



COMUNE DI CERIGNOLA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)

Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)

"Norme in materia ambientale"

CODICE PRATICA AUTORIZZAZIONE UNICA
SISTEMA PUGLIA
FK6QYJ1 del 16/02/2011

PROGETTO

ALPHA 6

DITTA

SEANERGY srl

All. A05A

PAGG. 20

Titolo dell'allegato:

CARATTERISTICHE TECNICHE AEROGENERATORE TIPO

1	EMISSIONE	08/06/2020
REV	DESCRIZIONE	DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.
Diametro rotore: fino a 170 m.
Potenza unitaria: fino a 6 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 23
Potenza complessiva: fino a 138 MW.

Il proponente:

SEANERGY s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
seanergy@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA ENERCON E-126	2
2.1 Caratteristiche principali	2
2.2 Messa a terra e lps (light protection system)	4
2.3 Trasformatore	5
2.4 Curva di potenza	6
2.5 Sfumatore colore dell'aerogeneratore	7
2.6 Livello di potenza sonora	7
3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA GAMESA G-128/G-136	7
3.1 Caratteristiche principali	7
3.2 Messa a terra e lps (light protection system)	10
3.3 Trasformatore	10
3.4 Curva di potenza	11
3.5 Sfumatore colore dell'aerogeneratore	12
3.6 Livello di potenza sonora	13
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA REPOWER 3.2M114	13
4.1 Caratteristiche principali	13
4.2 Messa a terra e lps (light protection system)	15
4.3 Trasformatore	16
4.4 Curva di potenza	16
5. CARATTERISTICHE FONDAZIONI TIPO	16



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	1

1. INTRODUZIONE

Il mercato di aerogeneratori è in continua evoluzione; i produttori spingono in maniera costante sulla ricerca e mettono a disposizione degli investitori macchine caratterizzate di sempre maggiore efficienza, per cui in prospettiva futura in fase esecutiva, potrebbero essere utilizzate delle macchine equivalenti a quella che prenderemo come aerogeneratore tipo di riferimento.

Il seguente elaborato è stato redatto per mettere in evidenza le caratteristiche delle torri aerogeneratori. La prima parte pone in evidenza le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore tipo: colori, curva di potenza, caratteristiche sonore, ecc; la seconda parte pone in evidenza le caratteristiche delle fondazioni in modo generale.

In questa fase di progetto è stato predisposto un aerogeneratore tipo, con le seguenti caratteristiche:

Altezza al Mozzo	fino a 140 m
Diametro Rotore	fino a 170 m
Potenza aerogeneratore	fino a 6 MW

Tab. 1.1: Dimensioni sintetiche dell'aerogeneratore tipo

Tale aerogeneratore tipo permette l'elaborazione di tutti gli studi necessari alle verifiche tecniche per i necessari iter autorizzativi.

Tre sono i modelli presenti sul mercato che più si avvicinano alle caratteristiche dell'aerogeneratore tipo, ovvero rispettivamente la **ENERCON E-126** (potenza **6 MW**, rotore 127 metri, altezza al mozzo 135 metri), la **GAMESA G-128/G-136** (potenza 4,5 MW, **rotore 136** metri, altezza al mozzo 120 metri) e la **REPOWER 3.2M114** (potenza 3,2 MW, rotore 114 metri, **altezza al mozzo 140 metri**). Si tratta di macchine di nuova generazione che garantiscono elevate prestazioni e ottima producibilità, minimizzando i costi di fondazione, trasporto e installazione.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA ENERCON E-126

2.1 Caratteristiche principali

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	2

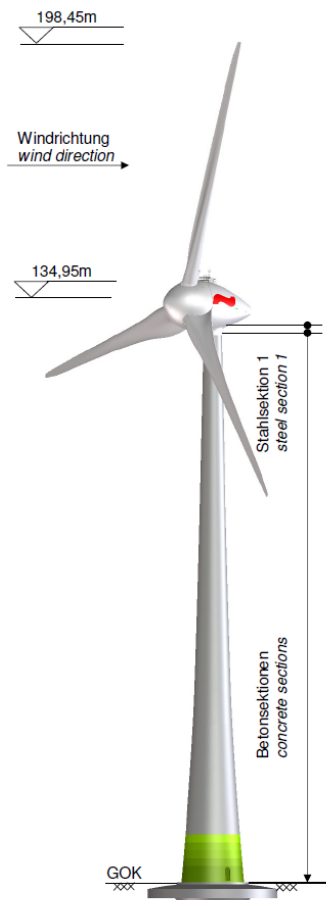
Brevemente in seguito saranno esposte le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.

Rotor	
Type	E-126
Rotor diameter	127 m
Swept area	12,668 m ²
Power regulation	Pitch
RPM	variable, 5-12 min ⁻¹
Cut in wind	2.5 m/s
Cut out wind	28 – 34 m/s (ENERCON storm control)
Survival wind speed	70 m/s

Gear Box	
Not applicable	No gearbox

Blades	
Manufacturer	ENERCON
Blade length	appr. 59,35 m
Material	steel / GRP (Epoxy)
Lightning protection	included

Tab.2.1: Specifiche Tecniche Aerogeneratore



Gesamthöhe ab Gelände Total height from territory	198,45 m
Nabenhöhe ab Gelände Hub height above ground	134,95 m
Turmlänge ab Fundamentoberkante Tower height above upper foundation edge	131,15 m
Bauart / Design	Betonfertigteilturm prefab concrete tower
Windzone DIBt (2004)	WZ III ¹
Wind Class IEC 61400-1(2005)	WTC IC ¹
Anzahl der Sektionen / Number of sections	1 Stahl / steel 35 Beton / concrete

	Länge length	D _{oben} diam _{top}	D _{unten} diam _{bottom}	Gewicht weight
	m	m	m	to
Stahlsektion 1 / steel section 1	2,00	4,09 / 4,385 ³	4,09	ca. 21
Betonsektionen / concrete sections	129,15	4,09	14,50	ca.2790
Gesamtgewicht Turm / total weight tower				ca. 2811

