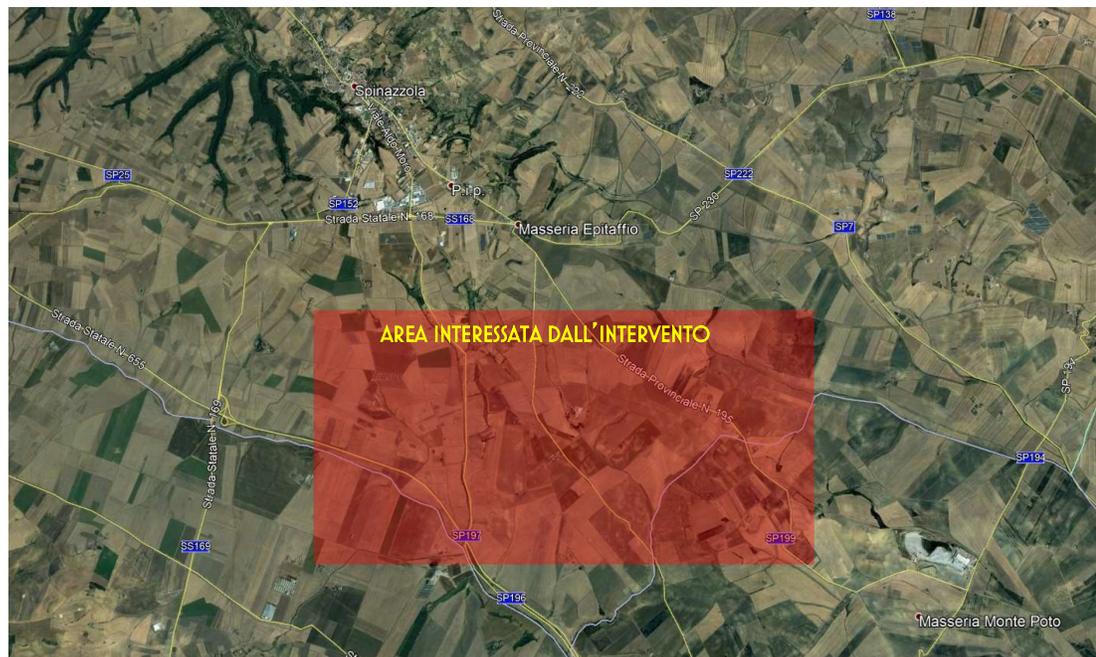


FIGURA I: ORTOFOTO DELL'AREA

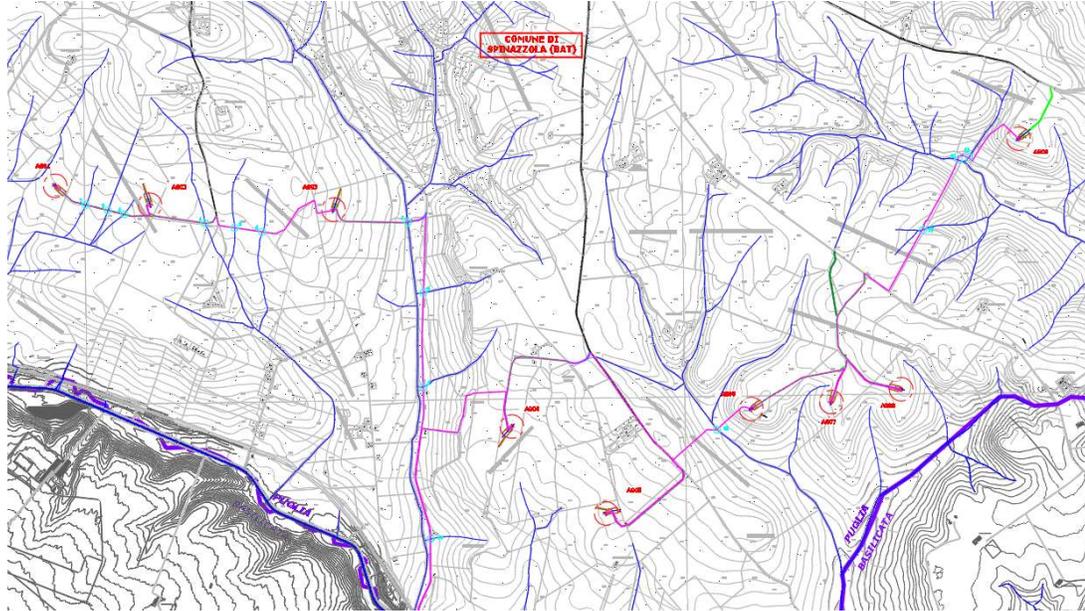


FIGURA 2. POSIZIONE DEGLI AEROGENERATORI

I. DATI DI INPUT

NEL SEGUITO SI FARÀ RIFERIMENTO AL SISTEMA DI COORDINATE RIPORTATO NELLA SUCCESSIVA FIGURA 3 PER LA DETERMINAZIONE E DESCRIZIONE DELLE AZIONI CHE IMPEGNANO L'AEROGENERATORE.

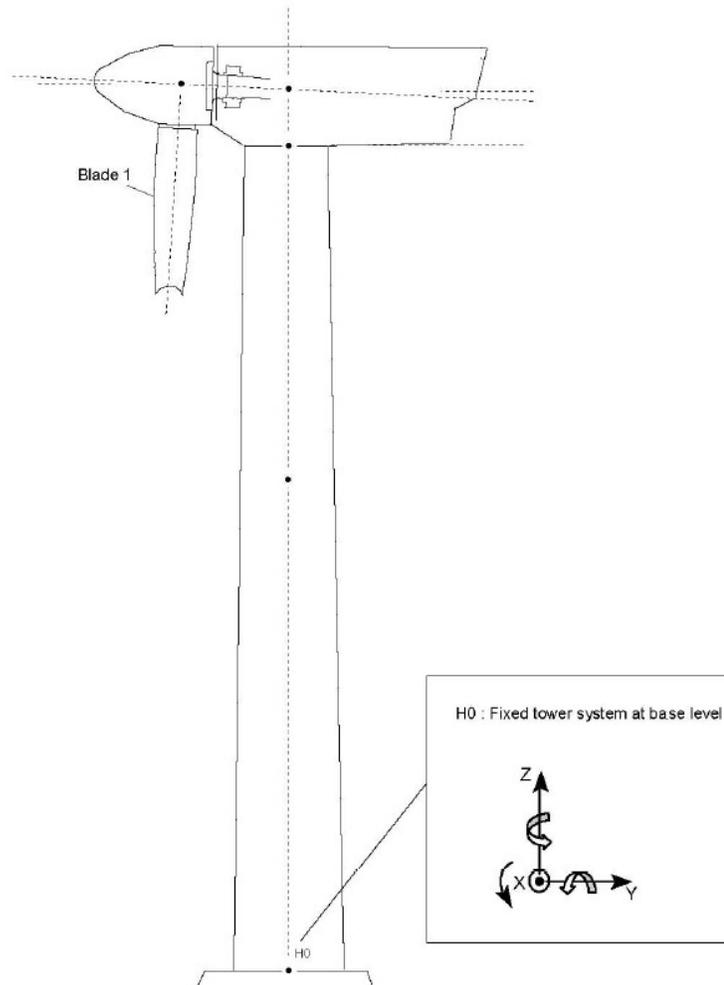


FIGURA 3: SISTEMA DI RIFERIMENTO DELLE COORDINATE ADOTTATO

IN ACCORDO CON LE CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO, ESAMINATE DALL'ANEMOMETRO INSTALLATO, SARANNO VALUTATI I CARICHI ESTREMI PER L'ANALISI PRELIMINARE DELLE AZIONI IN FONDAZIONE.

SI SOTTOLINEA CHE TALI VALORI SARANNO OGGETTO DI REVISIONE NEI SUCCESSIVI E PIÙ APPROFONDITI LIVELLI DI PROGETTAZIONE.

I.I. CARICHI

I.I.I. AZIONE DEL VENTO SULLA TORRE

L'AZIONE DEL VENTO SULLA TORRE IN ACCIAIO, ALTA 112 M, È VALUTATA SECONDO QUANTO DISPOSTO DA [I]:

TABELLA I: VALUTAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI PER DETERMINARE L'AZIONE DEL VENTO

Carichi caratteristici dovuti all'azione estrema del vento		
Zona		3
Altitudine sul livello del mare di riferimento regionale	$a_0 =$	500
Altitudine sul livello del mare del sito	$a_s =$	460
Valore caratteristico della velocità del vento per $a_s < a_0$	$V_b = V_{b,0} =$	27
Parametro k_s	$k_s =$	0.37
Valore caratteristico della velocità del vento per $a_s > a_0$	$V_b = V_{b,0} + k_s (a_s - a_0) =$	27.00 m/s
Densità convenzionale dell'aria	$\rho =$	1.25
pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0,5 \rho V_b^2$	45.56 daN/m ²
Classe di rugosità del terreno		D
Categoria di esposizione		II
Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione		
	$k_r =$	0.19
	$z_0 =$	0.05
	$z_{min} =$	4.00
	$z_{max} =$	112.00
Coefficiente di esposizione		
Coefficiente di topografia	$c_t =$	1.00
	per $z < z_{min}$	$c_e(z) = c_e(z_{min}) =$ 1.80
	per $z > z_{min}$	$c_e(z_{max}) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] =>$ 4.10
Diametro		
	$d_{max} =$	4.00
	$d_{min} =$	3.33
	$q = q_0 c_{e,min}$	82.04 daN/m ²
	$q = q_0 c_{e,max}$	186.70 daN/m ²
Coefficiente di forma	$c_p =$	0.70
coefficiente dinamico	$c_d =$	1.00

NELLE TABELLE SUCCESSIVE SONO RAPPRESENTATE LE DIMENSIONI DELLA TORRE IN ACCIAIO E IL CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO ALLA QUOTA RELATIVA AL CONCIO CONSIDERATO.

Elemento	H	z	d	F _{zi}	c _e (z)	p	F _{yi}
	[m]	[m]	[m]	[kN]		[kN/m ²]	[kN]
flangia superiore	0.335	114.600	3.238		4.116	1.31	1.42
	0.335	114.265	3.238		4.114	1.31	
11	2.194	114.265	3.238		4.114	1.31	9.35
	2.194	112.071	3.269		4.098	1.31	
10	2.194	112.071	3.269		4.098	1.31	9.40
	2.194	109.877	3.299		4.082	1.30	
9	2.194	109.877	3.299		4.082	1.30	9.45
	2.194	107.683	3.330		4.066	1.30	
8	2.873	107.683	3.330		4.066	1.30	12.45
	2.873	104.810	3.370		4.044	1.29	
7	2.872	104.810	3.370		4.044	1.29	12.52
	2.872	101.938	3.410		4.022	1.28	
6	2.871	101.938	3.410		4.022	1.28	12.60
	2.871	99.067	3.450		3.999	1.28	
5	2.871	99.067	3.450		3.999	1.28	12.67
	2.871	96.196	3.490		3.975	1.27	
4	2.870	96.196	3.490		3.975	1.27	12.73
	2.870	93.326	3.530		3.951	1.26	
3	2.869	93.326	3.530		3.951	1.26	12.79
	2.869	90.457	3.570		3.926	1.25	
2	2.869	90.457	3.570		3.926	1.25	12.86
	2.869	87.588	3.610		3.901	1.24	
1	2.868	87.588	3.610		3.901	1.24	12.91
	2.868	84.720	3.650		3.874	1.24	
flangia inferiore	0.100	84.720	3.650		3.874	1.24	0.45
	0.100	84.620	3.650		3.874	1.24	

Tronco 5

Elemento	H	z	d	F _{zi}	c _e (z)	p	F _{yi}
	[m]	[m]	[m]	[kN]		[kN/m ²]	[kN]
flangia superiore	0.100	84.620	3.650		3.874	1.24	0.45
	0.100	84.520	3.650		3.873	1.24	
10	2.061	84.520	3.650		3.873	1.24	9.29
	2.061	82.459	3.670		3.853	1.23	
9	2.061	82.459	3.670		3.853	1.23	9.30
	2.061	80.398	3.689		3.833	1.22	
8	2.063	80.398	3.689		3.833	1.22	9.30
	2.063	78.335	3.709		3.813	1.22	
7	2.887	78.335	3.709		3.813	1.22	13.02
	2.887	75.448	3.736		3.783	1.21	
6	2.886	75.448	3.736		3.783	1.21	13.01
	2.886	72.562	3.763		3.753	1.20	
5	2.886	72.562	3.763		3.753	1.20	12.99
	2.886	69.676	3.791		3.722	1.19	
4	2.886	69.676	3.791		3.722	1.19	12.97
	2.886	66.790	3.818		3.689	1.18	
3	2.885	66.790	3.818		3.689	1.18	12.94
	2.885	63.905	3.845		3.655	1.17	
2	2.885	63.905	3.845		3.655	1.17	12.91
	2.885	61.020	3.873		3.619	1.15	
1	2.885	61.020	3.873		3.619	1.15	12.88
	2.885	58.135	3.900		3.582	1.14	
flangia inferiore	0.115	58.135	3.900		3.582	1.14	0.51
	0.115	58.020	3.900		3.581	1.14	

Tronco 4

Elemento	H	z	d	F _{zi}	c _e (z)	p	F _{yi}
	[m]	[m]	[m]	[kN]		[kN/m ²]	[kN]
flangia superiore	0.115	58.020	3.900		3.581	1.14	0.51
	0.115	57.905	3.900		3.579	1.14	
9	2.422	57.905	3.900		3.579	1.14	10.75
	2.422	55.483	3.910		3.547	1.13	
8	2.422	55.483	3.910		3.547	1.13	10.67
	2.422	53.061	3.919		3.513	1.12	
7	2.911	53.061	3.919		3.513	1.12	12.72
	2.911	50.150	3.931		3.470	1.11	
6	2.911	50.150	3.931		3.470	1.11	12.60
	2.911	47.239	3.942		3.426	1.09	
5	2.911	47.239	3.942		3.426	1.09	12.47
	2.911	44.328	3.954		3.378	1.08	
4	2.911	44.328	3.954		3.378	1.08	12.33
	2.911	41.417	3.965		3.328	1.06	
3	2.911	41.417	3.965		3.328	1.06	12.17
	2.911	38.506	3.977		3.274	1.04	
2	2.911	38.506	3.977		3.274	1.04	12.00
	2.911	35.595	3.988		3.217	1.03	
1	2.910	35.595	3.988		3.217	1.03	11.81
	2.910	32.685	4.000		3.155	1.01	
flangia inferiore	0.145	32.685	4.000		3.155	1.01	0.58
	0.145	32.540	4.000		3.152	1.01	

Elemento	H	z	d	F _{zi}	c _e (z)	p	F _{yi}
	[m]	[m]	[m]	[kN]		[kN/m ²]	[kN]
flangia superiore	0.145	32.540	4.000		3.152	1.01	0.58
	0.145	32.395	4.000		3.149	1.00	
7	2.930	32.395	4.000		3.149	1.00	11.64
	2.930	29.465	4.000		3.081	0.98	
6	2.930	29.465	4.000		3.081	0.98	11.38
	2.930	26.535	4.000		3.007	0.96	
5	2.700	26.535	4.000		3.007	0.96	10.23
	2.700	23.835	4.000		2.931	0.93	
4	2.700	23.835	4.000		2.931	0.93	9.95
	2.700	21.135	4.000		2.848	0.91	
3	2.640	21.135	4.000		2.848	0.91	9.44
	2.640	18.495	4.000		2.757	0.88	
2	2.600	18.495	4.000		2.757	0.88	8.97
	2.600	15.895	4.000		2.654	0.85	
1	2.500	15.895	4.000		2.654	0.85	8.29
	2.500	13.395	4.000		2.541	0.81	
flangia inferiore	0.175	13.395	4.000		2.541	0.81	0.57
	0.175	13.220	4.000		2.532	0.81	

Elemento	H	z	d	F _{zi}	c _e (z)	p	F _{yi}
	[m]	[m]	[m]	[kN]		[kN/m ²]	[kN]
flangia superiore	0.175	13.220	4.000		2.532	0.81	0.56
	0.175	13.045	4.000		2.524	0.80	
5	2.930	13.045	4.000		2.524	0.80	9.13
	2.930	10.115	4.000		2.360	0.75	
4	2.905	10.115	4.000		2.360	0.75	8.35
	2.905	7.210	4.000		2.148	0.69	
3	1.500	7.210	4.000		2.148	0.69	3.98
	1.500	5.710	4.000		2.008	0.64	
2	2.930	5.710	4.000		2.008	0.64	7.12
	2.930	2.780	4.000		1.598	0.57	
1	2.570	2.780	4.000		1.598	0.57	5.90
	2.570	0.210	4.000		0.437	0.57	
flangia inferiore	0.000	0.210	4.000		0.437	0.57	0.00
	0.000	0.210	4.000		0.437	0.57	

LE AZIONI F_{yi} SARANNO APPLICATE AD OGNI SINGOLO ELEMENTO CONCIO NEL MODELLO GENERALE DI CALCOLO ADOTTATO PER LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI ALLA BASE.

1.1.2. AZIONE DELLA NEVE

TABELLA 2'. DETERMINAZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO NEVE SULLA NAVICELLA

Carichi caratteristici dovuti all'azione della neve		
Zona		III
Altitudine sul livello del mare di riferimento regionale	a _{s,r} =	200.00
Altitudine sul livello del mare del sito	a _s =	460.00
Valore caratteristico del carico neve al suolo per a _s <200 m	q _{s,k} =	0.60
Valore caratteristico del carico neve al suolo per a _s >200 m	q _{s,k} =0.51*[1+(a _s /481) ²]	0.96
Coefficiente di forma della copertura	μ _i =	0.80
Coefficiente di esposizione	C _E =	1.00
Coefficiente termico	C _t =	1.00
Carico neve unitario	q _s = μ _i * C _E * C _t * q _{s,k}	76.58 daN/m ²

IL CARICO RISULTATE SULLA NAVICELLA DOVUTO ALLA NEVE RISULTA ESSERE DI 50,00 KN.

1.1.3. CARICHI ESTREMI

IN SINTESI I CARICHI AGENTI SULLA FONDAZIONE DELLA TORRE EOLICA SONO SINTETIZZATI NELLA SUCCESSIVA TABELLA 3:

TABELLA 3: SINTESI DEI CARICHI AGENTI SULLA FONDAZIONE DELLA TORRE EOLICA

Azioni sulla testa della torre (navicella + rotore + vento)						
	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
peso navicella			-2470			
neve navicella			-50			
vento navicella	-221	506		-3573	-2086	-1408
peso torre			-3530			
vento torre		557		-38438		
orizzontale navicella					-28655	
momento vento navicella				-65578		
totale	-221	1063	-6050	-107588	-30740	-1408
	1086			111894		

I CARICHI INDICATI IN TABELLA 3 RAPPRESENTANO QUELLI ATTINTI TENUTO CONTO DI [1]. PER TENER CONTO ANCHE DELLE AZIONI DEFINITE SECONDO [27], TALI SOLLECITAZIONI SARANNO INCREMENTATE DEL 10%.