¹ Typenprüfung vorhanden / Certification Report available
² Typenprüfung in Arbeit / Certification report in process
³ Flanschaußendurchmesser / outside flange diameter

Tab.2.2: Principali dimensioni Aerogeneratore



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	3

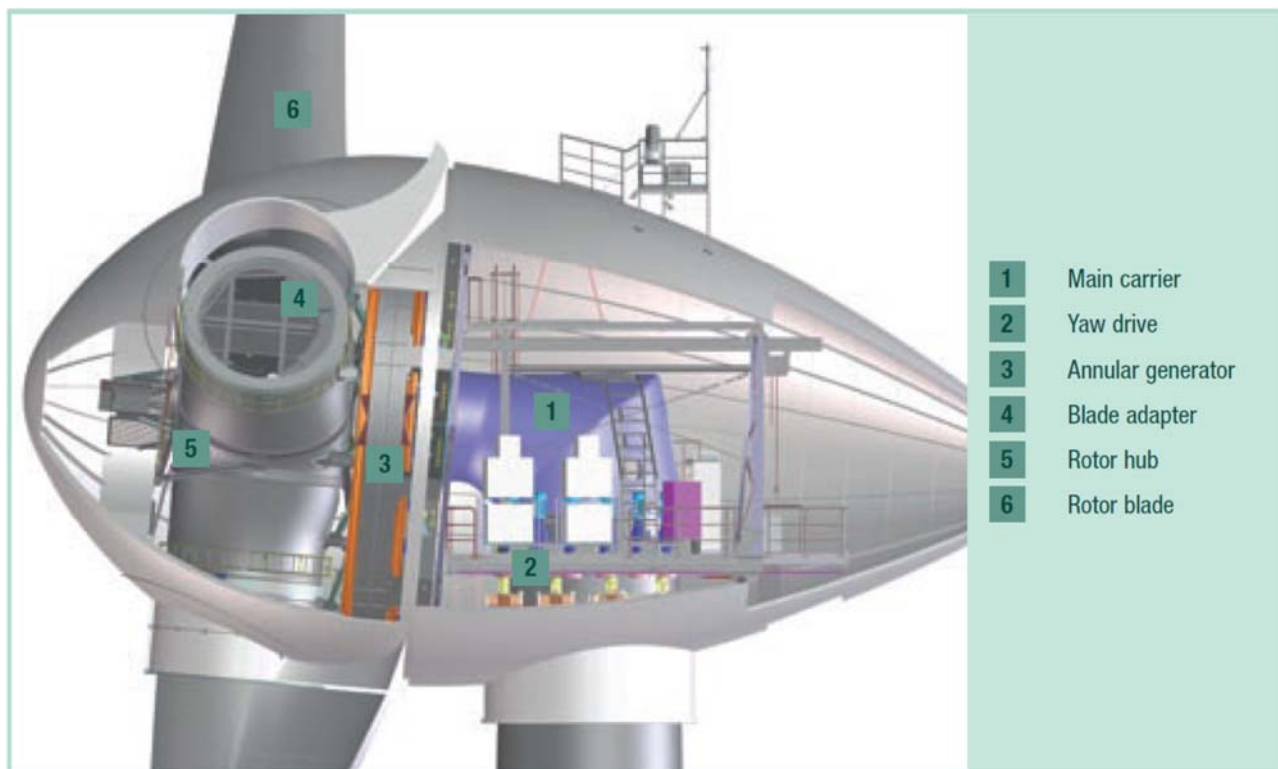


Fig.2.1: Schema Costruttivo Navicella

2.2 Messa a terra e lps (light protection system)

Come tutti gli altri sistemi elettrici, un aerogeneratore può essere soggetto a guasti elettrici interni ed esterni. Questi guasti includono, dal punto di vista interno: corto circuiti o difetti dovuti alla messa a terra dei componenti elettrici; mentre, dal punto di vista esterno: sovratensioni causate da scariche atmosferiche o di commutazione sovratensione.

Questi fattori possono causare la distruzione dei dispositivi elettrici e nel peggiore dei casi possono mettere a rischio delle vite umane.

Per minimizzare il pericolo potenziale da sovratensioni elettriche tutte le WTG sono dotate di una protezione completa per i fulmini e di messa a terra.

La protezione contro i fulmini comprende, in particolare, le misure di protezione contro i fulmini sulle pale del rotore con la seguente dissipazione della corrente di fulmini a terra.

I componenti elettrici sono anche protetti contro interferenze dovute a campi di tensione.

La protezione dei dispositivi elettrici ed elettronici nel WEC stesso viene indicato come “protezione contro i fulmini interna”.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	4

2.3 Trasformatore

L'aerogeneratore ha al suo interno una cabina di trasformazione costituita da quattro trasformatori. I quattro trasformatori intensificano la tensione portandola da **400 V** a media tensione **20/30 kV** (multi tensione). Il tipo di trasformatore è un trifase chiuso ermeticamente con raffreddamento ad olio di silicone.

Questo è uno speciale olio sintetico con un punto di infiammabilità di oltre 300°C e permette il raffreddamento del trasformatore. La seguente tabella mostra le caratteristiche tecniche di un trasformatore standard.