TABELLA 4: CARICHI SECONDO [27]

Azioni						
F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z	h
F_{res}			M_{res}			
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[m]
1194.37		-6655.00	123083.21		-1548.80	0.20

1.1.4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO È DESCRITTA IN QUANTO DI SEGUITO RIPORTATO, CONSIDERATO CHE:

- L'AREA RICADE IN ZONA CLASSIFICATA 4;

- LE STRUTTURE DI CUI TRATTASI RIENTRANO TRA QUELLE DI INTERESSE STRATEGICO PER LA REGIONE PUGLIA, DUNQUE DEVE ESSERE CONSIDERATA UNA CLASSE D'USO IV (IMPIANTO RIENTRANTE NELLA CATEGORIA DI CENTRALE ELETTRICA).

TABELLA 5: RIASSUNTO DELLA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Spettri automatici
 Sito di costruzione: Unnamed Road, 76014 Spinazzola BT, Italia LON. 16.11210 LAT. 40.92110 Individua

Contenuto tra ID reticolo: 32785 32784 32563 32562

Tipo di opera Opera ordinaria Vita nominale V_N 100

Classe d'uso Classe IV

<input type="checkbox"/> SLO-Pvr	<input style="width: 50px;" type="text"/>	Ag	<input style="width: 50px;" type="text"/>	FO	<input style="width: 50px;" type="text"/>	TC*	<input style="width: 50px;" type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> SLD-Pvr	63	Ag	0.987923	FO	2.50472	TC*	0.41365
<input checked="" type="checkbox"/> SLV-Pvr	10	Ag	2.6998	FO	2.45217	TC*	0.438918
<input type="checkbox"/> SLC-Pvr	<input style="width: 50px;" type="text"/>	Ag	<input style="width: 50px;" type="text"/>	FO	<input style="width: 50px;" type="text"/>	TC*	<input style="width: 50px;" type="text"/>

Struttura dissipativa

Quota di riferimento <m> 0

Altezza della struttura <m> 112

Numero piani edificio 0

Coefficiente θ 0

Edificio regolare in altezza
 Edificio regolare in pianta

Categoria del suolo di fondazione		B
Categoria topografica	T1 - Super...	Coeff. amplificazione topografica S_T
		1
Accelerazione di picco del terreno $A_g S$: 0.3065 <g>		
<input type="checkbox"/> Applica semplificazioni per bassa sismicità		
<input type="checkbox"/> Tipologia diversa nelle due direzioni sismiche		
Tipologia strutturale	Direzione X acciaio a mensola ...	Direzione Y
Periodo T_1	3.00847	3.00847
Coeff. λ	SLV	1
Rapporto di sovraresistenza (α_U/α_1)	1	1
Valore di riferimento del fattore di struttura (q_0)	2	2
Fattore riduttivo (K_u)	1	1
Fattore di comportamento dissipativo (q)	2	2
Fattore di comportamento non dissipativo (q_{ND})	1.33333	1.33333
Fattore di comportamento per SLD (q_D)	1.33333	1.33333
Fattore di comportamento per sisma verticale (q_v)		1.5
Smorzamento spettro	<%> 5	Visualizza spettri

SIMBOLOGIA

T_{CC} = TIPO DI COMBINAZIONE DI CARICO

T_R = PERIODO DI RITORNO

A_G = ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA AL SITO

F_0 = VALORE MASSIMO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE

T_{c^*} = PERIODO DI INIZIO DEL TRATTO A VELOCITÀ COSTANTE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE

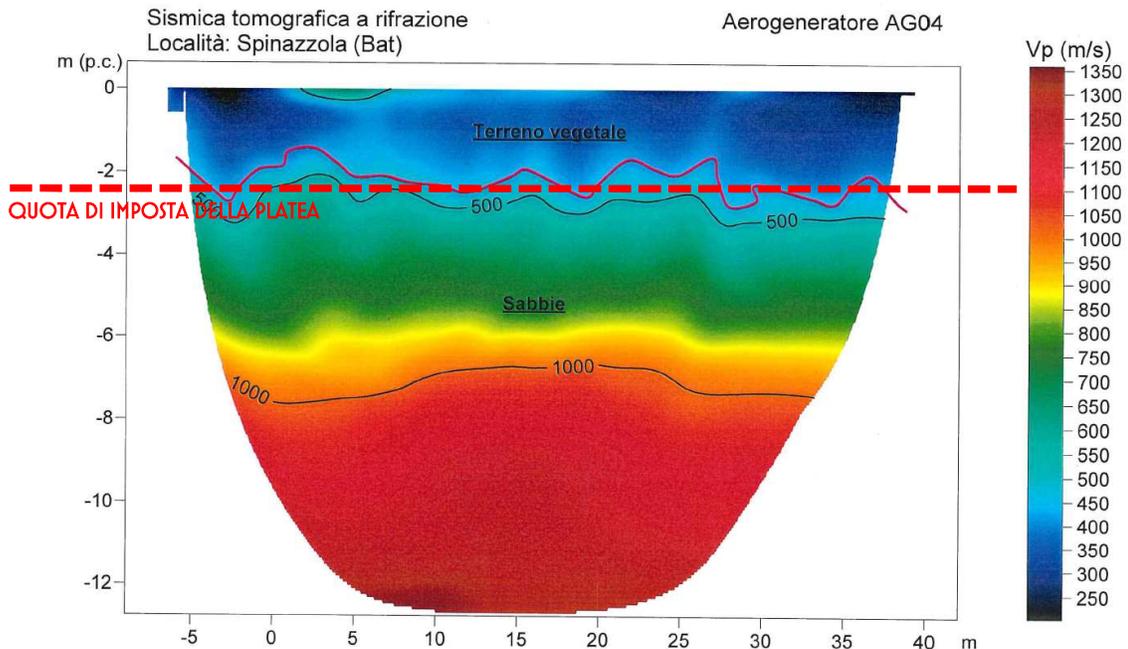
S_S = COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

C_c = COEFFICIENTE FUNZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO

1.2. INFORMAZIONI GEOTECNICHE

PER TUTTE LE INFORMAZIONI INERENTI LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E LA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE SI RIMANDA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E ALLA RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA, PARTE INTEGRANTE

DELLA PRESENTE RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO, SI RIPORTA DI SEGUITO LO SCHEMA RIASSUNTIVO DEI TERRENI DI FONDAZIONE NELL'AREA IN OGGETTO.



1.3. COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER CARICHI

I COEFFICIENTI DI MAGGIORAZIONE DEI CARICHI RACCOMANDATI DALL'EURO CODICE APPLICABILE SONO RIPORTATI NELLA SUCCESSIVA TABELLA RIEPILOGATIVA.

1. VERIFICA DI STABILITÀ (RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO)

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE DEI CARICHI A SFAVORE DELLA SICUREZZA PER RIBALTAMENTO

1,35

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE DEI CARICHI A SFAVORE DELLA SICUREZZA PER SCORRIMENTO

1,35

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE DEI CARICHI A FAVORE DELLA SICUREZZA

0,9

2. VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO (USANDO CARICHI CARATTERISTICI):

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE DEI CARICHI

1

3. VERIFICA STRUTTURALE DEL CEMENTO ARMATO

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE PER CARICHI ESTREMI A SFAVORE DELLA SICUREZZA

1,50

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE PER CARICHI ESTREMI A FAVORE DELLA SICUREZZA

0,9

COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE PER CARICHI A SFAVORE DELLA SICUREZZA (PESO PROPRIO)

1,30



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO
VIA BENEDETTO CROCE, 23 – 73100 – LECCE
TEL. 0832 194 07 01 – FAX 0832 194 07 02
Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE PER CARICHI A FAVORE DELLA SICUREZZA (PESO PROPRIO)

4. VERIFICA GAP
COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE

5. VERIFICA A FATICA
COEFFICIENTE DI MAGGIORAZIONE PER CARICHI A FATICA

1.4. COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER I MATERIALI

I COEFFICIENTI DI MAGGIORAZIONE RACCOMANDATI DALL'EURO CODICE APPLICABILE SONO:

1. VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO:

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER I MATERIALI

2,3

2. VERIFICA STRUTTURALE DEL CEMENTO ARMATO:

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER ARMATURA

1,15

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER CEMENTO

1,5

3. GHIERA, BARRE POST-TENSIONATE, CONNETTORI (EC-3, CE-4 E GL):

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER ACCIAIO E BARRE (CARICHI ESTREMI)

1,1

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER ACCIAIO E BARRE (CARICHI A FATICA)

1,25

COEFFICIENTE DI SICUREZZA PER CONNETTORI

1,25

2. DESCRIZIONE DEL MODELLO

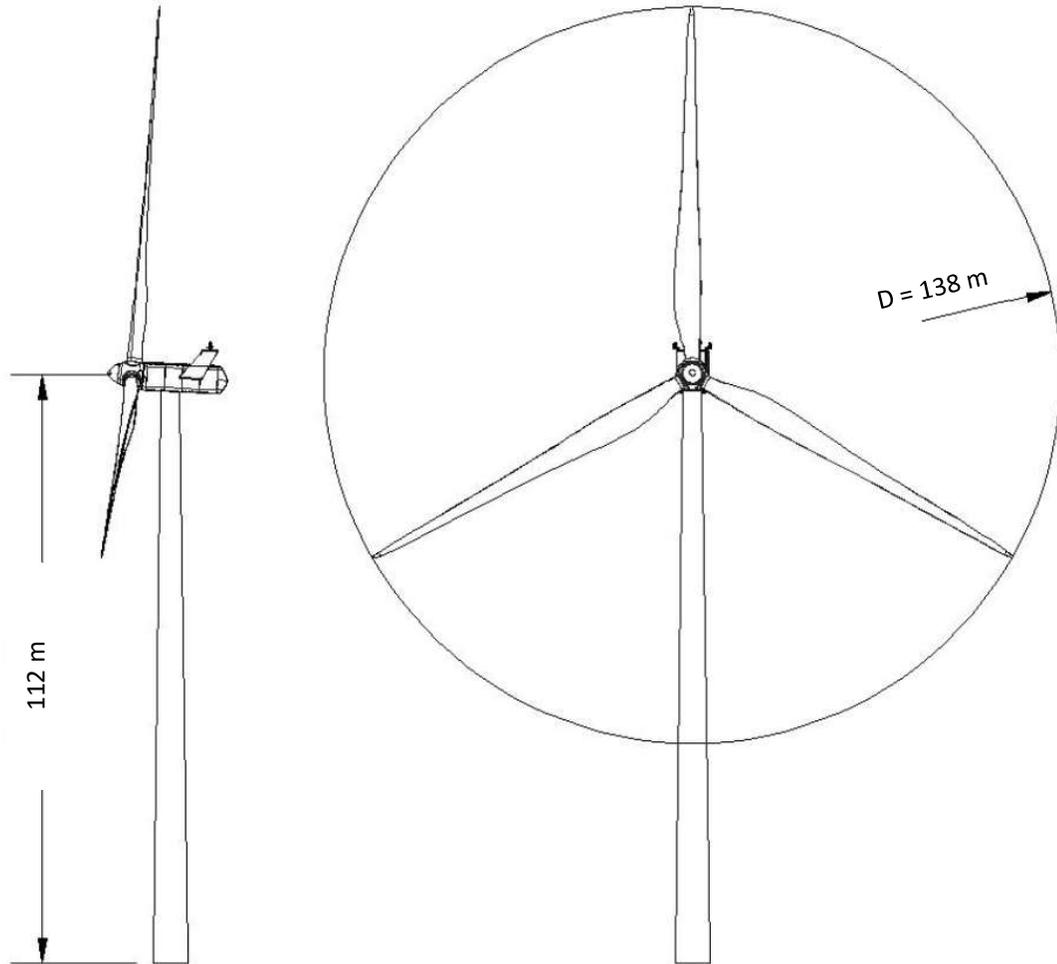


FIGURA 5: SCHEMA E DIMENSIONI DELLA TORRE EOLICA

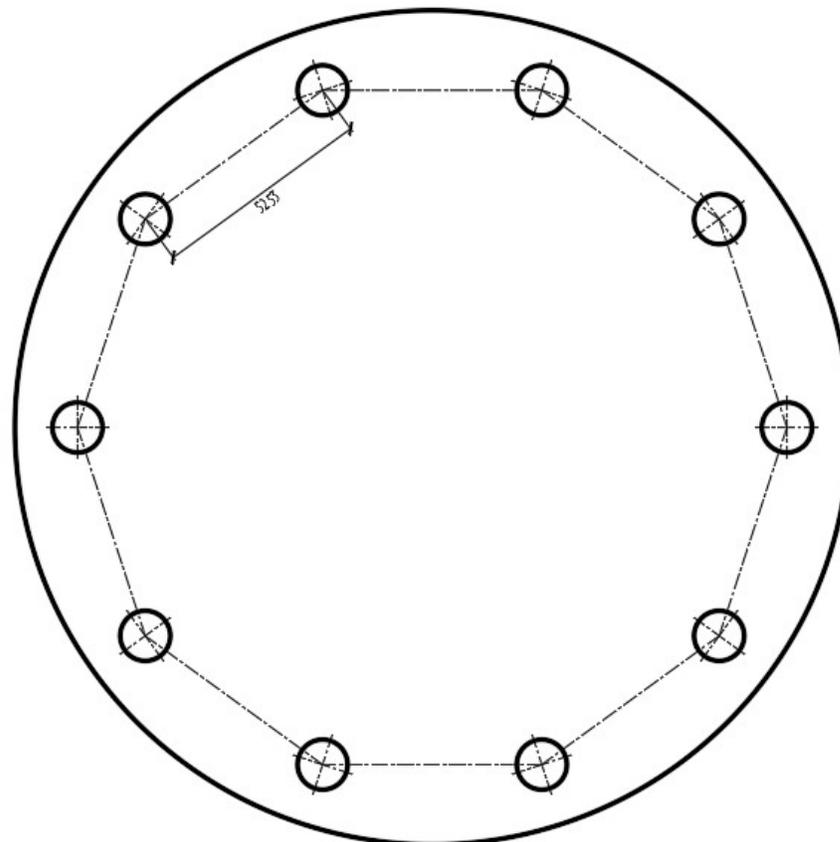
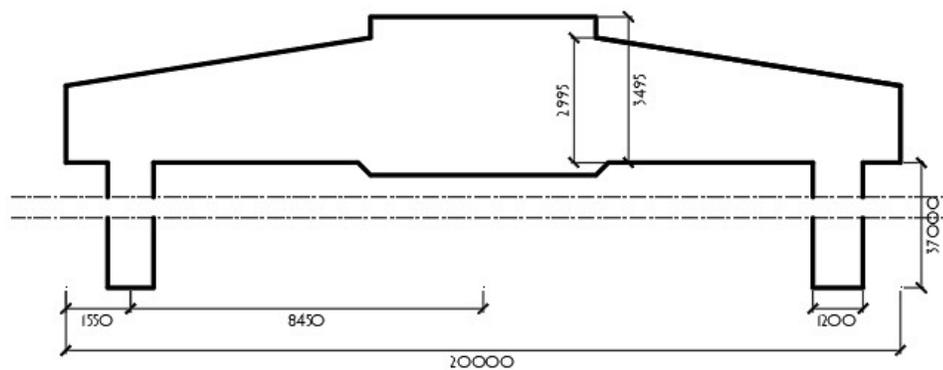
2.1. FONDAZIONI

PER I TERRENI CLASSIFICATI COME SABBIE, LE TORRI EOLICHE RICHIEDONO FONDAZIONI DI TIPO INDIRETTO COSTITUITE DA:

- PLINTI DI BASE, RAPPRESENTATE DA PLINTI TRONCOCONICI, IN CUI VIENE GENERALMENTE ANNEGATA LA VIROLA DI FONDAZIONE DELLA TORRE IN ACCIAIO;
- N. 10 PALI ϕ 1200 MM E LUNGHEZZA 37 M.

SI OSSERVA INFINE CHE QUANTO DETERMINATO NELLA PRESENTE RELAZIONE È FRUTTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE CONDOTTE PER LA PRESENTE FASE PROGETTUALE. LA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE (DIRETTA) IN FASE ESECUTIVA PUÒ SUBIRE SOSTANZIALI MODIFICHE IN FUNZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE CHE SARANNO ESEGUITE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA.

NEL CASO IN ESAME SARÀ, IN PRIMA APPROSSIMAZIONE, CONSIDERATA UNA FONDAZIONE DEL DIAMETRO DI 20 M, ALTEZZA VARIABILE DA CIRCA 1,85 M A CIRCA 3,50 (IN CORRISPONDENZA DELL'ATTACCO VIROLA – TORRE IN ACCIAIO).



2.1.1. VERIFICA AL RIBALTAMENTO

LA VERIFICA "A STABILITÀ AL RIBALTAMENTO", RAPPRESENTA IL PRIMO STEP PER IL CORRETTO PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PER LE TORRI EOLICHE. FACENDO RIFERIMENTO ALLO SCHEMA IN FIGURA 5, NELLA SUCCESSIVA TABELLA 6 È RIPORTATA LA VERIFICA A RIBALTAMENTO.