Caratteristiche trasformatore	
Produttore	Pauwels, Areva or Similar
Type	Trifase chiuso ermeticamente
Tasso di potenza (kVA)	2500
Tasso di frequenza (Hz)	50/60
Bassa tensione	400
Gruppo vettore	Dyn5
Punto di picco	+4*2.5%
Tensione di corto circuito	6%
Livello di isolamento di base (kV)	170
Aumento della temperatura: Olio/liquido	50/55
Temperatura ambiente (°C)	50
Soglia di allarme temperatura (°C)	90
LwA livello sonoro in dB (A) ca	54
Dimensione esterne L*W*H ca (mm)	2100 * 1180 * 2400
Peso circa (t)	5,72

Tab.2.3: Parametri del trasformatore BT/MT



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	5

2.4 Curva di potenza

La curva di potenza è data in base alla densità dell'aria ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$):

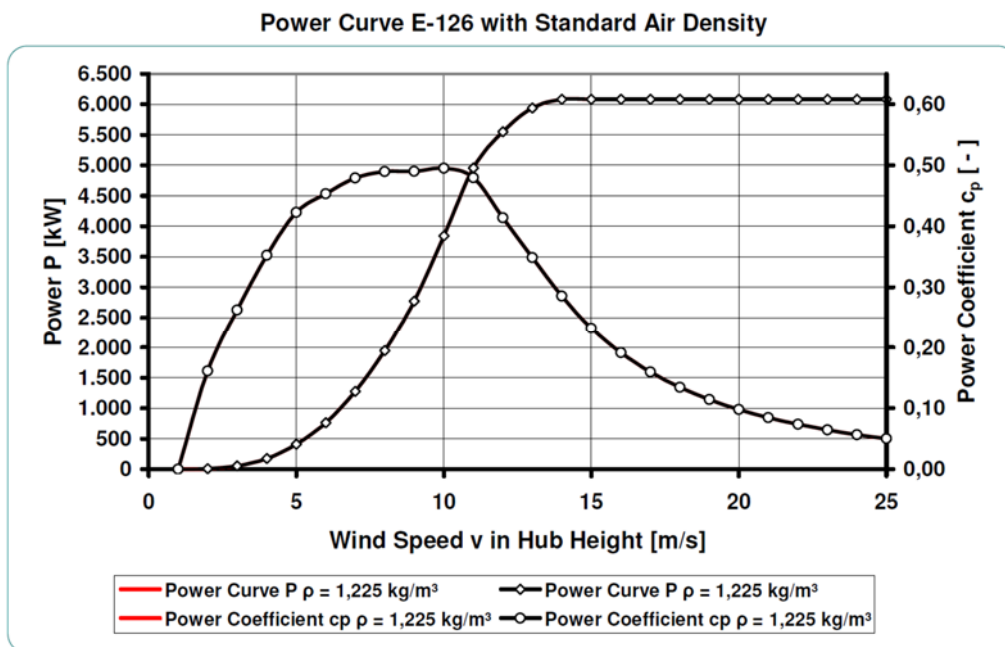


Fig.2.2: Curva di Potenza dell'aerogeneratore

Wind [m/s]	Standard Air Density $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$		Modified Air Density $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$	
	Power Curve P $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [kW]	Power Coefficient c_p $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [-]	Power Curve P $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [kW]	Power Coefficient c_p $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [-]
1	0,0	0,00	0,0	0,00
2	10,0	0,16	10,0	0,16
3	55,0	0,26	55,0	0,26
4	175,0	0,35	175,0	0,35
5	410,0	0,42	410,0	0,42
6	760,0	0,45	760,0	0,45
7	1.275,0	0,48	1.275,0	0,48
8	1.945,0	0,49	1.945,0	0,49
9	2.772,0	0,49	2.772,0	0,49
10	3.841,0	0,50	3.841,0	0,50
11	4.955,0	0,48	4.955,0	0,48
12	5.550,0	0,41	5.550,0	0,41
13	5.940,0	0,35	5.940,0	0,35
14	6.080,0	0,29	6.080,0	0,29
15	6.080,0	0,23	6.080,0	0,23
16	6.080,0	0,19	6.080,0	0,19
17	6.080,0	0,16	6.080,0	0,16
18	6.080,0	0,13	6.080,0	0,13
19	6.080,0	0,11	6.080,0	0,11
20	6.080,0	0,10	6.080,0	0,10
21	6.080,0	0,08	6.080,0	0,08
22	6.080,0	0,07	6.080,0	0,07
23	6.080,0	0,06	6.080,0	0,06
24	6.080,0	0,06	6.080,0	0,06
25	6.080,0	0,05	6.080,0	0,05

Tab.2.4: Parametri tabellati della Curva di Potenza dell'aerogeneratore tipo



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	6

2.5 Sfumature colore dell'aerogeneratore

I Colori dell'aerogeneratore sono stati modellati in base ai colori della natura per consentire loro di armonizzarsi meglio nell'ambiente. Pertanto, le parti più basse delle torri Enercon sono dipinte in tonalità di verde, definite da sistema CIELab secondo la norma DIN 6174. A partire dal verde più vivace, tramite 6 sfumature di colore sino ad arrivare al grigio chiaro (RAL 7038).

La base della torre è dipinta di verde più scuro, fino ad un'altezza di 5-8 m. Più in alto le variazioni di colore si verificano dopo 2-3 m. L'altezza delle bande di colore è adatto a ogni tipo di torre al fine di garantire un quadro armonico.

2.6 Livello di potenza sonora

Stima dei valori della potenza sonora dell'Enercon E-126:

Velocità del vento	135 m (Altezza Hub)
6 m/s	106.0 dB(A)
7 m/s	107.0 dB (A)
8 m/s	108.5 dB(A)
9 m/s	110.0 dB(A)
95% tasso di potenza	110.0 dB(A)

Tab.2.5: Parametri tabellati dei livelli sonori in (dB)in funzione della velocità del vento

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA GAMESA G-128/G-136

3.1 Caratteristiche principali

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata. Brevemente in seguito saranno espone le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	7

Caratteristiche Tecniche	
Potenza nominale	4,5 MW
Frequenza	50-60 Hz
Diametro rotore	128/136 m (G-128/G-136)
Altezza Asse Rotore	120 m
Velocità Rotazione	Velocità variabile
Regolazione della Pala	Regolazione dell'angolo di incidenza
Intensità turbolenza	10 %