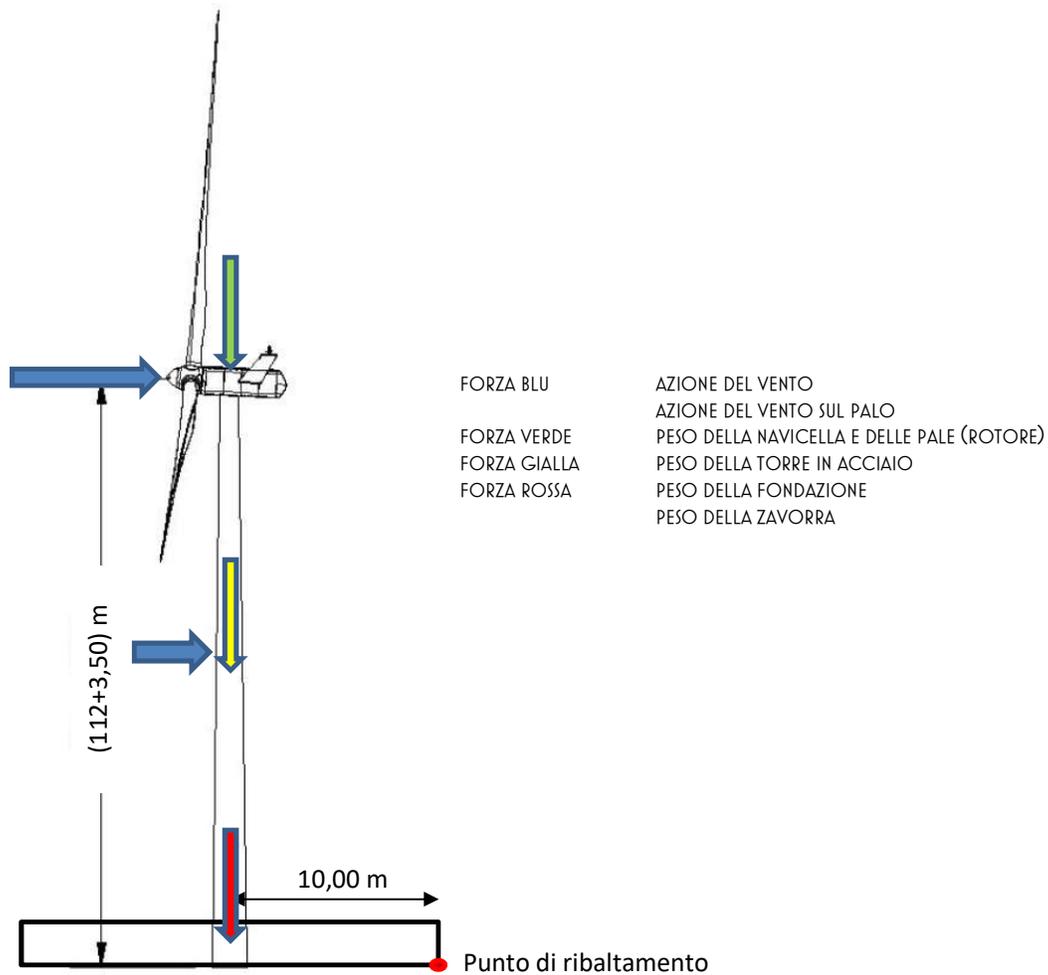


FIGURA 5: SCHEMA STATICO PER LA VERIFICA A RIBALTAMENTO

TABELLA 6

Fondazione								
Plinto								
R ₁	H _{1a}	H _{1b}	R ₂	H ₂	γ _c	γ _z	H _T	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[daN/m ³]	[daN/m ³]	[m]	
10.00	1.85	1.15	2.70	0.50	2500	1000	3.50	
3.00								
Volume calcestruzzo 01			V ₁	581.19			[m ³]	
Volume calcestruzzo 02			V ₂	161.72			[m ³]	
Volume calcestruzzo 03			V ₃	11.45				
Volume totale calcestruzzo			V _c	754.37			[m ³]	
							1885920 [daN]	Peso plinto
Volume zavorra			V _z	188.11				
							188110 [daN]	Peso zavorra
Verifica al Ribaltamento								
MOMENTO RIBALTANTE:			$M_{rd} = 1,5 * M_{res} + 1,5 * F_{res} * h$					
MOMENTO STABILIZZANTE:			$M_{sd} = W * R_1 + F_z * R_1$					
Momento Ribaltante	M _{rd}	191254	kNm				1.29	Verificato!
Momento Stabilizzante	M _{sd}	246558	kNm					

2.1.2. MODELLO FEM

LE ANALISI NUMERICHE DA CUI SONO STATI DEDOTTI I VALORI DELLE SOLLECITAZIONI DI PROGETTO DI SEGUITO RIPORTATE SONO IL RISULTATO DELL'ANALISI SVOLTA CON L'AUSILIO DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE E VERIFICA "MODEST VER. 8.16" E CON IL SOFTWARE DI CALCOLO NUMERICO "XFINEST 2014 VER. 8.7". TUTTI I DETTAGLI DELLE VERIFICHE SONO RIPORTATI NELL'ALLEGATO TABULATO DI CALCOLO.

IL MODELLO DI CALCOLO RIPRODUCE LE IPOTESI PROGETTUALI RAPPRESENTATE DA:

- UNA TORRE IN ACCIAIO COSTITUITA DA UN ELEMENTO TRONCOCONICO CHE SI RASTREMA VERSO L'ALTO;
- UNA FONDAZIONE TRONCO CONICA (DI ALTEZZA MINIMA PARI A 1850 MM E MASSIMA PARI A 3500 MM, CON DIAMETRO DI 20000 MM), CHE ACCOGLIE SULLA SUA SOMMITÀ IL CONCIO (O PIASTRE) DI FONDAZIONE IN ACCIAIO;
- N. 10 PALI TRIVELLATI DEL DIAMETRO ϕ 1200 MM E LUNGHEZZA TOTALE $L = 37000$ MM.

IL COMPORTAMENTO DELLA FONDAZIONE PIANA È STATO ANALIZZATO ATTRAVERSO UN MODELLO A ELEMENTI FINITI (FEM) COMPOSTO DA:

- ASTE CILINDRICHE CHE SI RASTREMANO VERSO LA SOMMITÀ DELLA TORRE;
- ELEMENTI BIDIMENSIONALI DI SPESSORE VARIABILE CHE SIMULANO LA FORMA TRONCOCONICA DEL PLINTO DI BASE;
- N. 10 PALI VINCOLATI AL PLINTO TRONCO CONICO.



FIGURA 6: MODELLO SOLIDO DEL COMPLESSO TORRE IN ACCIAIO / BLOCCO DI FONDAZIONE

IL CEMENTO ARMATO È STATO SCHEMATIZZATO COME UN MATERIALE OMOGENEO, ISOTROPO A COMPORTAMENTO ELASTICO E LINEARE CON LE SEGUENTI CARATTERISTICHE MECCANICHE:

$$E = 3250 * \sqrt[2]{f_{ck,j}} + 14000 = 3250 * \sqrt[2]{30MPa} + 14000 = 28580 * 10^6 N / m^2$$

$$\mu = 0.2$$

IL MODELLO STUDIATO PER QUESTA FASE PROGETTUALE È INDICATO COME ST_001-B1 - TORRE FONDATA SU TERRENI DI TIPO SABBIE LA CUI STRUTTURA DI FONDAZIONE È COSTITUITA DA FONDAZIONI "INDIRETTE" (N. 10 PALI DIAMETRO 1200 MM E LUNGHEZZA 37000 MM).

2.2. CONDIZIONI AL CONTORNO

SI RIPORTANO NEL PRESENTE PARAGRAFO LE CONDIZIONI AL CONTORNO APPLICATE PER SIMULARE GLI EFFETTI DEL COMPORTAMENTO NON LINEARE DEL TERRENO A CUI È VINCOLATA LA FONDAZIONE DIRETTA.

IL TERRENO DI FONDAZIONE È STATO SCHEMATIZZATO SECONDO LA TEORIA DEL WINKLER.

IL PESO DEL TERRENO DI RIPIIMENTO (DENOMINATO **ZAVORRA**) È STATO APPLICATO COME CARICO DISTRIBUITO NELLA PARTE SOVRASTANTE L'AREA DELLA FONDAZIONE PIANA; IL PESO SPECIFICO MINIMO PRESCRITTO PER TALE MATERIALE È DI 1000 DAN/M³.

LA SPINTA ORIZZONTALE AGENTE SULLE AREE VERTICALI DELLA FONDAZIONE NON È STATA CONSIDERATA PERCHÉ QUESTO CARICO È EQUILIBRATO DALLA FONDAZIONE PIANA.

UNA STRUTTURA AUSILIARIA, DI RIGIDEZZA ADEGUATA, PERMETTE DI APPLICARE I CARICHI DELL'AEROGENERATORE (FORZE E MOMENTI) ALLA STRUTTURA DI FONDAZIONE. CON QUESTA STRUTTURA È STATO OTTENUTO UN MODELLO PIÙ ACCURATO DEL SISTEMA STRUTTURA / FONDAZIONE.

2.3. CARICHI APPLICATI

I CARICHI APPLICATI SONO SINTETIZZATI IN QUANTO SEGUE.

- PESO PROPRIO DEL CALCESTRUZZO ARMATO 2500 DAN/M³
- PESO PROPRIO DEL RIPIIMENTO 1200 DAN/M³
- I CARICHI ESTERNI DALL'AEROGENERATORE (FORZE E MOMENTI), APPLICATI ATTRAVERSO LA STRUTTURA AUSILIARIA CHE TRASMETTE I CARICHI DAL NODO CENTRALE AI NODI DI INTERFACCIA

2.4. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE

CCE	Commento	Peso	C. A.	s	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz	Tipo CCE	Sicurezza	Variabilità
1	peso proprio struttura	<input checked="" type="checkbox"/>	P	1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1 D.M. 08 Permanenti	a sfavore	
2	peso navicella	<input type="checkbox"/>		1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2 D.M. 08 Permanenti	a sfavore	
3	vento navicella	<input type="checkbox"/>		1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10 D.M. 08 Variabili	a sfavore	di base
4	vento torre	<input type="checkbox"/>		1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10 D.M. 08 Variabili	a sfavore	di base
5	neve navicella	<input type="checkbox"/>		1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	11 D.M. 08 Variabili N	a sfavore	di base
6	zavorra	<input type="checkbox"/>		1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1 D.M. 08 Permanenti	a sfavore	

L'AZIONE DEI CARICHI SU CITATI È STATA APPLICATA LUNGO UNA SOLA DIREZIONE PRINCIPALE, CONSIDERATO CHE LA GEOMETRIA DELLA FONDAZIONE È CIRCOLARE.

2.5. COMBINAZIONI DI CARICO

NELLA TABELLA DI SEGUITO RIPORTATA SONO INDICATE LE COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE PER IL CALCOLO E LA VERIFICA DEL MODELLO STRUTTURALE.