Tab.3.1: Principali dimensioni Aerogeneratore



Fig.3.1: Vista Aerogeneratore



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	8

	Gamesa G128-4.5 MW	Gamesa G136-4.5 MW
ROTOR		
Diameter	128 m	136 m
Swept area	12,868 m ²	14,527 m ²
BLADES		
Number of blades	3	3
Length	62.5 m	66.5 m
Material	Organic matrix composite reinforced with fiber glass or carbon fiber	Organic matrix composite reinforced with fiber glass or carbon fiber
TOWERS		
Tower type	Conical tubular concrete and steel tower	Conical tubular concrete and steel tower
Height	120 m	120 m
GEAR BOX		
Type	2-stage planetary gearbox	2-stage planetary gearbox
Ratio	1:37.88	1:37.88
GENERATOR 4.5 MW		
Type	permanent magnet synchronous generator with independent modules in parallel	permanent magnet synchronous generator with independent modules in parallel
Nominal power	4500 kW	4500 kW
Voltage	690 V AC	690 V AC
Frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Protection class	IP 54	IP 54
Rotation speed	448 rpm	448 rpm
Power factor	0.9 CAP - 0.9 IND for the entire power range *	0.9 CAP - 0.9 IND for the entire power range *

* Power factor at output terminals of the wind turbine on the low voltage side before entering the transformer, at the rated grid voltage.

Tab.3.2: Specifiche Tecniche Aerogeneratore

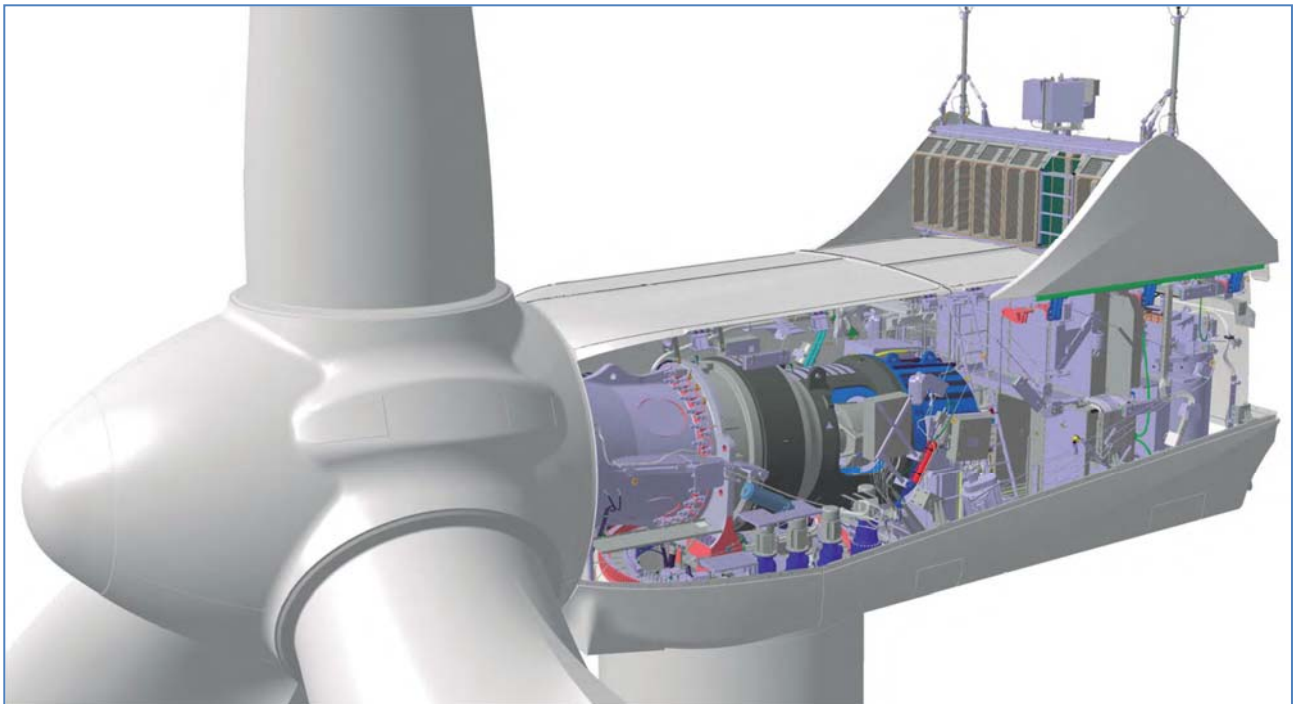


Fig.3.2: Schema Costruttivo Navicella

3.2 Messa a terra e lps (light protection system)

Come tutti gli altri sistemi elettrici un aerogeneratore può essere soggetto a guasti elettrici interni ed esterni. Questi guasti includono dal punto di vista interno: corto circuiti o difetti dovuti alla messa a terra dei componenti elettrici; mentre dal punto di vista esterno sovratensioni causate da scariche atmosferiche o di commutazione sovratensione.

Questi fattori possono causare la distruzione dei dispositivi elettrici e nel peggiore dei casi possono mettere a rischio delle vite umane. Per minimizzare il pericolo potenziale da sovratensioni elettriche tutte le WTG sono dotate di una protezione completa per i fulmini e di messa a terra.

La protezione contro i fulmini comprende, in particolare, le misure di protezione contro i fulmini sulle pale del rotore con la seguente dissipazione della corrente di fulmini a terra. I componenti elettrici sono anche protetti contro interferenze dovute a campi di tensione. La protezione dei dispositivi elettrici ed elettronici nel WEC stesso viene indicato come "protezione contro i fulmini interna".