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	SX	SY
1	CC 1 - Amb. 1 (SLU SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
2	CC 2 - Amb. 1 (SLE) SLD	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
3	CC 3 - Amb. 1 (SLU SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
4	CC 4 - Amb. 1 (SLE) SLD	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
5	CC 5 - Amb. 1 (SLU SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-1.00	0.30
6	CC 6 - Amb. 1 (SLE) SLD	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-1.00	0.30
7	CC 7 - Amb. 1 (SLU SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-1.00	-0.30
8	CC 8 - Amb. 1 (SLE) SLD	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-1.00	-0.30
9	CC 9 - Amb. 1 (SLU SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
10	CC 10 - Amb. 1 (SL SLD)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
11	CC 11 - Amb. 1 (SL SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
12	CC 12 - Amb. 1 (SL SLD)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
13	CC 13 - Amb. 1 (SL SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	-1.00
14	CC 14 - Amb. 1 (SL SLD)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	-1.00
15	CC 15 - Amb. 1 (SL SLV)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	-1.00
16	CC 16 - Amb. 1 (SL SLD)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	-1.00
17	CC 17 - Amb. 2 (SL SLU)	▼	L	■	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	0.00	0.00
18	CC 18 - Amb. 2 (SL SLE R)	▼	L	■	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
19	CC 19 - Amb. 2 (SL SLE F)	▼	L	■	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	1.00	0.00	0.00
20	CC 20 - Amb. 2 (SL SLE Q)	▼	L	■	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

2.6. MATERIALI

I MATERIALI PREVISTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE SONO:

- CALCESTRUZZO C28/35
- ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA B450C
- ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA S355

3. VERIFICHE STRUTTURALI

3.1. VERIFICA DELLA PLATEA DI FONDAZIONE

NEL SEGUITO SI RIPORTA IL PRE-DIMENSIONAMENTO DELLE ARMATURE NECESSARIE A RINFORZARE LA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO. IL CALCOLO DETTAGLIATO DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI SULLA PLATEA DI FONDAZIONE È DETTAGLIATAMENTE RIPORTATA NELL'ALLEGATO TABULATO DI CALCOLO ALLA PRESENTE RELAZIONE.