3.3 Trasformatore

L'aerogeneratore ha al suo interno una cabina di trasformazione costituita da trasformatori. I trasformatori intensificano la tensione portandola da **690 V** a media tensione **20/30 kV** (multi tensione). Il tipo di trasformatore è un trifase chiuso ermeticamente con raffreddamento ad olio di silicone. Questo è uno speciale olio sintetico con un punto di infiammabilità di oltre 300°C e permette il raffreddamento del trasformatore. La seguente tabella mostra le caratteristiche tecniche di un trasformatore standard:

Caratteristiche trasformatore	
Produttore	Pauwels, Areva or Similar
Type	Trifase chiuso ermeticamente
Tasso di potenza (kVA)	2000
Tasso di frequenza (Hz)	50/60
Bassa tensione	690
Gruppo vettore	Dyn5



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	10

Punto di picco	+4*2.5%
Tensione di corto circuito	6%
Livello di isolamento di base (kV)	170
Aumento della temperatura: Olio/liquido	50/55
Temperatura ambiente (°C)	50
Soglia di allarme temperatura (°C)	90
LwA livello sonoro in dB (A) ca	54
Dimensione esterne L*W*H ca (mm)	2100 * 1180 * 2400
Peso circa (t)	5,72

Tab.3.3: Parametri del trasformatore BT/MT

3.4 Curva di potenza

La curva di potenza è data in base alla densità dell'aria ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$):

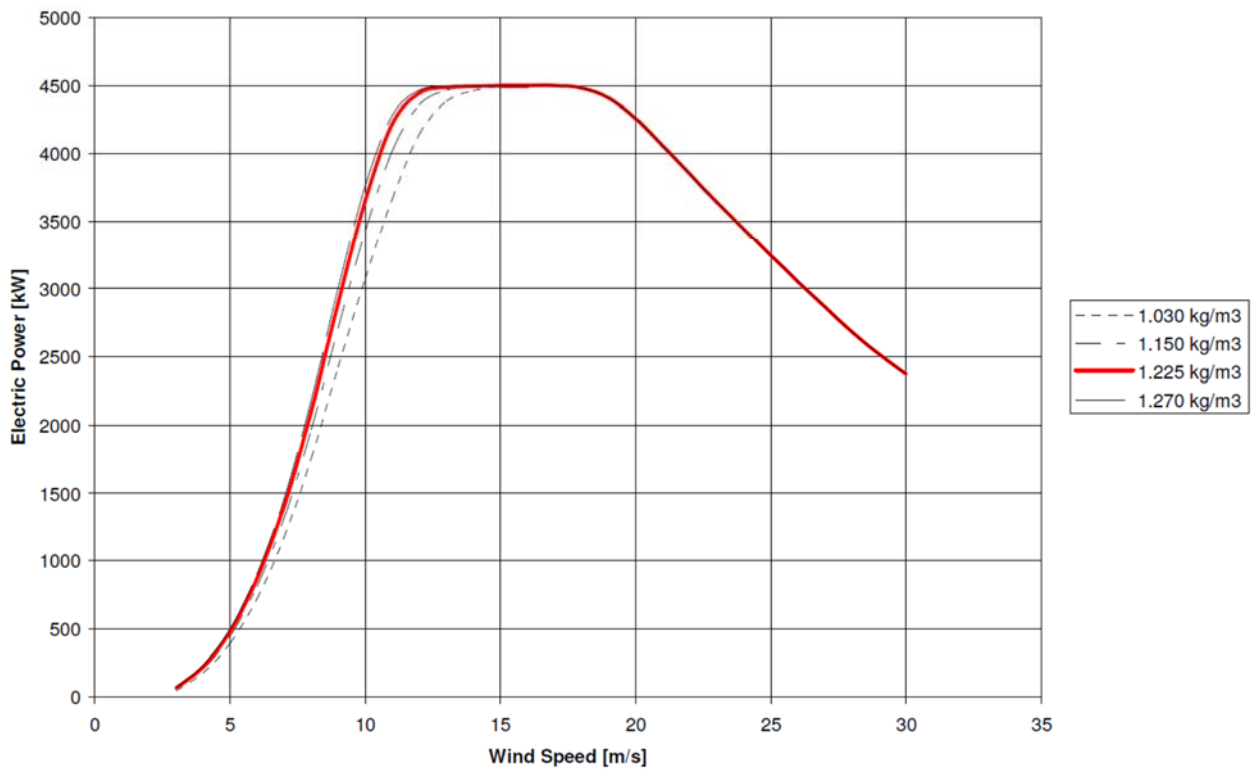


Fig.3.3: Curva di Potenza dell'aerogeneratore



P [kW] Wind Speed [m/s]	Air Density [kg/m3]									
	1.225	1.030	1.060	1.090	1.120	1.150	1.180	1.210	1.240	1.270
3	67	49	52	55	57	60	63	65	68	71
4	221	177	184	191	198	204	211	218	224	231
5	479	394	407	420	433	446	459	473	486	499
6	865	718	741	764	786	809	831	854	876	899
7	1404	1170	1206	1242	1277	1313	1350	1386	1422	1459
8	2102	1758	1809	1861	1914	1967	2021	2075	2130	2184
9	2892	2423	2492	2562	2634	2707	2781	2855	2928	3000
10	3652	3074	3162	3249	3337	3426	3516	3607	3691	3762
11	4222	3671	3777	3862	3943	4023	4103	4182	4247	4284
12	4444	4144	4235	4284	4323	4359	4394	4428	4454	4466
13	4488	4384	4424	4443	4455	4466	4475	4484	4491	4495
14	4495	4463	4473	4479	4484	4488	4491	4494	4500	4500
15	4500	4489	4491	4493	4495	4500	4500	4500	4500	4500
16	4500	4498	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
17	4500	4499	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
18	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483	4483
19	4409	4409	4409	4409	4409	4409	4409	4409	4409	4409
20	4258	4258	4258	4258	4258	4258	4258	4258	4258	4258
21	4060	4060	4060	4060	4060	4060	4060	4060	4060	4060
22	3851	3851	3851	3851	3851	3851	3851	3851	3851	3851
23	3644	3644	3644	3644	3644	3644	3644	3644	3644	3644
24	3442	3442	3442	3442	3442	3442	3442	3442	3442	3442
25	3245	3245	3245	3245	3245	3245	3245	3245	3245	3245
26	3053	3053	3053	3053	3053	3053	3053	3053	3053	3053
27	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866
28	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685
29	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518	2518
30	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375	2375

Tab.3.4: Parametri tabellati della Curva di Potenza dell'aerogeneratore tipo

3.5 Sfumature colore dell'aerogeneratore

I colori dell'aerogeneratore sono stati modellati in base ai colori della natura per consentire loro di armonizzarsi meglio nell'ambiente. Pertanto, le parti più basse delle torri sono dipinte in tonalità di verde, definite da sistema CIELab secondo la norma DIN 6174, a partire dal verde più vivace, tramite 6 sfumature di colore sino ad arrivare al grigio chiaro (RAL 7038).

La base della torre è dipinta di verde più scuro, fino ad un'altezza di 5-8 m. Più in alto le variazioni di colore si verificano dopo 2-3 m. L'altezza delle bande di colore è adatto a ogni tipo di torre al fine di garantire un quadro armonico.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	12

3.6 Livello di potenza sonora

Stima dei valori della potenza sonora della Gamesa G-128/G-136:

W10 [m/s]	Ws [m/s]	LW [dB(A)]
2	3.0	85.6
3	4.4	94.0
4	5.9	100.4
5	7.3	105.1
6	8.9	107.2
7	10.3	107.2
8	11.7	107.2
9	13.3	107.2
10	14.7	107.2

Tab.3.5: Parametri tabellati dei livelli sonori in (dB), in funzione della velocità del vento

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA REPOWER 3.2M114

4.1 Caratteristiche principali

Alla sommità dell'Aerogeneratore, vi è una navicella rotante che ospita un generatore, un rotore e altre unità funzionali. Il rotore è costituito da un asse di rotazione su cui sono collegate tre pale orientabili, queste sono studiate in modo da avere una aerodinamica ottimizzata. Brevemente in seguito saranno espone le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore tipo.

Caratteristiche Tecniche	
Potenza nominale	3.2 MW
Frequenza	50-60 Hz
Diametro rotore	114 m
Altezza Asse Rotore	140 m
Velocità Rotazione	12.6/min (+16.0%)
Intensità turbolenza	10 %

Tab.4.1: Principali dimensioni Aerogeneratore





Fig.4.1: Vista Aerogeneratore



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	14

Potenza nominale	3,170 kW (MV-side)
	3,200 kW (LV-side)
Velocità di cut-in	3,0 m/s
Velocità nominale	12,0 m/s
Velocità di cut-off	22,0 m/s
Zona di vento	up to DIBt Profi le coast
Classe di vento	IEC A
Altezza mozzo	140 m
Diametro rotore	114,0 m
Area spezzata	10,207 m ²
Velocità di rotazione	ca. 12,6 giri/min (+16,0 %)
Lunghezza pale	55,8 m
Tipo pale	Fibre di vetro con rinforzi in plastica
Costruzione del sistema di imbardata	Cuscinetto a 4 punti di appoggio e dentature esterna
Azionamento	Motori elettrici
Stazionamento	Freni a disco
Moltiplicatore	Trasmissione combinata cilindrico planetaria a 3 stadi
Trasmissione	i=approx. 99,5
Tensione nominale	10/20/30 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Generatore	Asincrono a doppia alimentazione
Classe di protezione del generatore	IP 54
Tensione dello statore	950 V
Velocità nominale del generatore	1200 giri/min
Intervallo di velocità	640-1200 giri/min
Convertitore	PWM (raffreddamento ad acqua)
Controllo di Potenza	Controllo del passo e del numero di giri del rotore

Tab.4.2: Specifiche Tecniche Aerogeneratore

4.2 Messa a terra e Ips (light protection system)

Come tutti gli altri sistemi elettrici, un aerogeneratore può essere soggetto a guasti elettrici interni ed esterni. Questi guasti includono dal punto di vista interno: corto circuiti o difetti dovuti alla messa a terra dei componenti elettrici; mentre, dal punto di vista esterno: sovratensioni causate da scariche atmosferiche o di commutazione sovratensione.

Questi fattori possono causare la distruzione dei dispositivi elettrici e, nel peggiore dei casi, possono mettere a rischio delle vite umane. Per minimizzare il pericolo potenziale da sovratensioni elettriche tutte le WTG sono dotate di una protezione completa per i fulmini e di messa a terra.

La protezione contro i fulmini comprende, in particolare, le misure di protezione contro i fulmini sulle pale del rotore con la seguente dissipazione della corrente di fulmini a terra. I componenti elettrici sono anche protetti contro interferenze dovute a campi di tensione. La protezione dei



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	15

dispositivi elettrici ed elettronici nel WEC stesso viene indicato come “protezione contro i fulmini interna”.

4.3 Trasformatore

L'aerogeneratore ha al suo interno una cabina di trasformazione costituita da trasformatori. I trasformatori intensificano la tensione portandola da **950 V** alla media tensione **20/30 kV** (multi tensione). Il tipo di trasformatore è un trifase in resina con raffreddamento forzato ad aria.

4.4 Curva di potenza

La curva di potenza è data in base alla densità dell'aria.



Fig.4.2: Curva di Potenza dell'aerogeneratore

5. CARATTERISTICHE FONDAZIONI TIPO

Alla base della torre sono necessarie, come per tutte le strutture civili o industriali, delle fondazioni, cioè delle strutture che trasferiscono a terra i carichi che agiscono sulla macchina eolica: peso proprio, spinta del vento ed azioni sismiche.

La fondazione della torre risulta essere l'opera di maggiore importanza; essa si contraddistingue per una tipologia costruttiva di forma circolare, in grado di reagire omogeneamente sui 360 gradi alla sollecitazione del terreno.

Il plinto tipo è concepito come una fondazione ad anello circolare, con un diametro esterno di 36,00 m e un diametro interno medio di 14,80 m. Il plinto presenta una zona cava all'interno, che nella parte



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	16

superiore termina con un'anello (ghiera di interfaccia Torre-Plinto) di cemento disposto a sbalzo (vedi **Figg. 5.1** e **5.2**). Tale interfaccia avrà una scanalatura superiore dove si andrà ad alloggiare la base della torre; essa supporta la massa totale della torre e tutte le combinazioni di carico connesse a sisma e vento. I tenditori in acciaio che fuoriescono dalla base inferiore della torre si inseriscono all'interno di guide in acciaio inghisate nella ghiera di interfaccia Torre-Plinto; la parte finale di tale guida presenta un bicchiere in acciaio con diametro maggiore della guida. La superficie creata dalla differenza dei due diametri, diventa una superficie di battuta sulla quale si andrà a scaricare la pressione generata dalle forze di trazione dei tiranti. Le forze risultanti sulla ghiera saranno rivolte verso l'alto, mentre sulla scanalatura superiore della ghiera andranno ad agire tutte forze di pressione con direzione verso il basso. L'altezza totale della fondazione è circa 3,90 m. L'altezza della fondazione nella zona tronco-conica varia da 3,40 m a raggio 8,25 m, fino a 2,95 m sul bordo esterno.

La parte superiore della fondazione è situata a 20 cm sopra il livello del suolo. L'area della piastra di fondazione al di là della base è coperta da materiale di recupero con massa volumica a secco di 18 kN/m². L'altezza dello strato di copertura del plinto varia tra 30 cm e 80 cm sul bordo. La fondazione è rinforzata in direzione radiale e tangenziale con armatura metallica.

Si prevede di realizzare il plinto su pali, in funzione delle analisi geologiche e geotecniche espletate in fase esecutiva. In questa prima fase si prevede di utilizzare per le fondazioni indirette n° 54 pali di diametro Ø100 cm posti su due file; rispettivamente i primi 36 pali posti su un raggio di 16,5 m, i restati 18 pali posti su un raggio pari a 12 m. Le congiungenti degli assi di due generici pali contigui con il centro del plinto forma un angolo di 10° per la fila più esterna e 20° per quella più interna.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	17

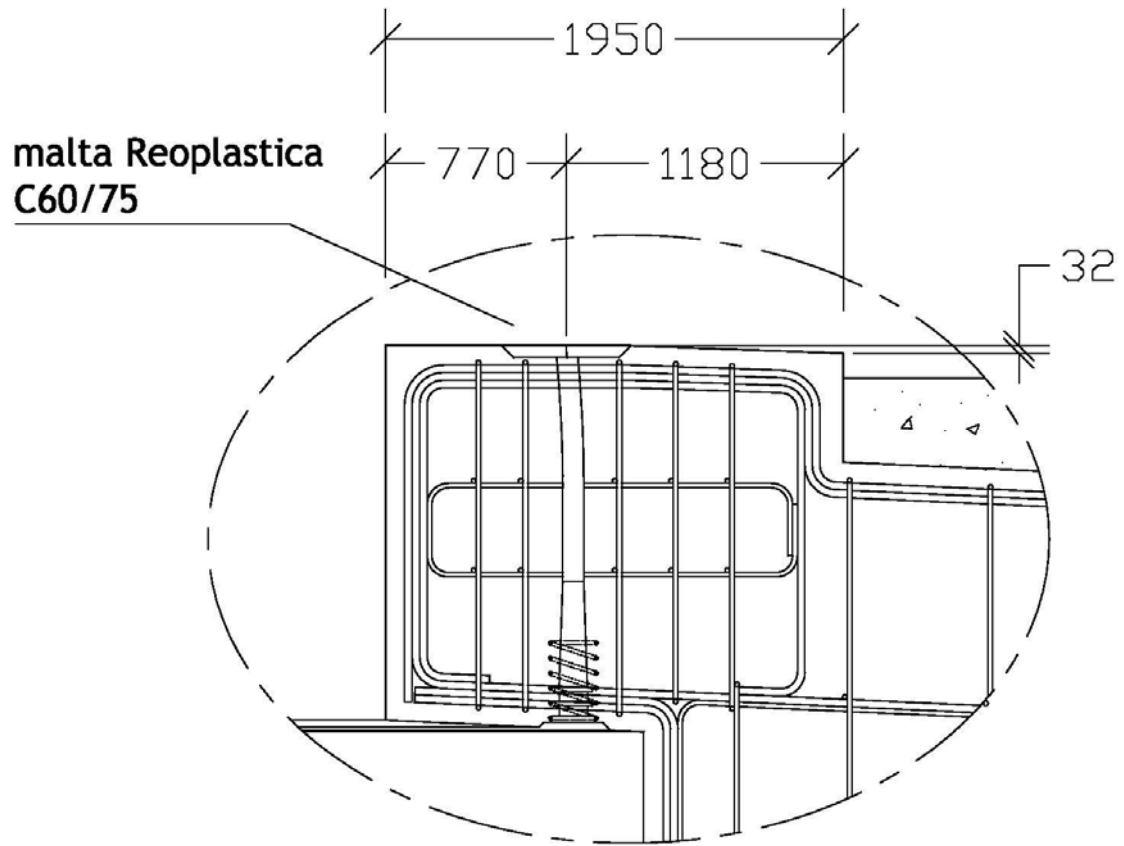
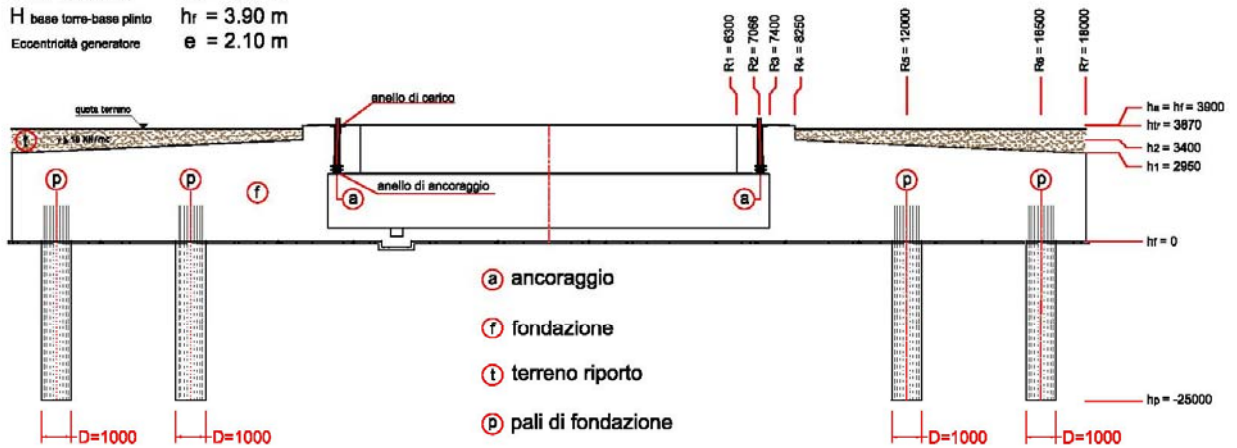


Fig. 5.1: Sezione di interfaccia Torre-Plinto tipo

SEZIONE A-A

H mozzo-base torre $h_m = 135$ m
 H base torre-base plinto $h_r = 3.90$ m
 Eccentricità generatore $e = 2.10$ m



PIANTA ESTRADOSSO

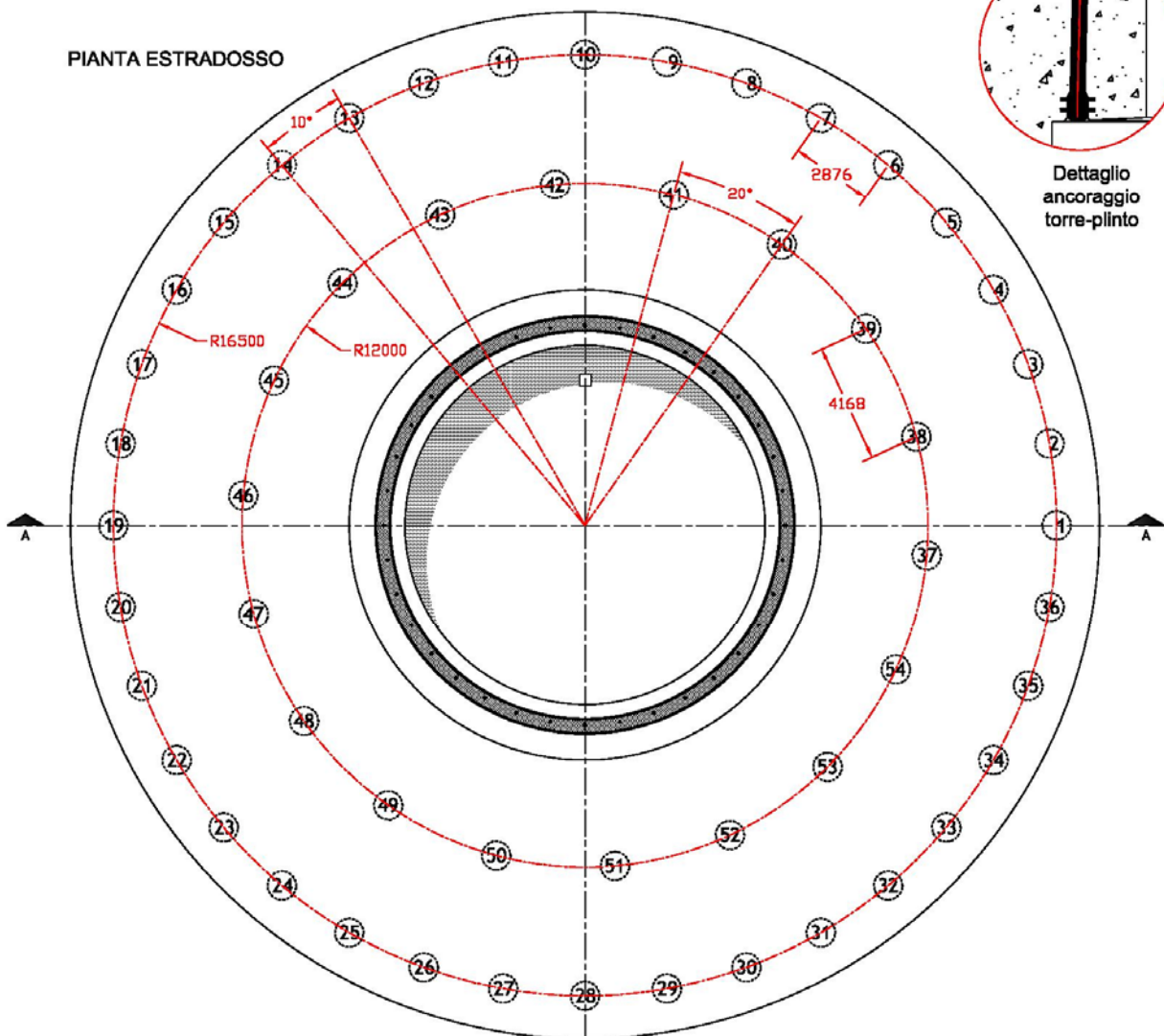


Fig. 5.2: Pianta Plinto di fondazione tipo



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	19

RIFERIMENTI

"Earth and lightning protection system for ENERCON WECs".

"E-126-Standard 1 Transformer Station Inside WEC".

"Power Curve E-126".

"Description ENERCON Natural Colour Scheme (NCS) on Wind Turbine Towers"

"Sound Power Level E-126".



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ALPHA 6	Caratteristiche tecniche aerogeneratore tipo.pdf	1	20