3.1.1. SOLLECITAZIONI FLETTENTI AGENTI SULLA STRUTTURA DI FONDAZIONE E VERIFICHE

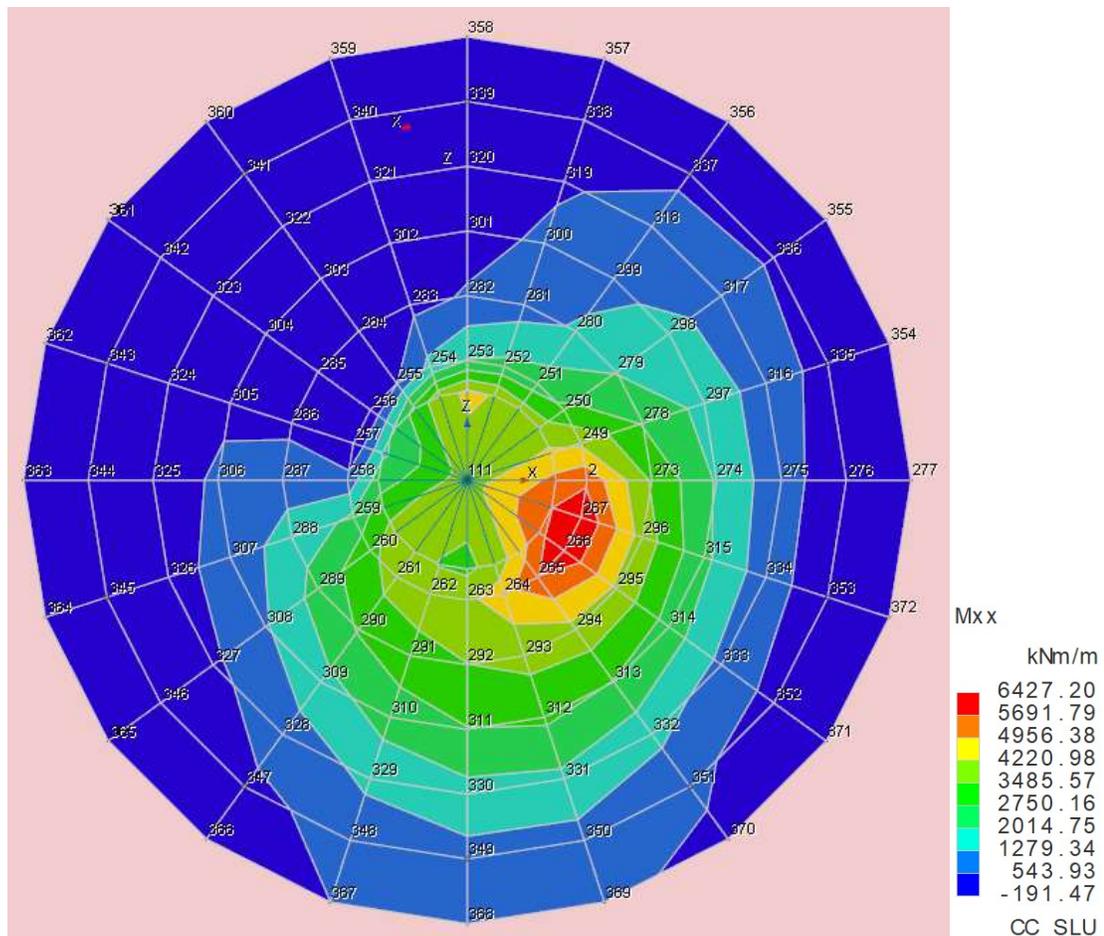


FIGURA 7: DIAGRAMMA DEI MOMENTI CHE PROVOCANO TENSIONI NORMALI IN DIREZIONE X SU FACCE CON NORMALE X

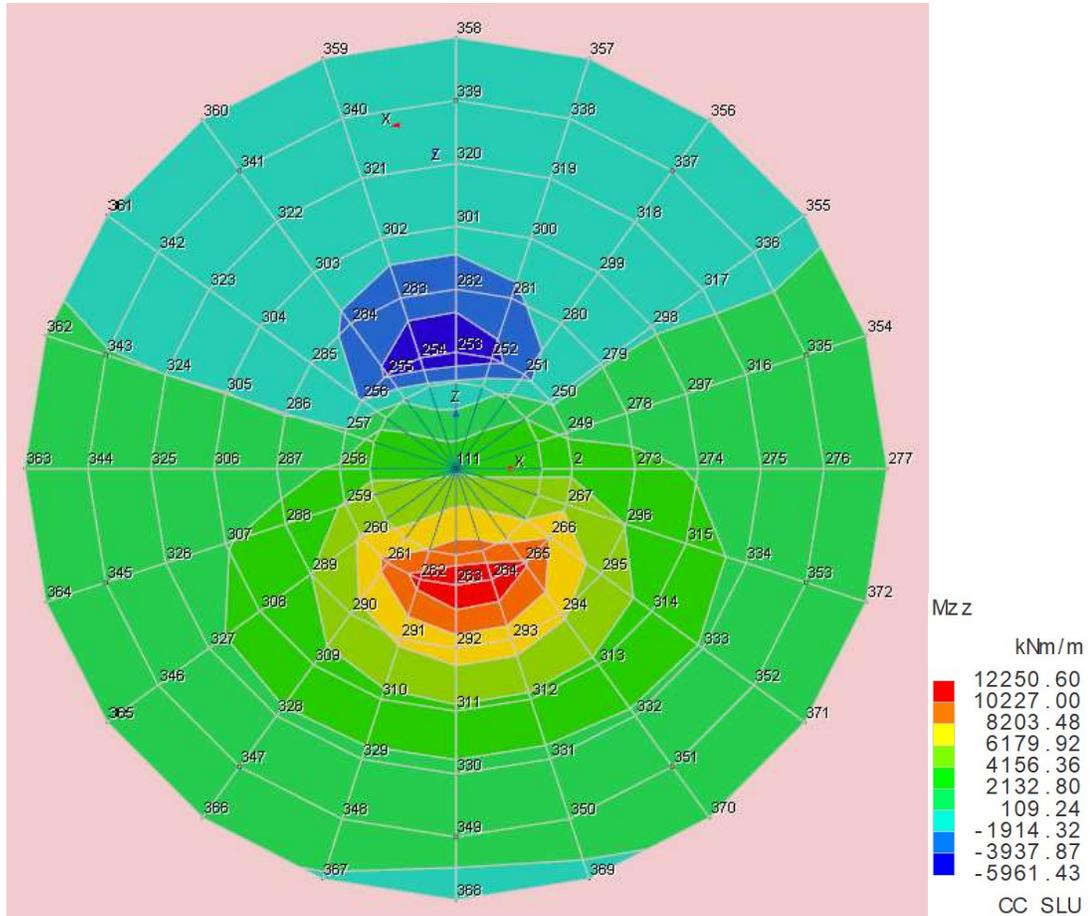


FIGURA 8: DIAGRAMMA DEI MOMENTI CHE PROVOCANO TENSIONI NORMALI IN DIREZIONE Z SU FACCE CON NORMALE Z

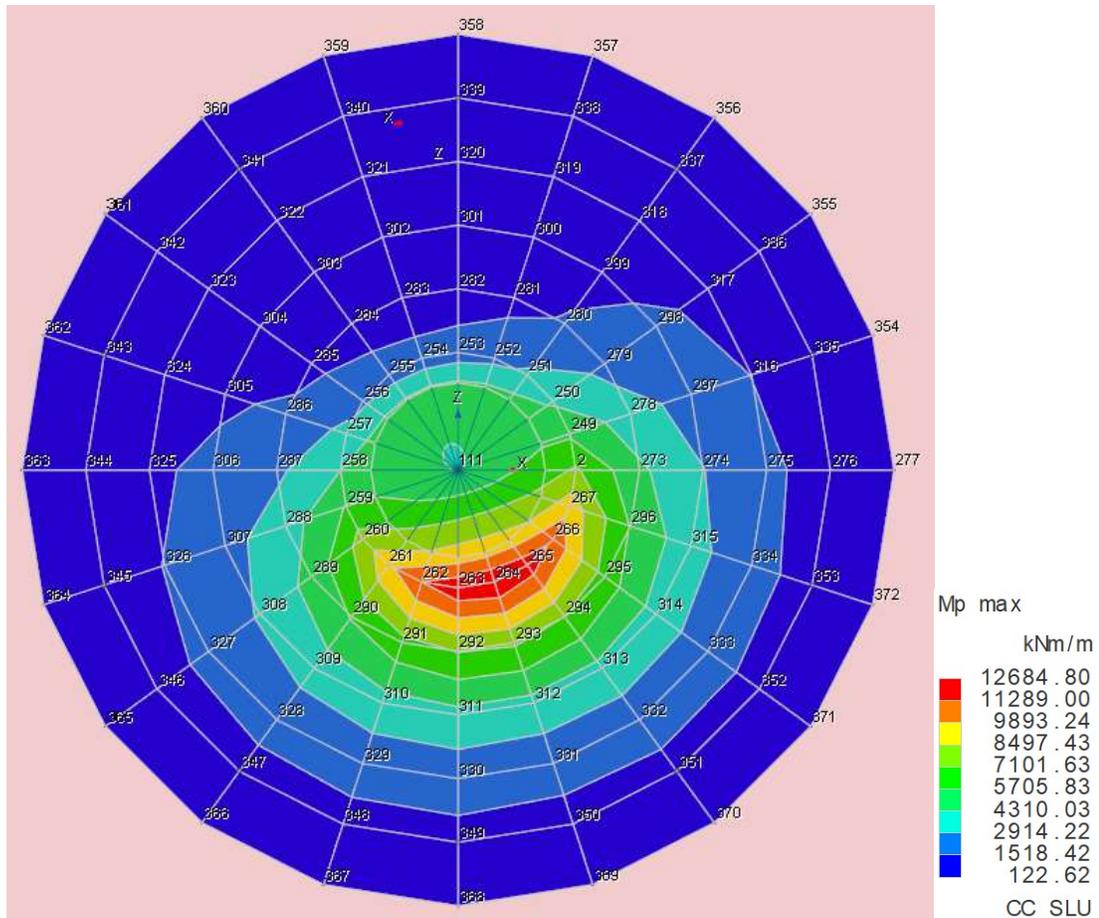


FIGURA 9: DIAGRAMMA DEI MOMENTI PRINCIPALI MASSIMI

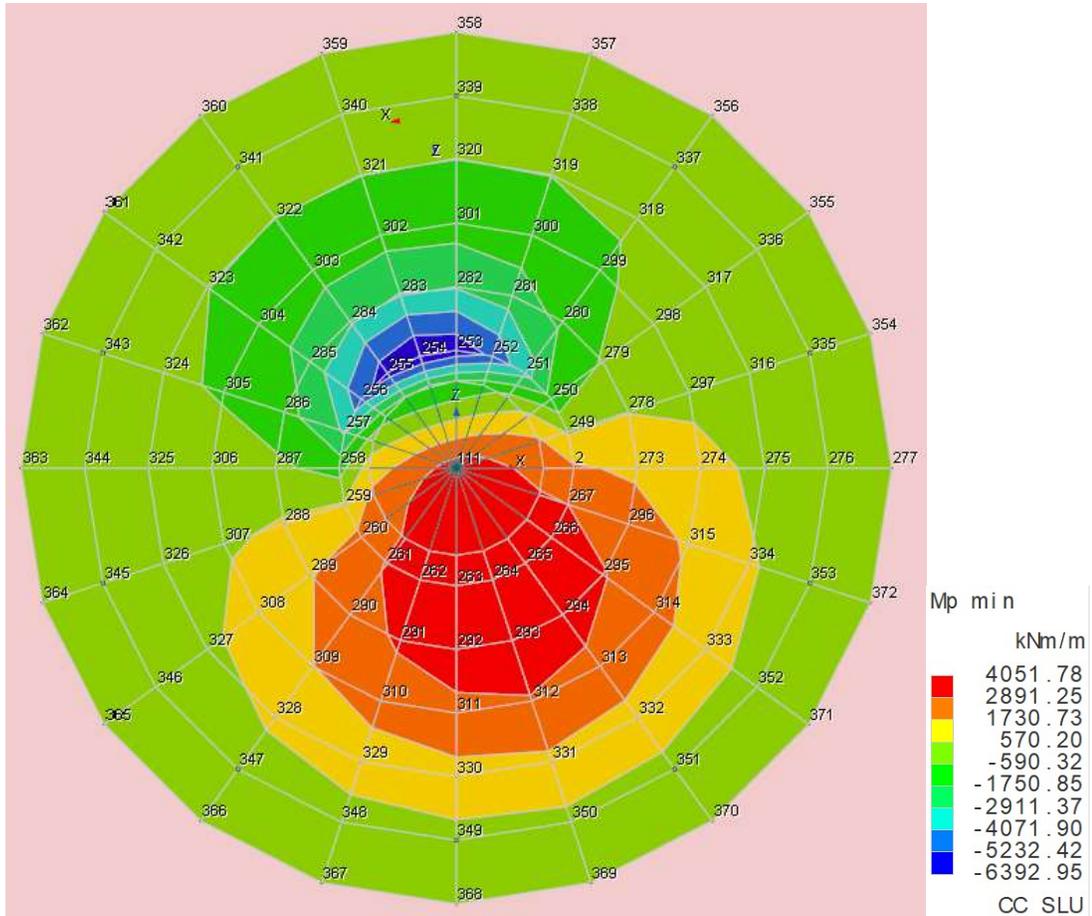


FIGURA IO: DIAGRAMMA DEI MOMENTI PRINCIPALI MINIMI

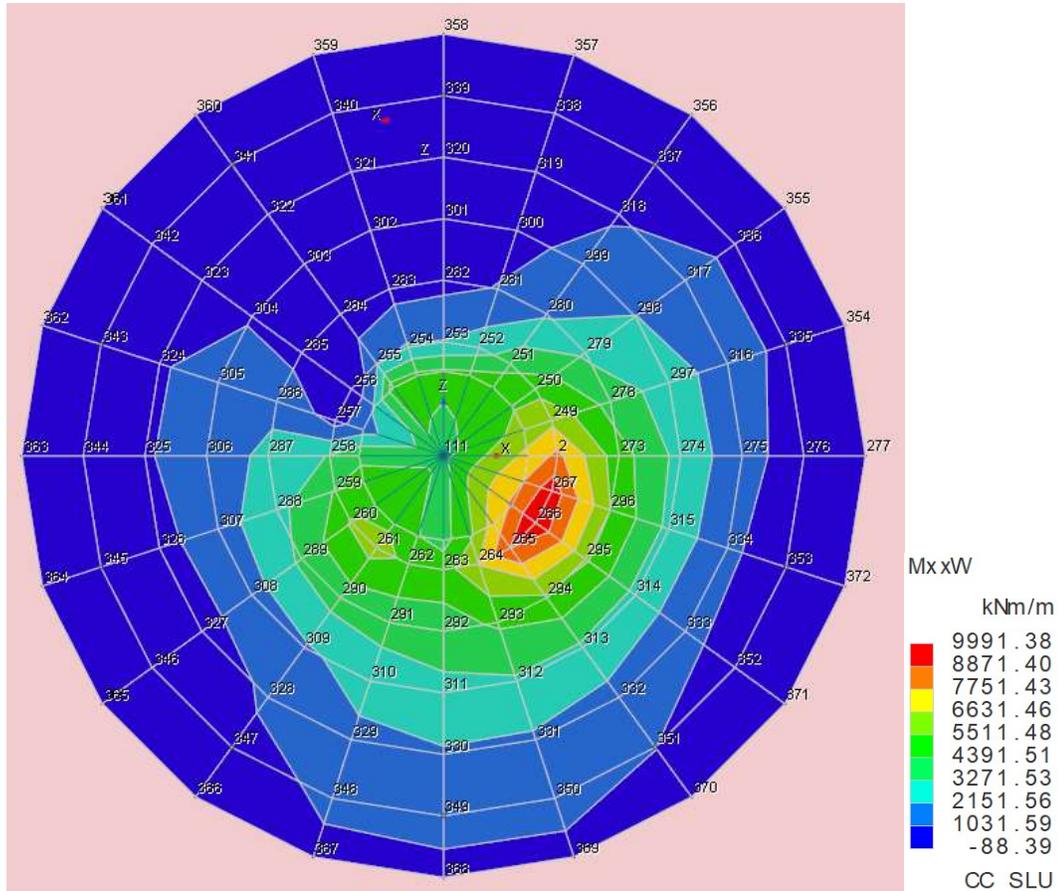


FIGURA II. DIAGRAMMA DEI MOMENTI DI WOOD IN DIREZIONE X

Titolo :

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	349.5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	38.01	9
2	37.70	60
3	76.03	340

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C25/30**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 10,547 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 42.72 ‰
 d 340 cm
 x 25.75 x/d 0.07573
 δ 0.7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

ARMATURA ANULARE VERIFICA PER OGNI METRO LINEARE DI IN DIREZIONE RADIALE

5+5 ϕ 22 DISPOSTI SU 2 STRATI SUPERIORI

5+5 ϕ 20 DISPOSTI SU 2 STRATI INTERMEDI

10+10 ϕ 22 DISPOSTI SU 2 STRATI INFERIORI

M_{SD} = 9991 KNM

M_{RD} = 10,547 KNM

C_s = 1,05

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	299.5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.62	9
2	91.23	290

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Calcola MRd **Dominio M-N**
N° rett.
L₀ cm **Col. modello**

Precompresso

ARMATURA ANULARE VERIFICA PER OGNI METRO LINEARE DI IN DIREZIONE RADIALE

6+6 ϕ 22 DISPOSTI SU 2 STRATI SUPERIORI

12+12 ϕ 22 DISPOSTI SU 2 STRATI INFERIORI

$M_{SD} = 9991$ KNM

$M_{RD} = 10064$ KNM

$C_s = 1,01$

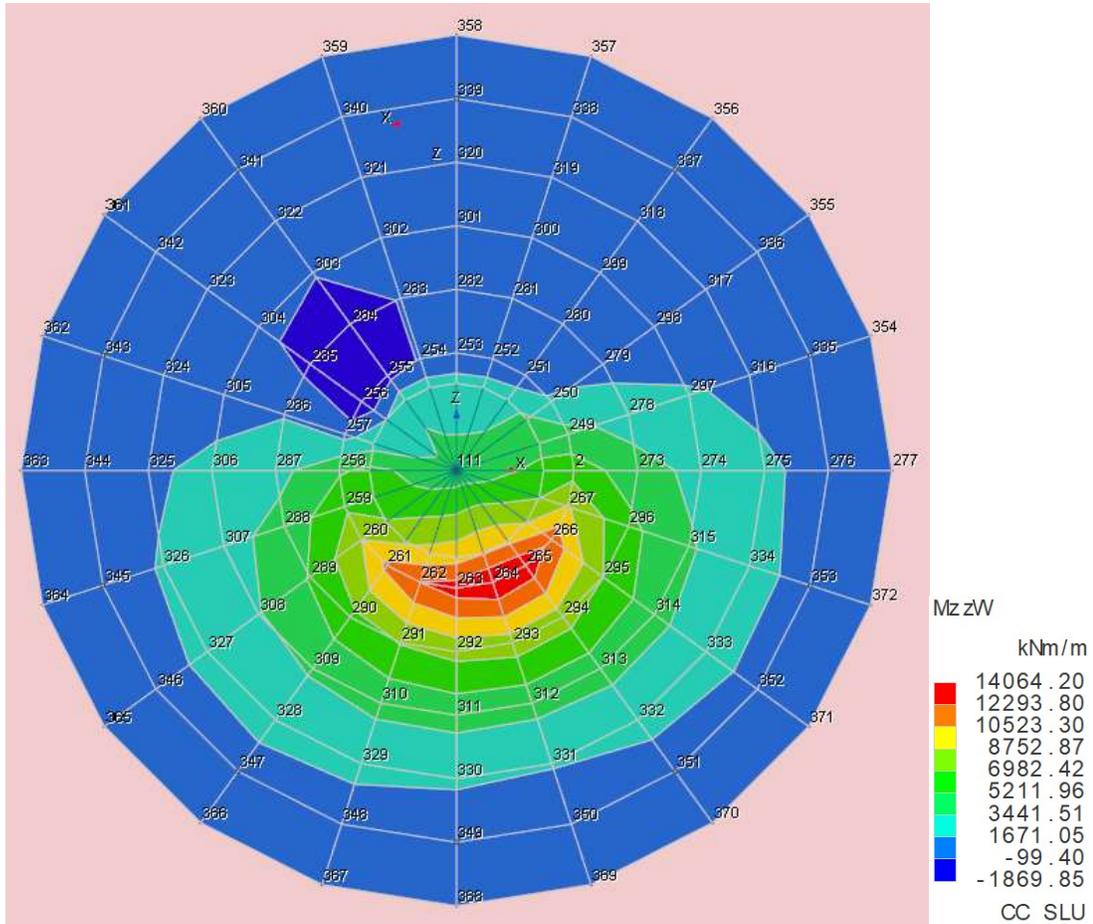


FIGURA I2: DIAGRAMMA DEI MOMENTI DI WOOD IN DIREZIONE Z

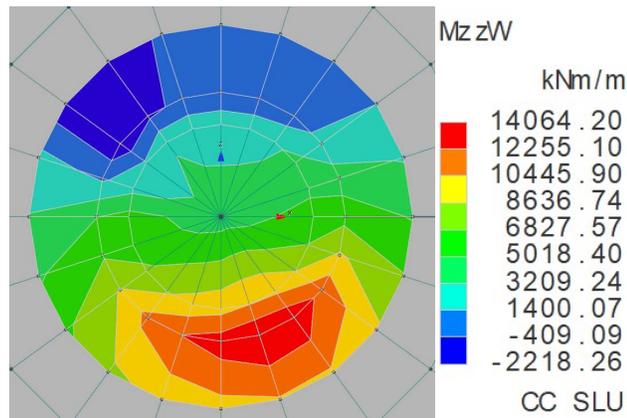


FIGURA I3: DETTAGLIO ZONA CENTRALE DEI MOMENTI DI WOOD IN DIREZIONE Z

Titolo :

N* strati barre **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	299.5

N*	As [cm ²]	d [cm]
1	74.33	9
2	148.66	285

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 16,009 kN m

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 35.93 ‰
d 285 cm
x 25.3 x/d 0.08877
 δ 0.7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N* rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

ARMATURA ANULARE VERIFICA PER OGNI METRO LINEARE DI IN DIREZIONE RADIALE

7+7 ϕ 26 DISPOSTI SU 2 STRATI SUPERIORI

7+7+7+7 ϕ 26 DISPOSTI SU 4 STRATI INFERIORI

M_{SD} = 14064 KNM

M_{RD} = 16009 KNM

C_s = 1,14

Titolo :

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	299.5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	74.33	9
2	148.66	285

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d δ

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

Precompresso

ARMATURA ANULARE VERIFICA PER OGNI METRO LINEARE DI IN DIREZIONE RADIALE

7+7φ26 DISPOSTI SU 2 STRATI SUPERIORI

7+7+7+7φ26 DISPOSTI SU 4 STRATI INFERIORI

M_{SD} = -2218 KNM

M_{RD} = -8171 KNM

C_s = 3,68

LE VERIFICHE DEI PALI DI FONDAZIONE SONO RIPORTATE NELL'ALLEGATA RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA.

4. REFERENZE

- [1] D.M. 17.OI.2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
- [2] D.M. 14.OI.2008 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008
- [3] CIRCOLARE N. 617/C.S.LL.PP. DEL 02/02/2009
- [4] LEGGE 5 NOVEMBRE 1971 N. 1086 – NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA.
- [5] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 14 FEBBRAIO 1974, N.11951 – “APPLICAZIONE DELLE NORME SUL CEMENTO ARMATO”.
- [6] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 25 GENNAIO 1975, N.13229 – “L’IMPIEGO DI MATERIALI CON ELEVATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PER CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO.
- [7] • C.N.R. – UNI 10011-97 – “COSTRUZIONI DI ACCIAIO: ISTRUZIONI PER IL CALCOLO, L’ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA MANUTENZIONE”.
- [8] • OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 s.m.i. – “PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA”, E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI (OPCM 3431 03/05/05).
- [9] D.M.LL.PP. 20 NOVEMBRE 1987 – “NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO”.
- [10] CIRC. MIN.LL.PP. N.11951 DEL 14 FEBBRAIO 1992 – CIRCOLARE ILLUSTRATIVA DELLA LEGGE N. 1086.
- [11] D.M. 14 FEBBRAIO 1992 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE, PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [12] CIRC. MIN.LL.PP. N.37406 DEL 24 GIUGNO 1993 – ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE DI CUI AL D.M. 14 FEBBRAIO 1992.
- [13] D.M. 9 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [14] CIRC. MIN. LL.PP. 15.IO.1996 N.252 AA.GG./S.T.C. – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER IL CALCOLO E L’ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE» DI CUI AL D.M. 09.OI.1996.
- [15] D.M. 16 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI

- [16] • CIRC. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./S.T.C. DEL 4 LUGLIO 1996 – ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI" DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996.
- [17] D.M. 16.1.1996 – NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE
- [18] CIRC. MIN. LL.PP. IO.4.1997, n. 65 – ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE" DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996
- [19] EUROCODICE 1 – BASI DI CALCOLO ED AZIONI SULLE STRUTTURE
- [20] EUROCODICE 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO
- [21] EUROCODICE 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO
- [22] EUROCODICE 4 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
- [23] EUROCODICE 5 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO
- [24] EUROCODICE 6 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI MURATURA
- [25] EUROCODICE 7 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA
- [26] EUROCODICE 8 –INDICAZIONI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA SISMICA DELLE STRUTTURE
- [27] GERMANISCHER LLOYD (GL) – REGOLE E LINEE GUIDA, 2003. "RULES AND REGULATION FOR THE CERTIFICATION OF WIND ENERGY CONVERSION SYSTEMS".
- [28] IEC INTERNATIONAL STANDARD. "WIND TURBINE GENERATOR SYSTEMS". REFERENCE NUMBER 61400-1

LECCE, MAGGIO 2018

ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO



ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO