

Regione
Campania



Provincia di
Avellino



Comune di
San Sossio Baronia



Comune di
Vallesaccarda



Comune di
Bisaccia



Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma

P.IVA/C.F. 06400370968

PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI SAN SOSSIO BARONIA E VALLESACCARDA (AV) CON STAZIONE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

N° Documento:

R_19

ID PROGETTO:

PESV

DISCIPLINA:

PD

TIPOLOGIA:

FORMATO:

Elaborato:

Calcolo della gittata massima in caso di rottura accidentale degli elementi

FOGLIO:

1 di 1

SCALA:

N/D

Nome file:

Progettazione:



ENERGY & ENGINEERING S.R.L.

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: energyengineering@legalmail.it

Progettista:



Ing. Davide G. Trivelli

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	12/10/2022	PRIMA EMISSIONE			

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la stima della gittata relativa al progetto d'impianto eolico previsto nel territorio dei Comuni di San Sossio Baronia (AV) e Vallesaccarda (AV), con opere di connessione nei Comuni di San Sossio Baronia, Vallesaccarda, Scampitella, Trevico, Vallata e Bisaccia, tutti Comuni in Provincia di Avellino.

Nel progetto si prevede l'installazione di n° 05 aerogeneratori di potenza complessiva pari a 36,0 MW.

Gli aerogeneratori avranno un'altezza al mozzo pari a 114 m e diametro 172 m.

Proponente del progetto è la società RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) e GAUSS BOAGA delle posizioni degli aerogeneratori.

AEROGENERATORE	COMUNE	COMUNE CATASTALE	FOGLIO	PARTICELLE	COORDINATE UTM WGS84	
					Easting (m)	Northing (m)
S1	San Sossio Baronia	San Sossio Baronia	14	70	519569.00	4547764.00
S2	San Sossio Baronia	San Sossio Baronia	20	77	520354.00	4547107.00
V3	Vallesaccarda	Trevico	01	258	520779.00	4548086.00
V4	Vallesaccarda	Trevico	01	221-222	521915.00	4547759.00
V5	Vallesaccarda	Anzano di Puglia	18	56	523366.00	4549490.00

Le condizioni al contorno considerate per il calcolo in esame, sono le più gravose possibili, in modo da porsi nella situazione maggiormente cautelativa.

Il calcolo della gittata viene effettuato nelle condizioni più penalizzanti, ovvero:

- Alla velocità massima del rotore assunta a 10,00 giri/minuto per l'aerogeneratore **VESTAS V172-7.2 MW**;
- Nel punto di ascissa e ordinata in cui la gittata è massima, con angolo $=-\pi/4$;
- Con il centro di massa posizionato ad 1/3 della lunghezza della pala, in prossimità del mozzo;

La velocità al rotore per le turbine proposte (**VESTAS V172-7.2 MW**) è pari a 10,00 giri/minuto.

2. IPOTESI

Per il calcolo della massima gittata si considerano le seguenti ipotesi:

- Il moto del sistema considerato è quello di un sistema rigido non vincolato (modello che approssima la pala nel momento del distacco).
- Si ritengono trascurabili le forze ed il momento di resistenza dovute al mezzo in cui si svolge il moto (aria).
- Si suppone che la pala si rompa nel punto di attacco al mozzo; nella posizione tale da avere una velocità periferica inclinata a 45° (posizione corrispondente alla massima gittata) rispetto ad un sistema di riferimento orizzontale passante per il baricentro e con asse verticale parallelo all'asse della torre, così come si evince dalla figura successiva.

Per l'aerogeneratore previsto nel progetto in esame è del tipo **VESTAS V172-7.2 MW** (con altezza al mozzo $H = 114$ mt.), si considerano:

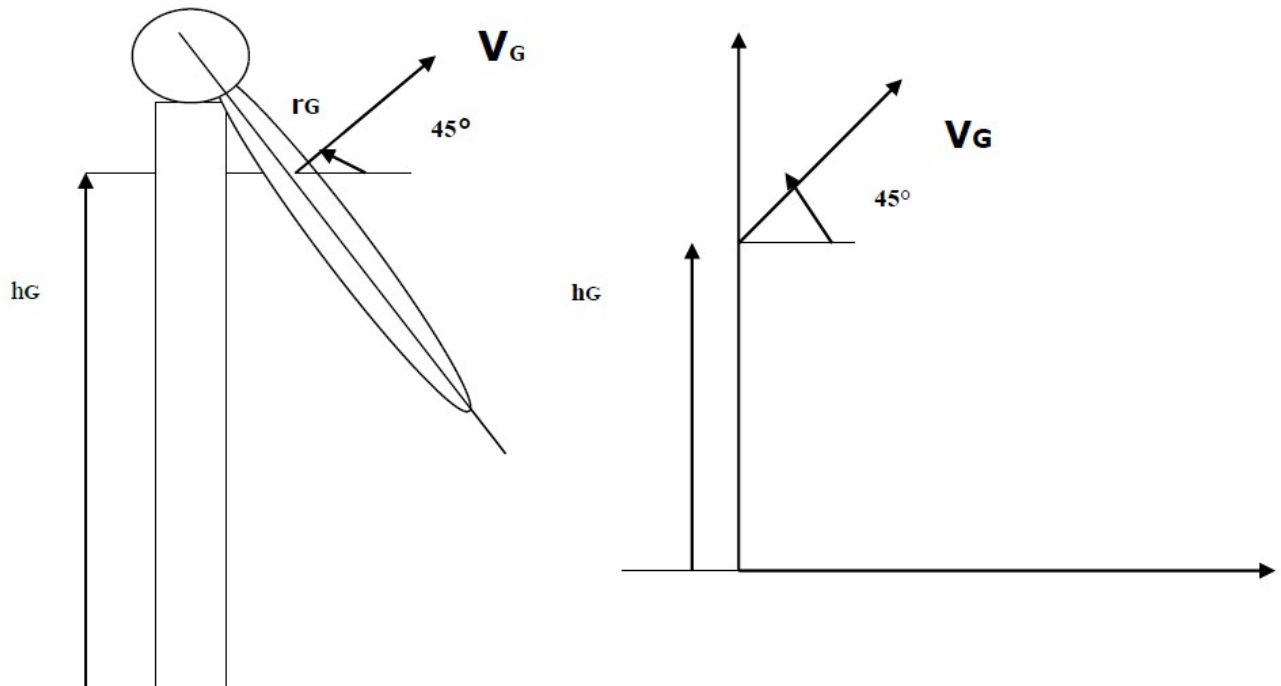
AEROGENERATORE VESTAS V172-7.2 MW
Altezza $H = 114$ m
Diametro rotore $D = 172$ m
Giri_{max} al minuto 10,00 RPM

3. CALCOLO

Lo schema adottato per il calcolo è il seguente, avendo indicato con G il baricentro del sistema avremo:

rG = raggio del baricentro

VG = velocità periferica del baricentro



Prima di effettuare il calcolo della gittata, calcoliamo dei parametri che ci serviranno per il prosieguo dello stesso.

3.1 Calcolo del baricentro

Date le caratteristiche geometriche della pala, e considerata la distribuzione dei pesi lungo il profilo della stessa, possiamo ritenere con buona approssimazione che il baricentro sia posizionato ad un terzo rispetto alla lunghezza della pala, cioè ad $r_{G1} = 28,67 \text{ m}$ per un aerogeneratore del tipo di quello previsto in progetto.

3.2 Calcolo della velocità periferica

Per VESTAS V172-7.2 MW il dato di partenza è $n = 10,00$ giri/min che corrisponde ad una velocità angolare

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 1,05 \text{ rad/s}$$

La legge con cui varia la velocità periferica, ossia il dato che utilizzeremo per il calcolo, ha un andamento che varia linearmente lungo il profilo della pala con il raggio.

Per cui la velocità del baricentro sarà pari a $V_G = 30,02 \text{ m/s}$ essendo V_G pari a $\omega \times r_G$.

3.3 Calcolo di h_G

Il calcolo della proiezione del baricentro sull'asse verticale, viene valutato nell'ipotesi in cui il distacco avvenga, come anzidetto nelle condizioni più gravose, cioè a 45° rispetto alla verticale.

Il valore di h_G è pari all'altezza dell'intera torre meno il valore della proiezione di r_G sulla verticale ossia:

$$h_g = H - (r_G \cdot \cos 45^\circ)$$

da cui per VESTAS V172-7.2 MW con 114 m al mozzo sarà pari a: **$h_g = 134,27$ m**

Dove H è l'altezza della torre.

4. CALCOLO DELLA LEGGE DEL MOTO

Adesso siamo in grado di esprimere la legge del moto.

Supponiamo di trovarci nel caso notevole di un proiettile non puntiforme.

Le equazioni che governano il moto sono rispettivamente la prima e la seconda equazione della dinamica:

$$1) \quad Mg = Ma_G$$

$$2) \quad 0 = I \frac{d\omega}{dt}$$

Supponendo di concentrare tutto il peso nel centro di massa della pala, il momento della forza peso è nullo, avendo scelto G come polo per il calcolo dei momenti.

Pertanto la seconda equazione ci dice che il corpo durante la traiettoria che percorre, si mette a girare indisturbato intorno al suo asse principale di inerzia.

La soluzione al problema ci viene allora dalla risoluzione della prima equazione.

Questa ci evidenzia che la pala si muoverà con il moto di un proiettile puntiforme, pertanto ne compirà il caratteristico moto parabolico.

Per calcolare l'equazione della traiettoria, bisogna proiettare le caratteristiche dinamiche sui tre assi, integrarle tenendo conto delle condizioni iniziali (velocità del baricentro al momento del distacco) e con facili calcoli giungere al valore della gittata espresso dalla seguente:

$$G \max = \frac{V_G^2}{g} \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2gh_G}{V_G^2 \sin^2 45^\circ}} \right)$$

scegliendo ovviamente il risultato che ha senso fisicamente (il segno +) avremo un valore numerico:

- **Per VESTAS V172-7.2 MW con 114 m si avrà un valore di circa 203,18 m.**

Tale valore è confermato dal foglio di calcolo secondo lo schema approvato dal Decreto Dirigenziale n. 44 del 12-02-2021 della Regione Campania, che si allega alla presente.

5. CONCLUSIONI

Dai calcoli eseguiti si evince che nelle condizioni più gravose il vertice della pala del rotore può raggiungere una distanza di **231,12 m**.

I valori sono da imputare essenzialmente alla bassa velocità angolare delle macchine previste in progetto, macchine di nuova generazione il che implica una velocità periferica di distacco molto bassa.

Resta inteso che è da ritenere molto remota la possibilità di distacco e che quindi l'impianto proposto possa arrecare danni alla salute pubblica.

IL PROGETTISTA



CALCOLO GITTATA MASSIMA

Il calcolo della Gittata è effettuato in funzione dell'angolo di inclinazione della pala rispetto all'orizzontale, in senso orario e ponendo l'angolo di 0° tra il 3° e 4° quadrante

Formula della Gittata Massima per angolo compreso tra 0° e 90°

dove: α = Angolo della pala rispetto all'orizzontale corrisponde all'angolo tra 91° e 180° dell'angolo velocità

$$H_G = H_{torre} + Y_g$$

$$Y_g = r_g \sin \alpha$$

$r_g = r_g = r_g = r_g = r_g =$ posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo

$X_g = r_g \cos \alpha$ posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

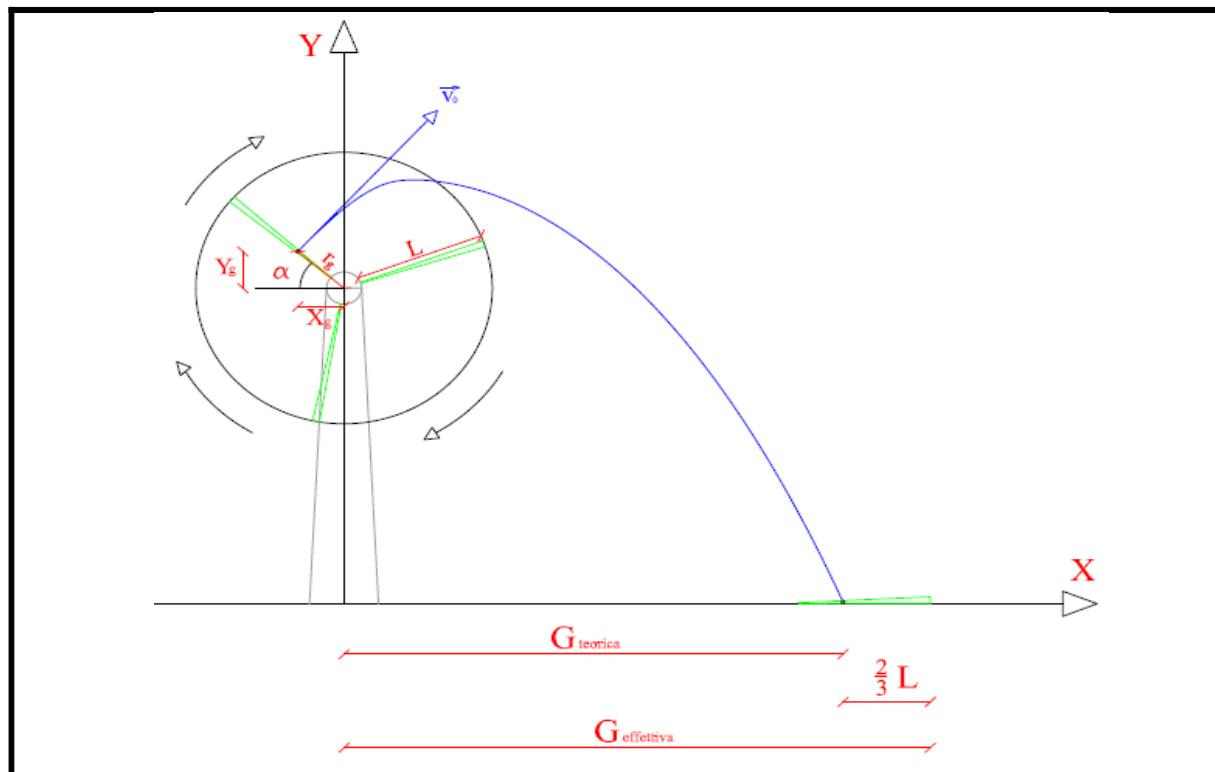
$$\cos(90 - \alpha) = v_0 \sin \alpha \quad v_{x0} = v_0 \cos(90 - \alpha) \quad \sin(90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha \quad v_{y0} = v_0 \sin(90 - \alpha)$$

$$r_g = (2\pi n r_g) / 60 v_0 = \omega r_g = (2\pi r) \quad n = \text{numero di giri al minuto del rotore}$$

Gittata Effettiva

$$G + L_{gGeff} = G + L_{gGeff} = G + L_{gGeff} = G + L_{gGeff} = G + L_{gGeff} = C$$

Schema della Gittata per angolo compreso tra 0° e 90°



da inserire

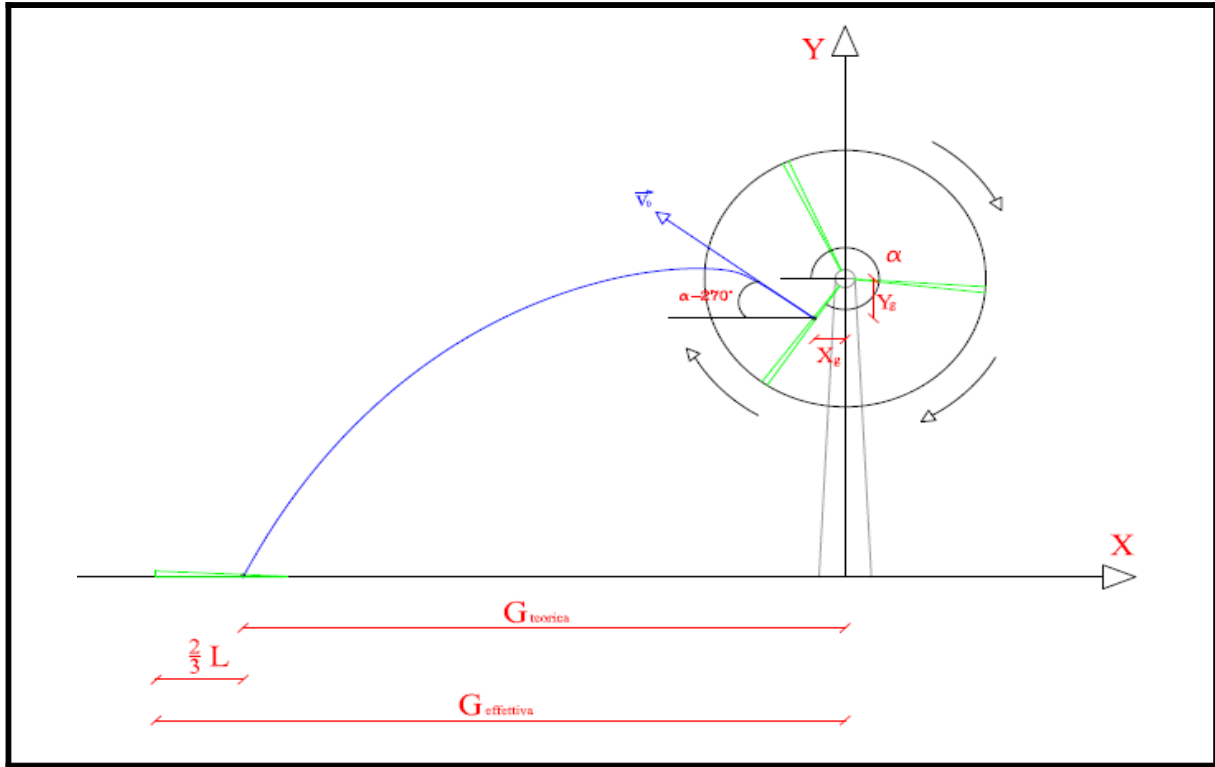
Numero di giri al minuto del rotore	n =	10
Lunghezza della pala in metri	L =	86
Altezza del mozzo in metri	H _{torre} =	114

Se non è disponibile il valore di D, inserire almeno D=2L

Diametro del rotore	D =	172
---------------------	-----	-----

Angolo α	n	L	H _{torre}	v ₀	v _{x0}	v _{y0}	H _g	D	r _g	g	Gittata teorica	X _g	L _g	Gittata Effettiva
0	10,00	86,00	114,00	30,02	0,00	30,02	114,00	172	28,67	9,81	-28,67	28,67	57,33	28,67
1	10,00	86,00	114,00	30,02	0,52	30,02	114,50	172	28,67	9,81	-24,06	28,66	57,33	33,27
2	10,00	86,00	114,00	30,02	1,05	30,00	115,00	172	28,67	9,81	-19,45	28,65	57,33	37,89
3	10,00	86,00	114,00	30,02	1,57	29,98	115,50	172	28,67	9,81	-14,82	28,63	57,33	42,52
4	10,00	86,00	114,00	30,02	2,09	29,95	116,00	172	28,67	9,81	-10,18	28,60	57,33	47,15
5	10,00	86,00	114,00	30,02	2,62	29,91	116,50	172	28,67	9,81	-5,54	28,56	57,33	51,79
6	10,00	86,00	114,00	30,02	3,14	29,86	117,00	172	28,67	9,81	-0,90	28,51	57,33	56,43
7	10,00	86,00	114,00	30,02	3,66	29,80	117,49	172	28,67	9,81	3,73	28,45	57,33	61,07
8	10,00	86,00	114,00	30,02	4,18	29,73	117,99	172	28,67	9,81	8,36	28,39	57,33	65,69
9	10,00	86,00	114,00	30,02	4,70	29,65	118,48	172	28,67	9,81	12,98	28,31	57,33	70,31
10	10,00	86,00	114,00	30,02	5,21	29,56	118,98	172	28,67	9,81	17,58	28,23	57,33	74,91
11	10,00	86,00	114,00	30,02	5,73	29,47	119,47	172	28,67	9,81	22,16	28,14	57,33	79,49
12	10,00	86,00	114,00	30,02	6,24	29,36	119,96	172	28,67	9,81	26,72	28,04	57,33	84,05
13	10,00	86,00	114,00	30,02	6,75	29,25	120,45	172	28,67	9,81	31,26	27,93	57,33	88,59
14	10,00	86,00	114,00	30,02	7,26	29,13	120,94	172	28,67	9,81	35,76	27,82	57,33	93,10
15	10,00	86,00	114,00	30,02	7,77	29,00	121,42	172	28,67	9,81	40,24	27,69	57,33	97,57
16	10,00	86,00	114,00	30,02	8,27	28,86	121,90	172	28,67	9,81	44,68	27,56	57,33	102,01
17	10,00	86,00	114,00	30,02	8,78	28,71	122,38	172	28,67	9,81	49,08	27,41	57,33	106,41
18	10,00	86,00	114,00	30,02	9,28	28,55	122,86	172	28,67	9,81	53,44	27,26	57,33	110,77
19	10,00	86,00	114,00	30,02	9,77	28,38	123,33	172	28,67	9,81	57,75	27,10	57,33	115,09
20	10,00	86,00	114,00	30,02	10,27	28,21	123,80	172	28,67	9,81	62,02	26,94	57,33	119,35
21	10,00	86,00	114,00	30,02	10,76	28,03	124,27	172	28,67	9,81	66,24	26,76	57,33	123,57
22	10,00	86,00	114,00	30,02	11,25	27,83	124,74	172	28,67	9,81	70,40	26,58	57,33	127,73
23	10,00	86,00	114,00	30,02	11,73	27,63	125,20	172	28,67	9,81	74,50	26,39	57,33	131,84
24	10,00	86,00	114,00	30,02	12,21	27,42	125,66	172	28,67	9,81	78,55	26,19	57,33	135,88
25	10,00	86,00	114,00	30,02	12,69	27,21	126,12	172	28,67	9,81	82,53	25,98	57,33	139,86
26	10,00	86,00	114,00	30,02	13,16	26,98	126,57	172	28,67	9,81	86,45	25,77	57,33	143,78
27	10,00	86,00	114,00	30,02	13,63	26,75	127,01	172	28,67	9,81	90,30	25,54	57,33	147,63
28	10,00	86,00	114,00	30,02	14,09	26,51	127,46	172	28,67	9,81	94,08	25,31	57,33	151,41
29	10,00	86,00	114,00	30,02	14,55	26,26	127,90	172	28,67	9,81	97,79	25,07	57,33	155,12
30	10,00	86,00	114,00	30,02	15,01	26,00	128,33	172	28,67	9,81	101,42	24,83	57,33	158,75
31	10,00	86,00	114,00	30,02	15,46	25,73	128,76	172	28,67	9,81	104,98	24,57	57,33	162,31
32	10,00	86,00	114,00	30,02	15,91	25,46	129,19	172	28,67	9,81	108,46	24,31	57,33	165,79
33	10,00	86,00	114,00	30,02	16,35	25,18	129,61	172	28,67	9,81	111,86	24,04	57,33	169,19
34	10,00	86,00	114,00	30,02	16,79	24,89	130,03	172	28,67	9,81	115,17	23,77	57,33	172,51
35	10,00	86,00	114,00	30,02	17,22	24,59	130,44	172	28,67	9,81	118,41	23,48	57,33	175,74
36	10,00	86,00	114,00	30,02	17,65	24,29	130,85	172	28,67	9,81	121,56	23,19	57,33	178,89
37	10,00	86,00	114,00	30,02	18,07	23,97	131,25	172	28,67	9,81	124,62	22,89	57,33	181,95
38	10,00	86,00	114,00	30,02	18,48	23,66	131,65	172	28,67	9,81	127,59	22,59	57,33	184,92
39	10,00	86,00	114,00	30,02	18,89	23,33	132,04	172	28,67	9,81	130,48	22,28	57,33	187,81
40	10,00	86,00	114,00	30,02	19,30	23,00	132,43	172	28,67	9,81	133,27	21,96	57,33	190,60
41	10,00	86,00	114,00	30,02	19,69	22,66	132,81	172	28,67	9,81	135,97	21,64	57,33	193,30
42	10,00	86,00	114,00	30,02	20,09	22,31	133,18	172	28,67	9,81	138,58	21,30	57,33	195,91
43	10,00	86,00	114,00	30,02	20,47	21,95	133,55	172	28,67	9,81	141,10	20,97	57,33	198,43
44	10,00	86,00	114,00	30,02	20,85	21,59	133,91	172	28,67	9,81	143,52	20,62	57,33	200,85
45	10,00	86,00	114,00	30,02	21,23	21,23	134,27	172	28,67	9,81	145,85	20,27	57,33	203,18
46	10,00	86,00	114,00	30,02	21,59	20,85	134,62	172	28,67	9,81	148,08	19,91	57,33	205,41

Schema della Gittata per angolo compreso tra 270° e 360°



Formula della Gittata Massima per angolo compreso tra 270° e 260°

Siccome abbiamo posto l'angolo 0° tra il 3° e 4° quadrante invertiamo il segno di v_{x0} e X_g

$$H_G = H_{torre} - Y_g$$

$$Y_g = r_g \sin(360 - \alpha) = -r_g \sin \alpha$$

r_g = posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo

$$X_g = r_g \cos(360 - \alpha) = r_g \cos \alpha = -r_g \cos \alpha$$

posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$$v_{x0} = v_0 \cos(\alpha - 270) = -v_0 \sin \alpha = v_0 \sin \alpha$$

$$v_{y0} = v_0 \sin(\alpha - 270) = v_0 \cos \alpha$$

$$v_0 = \omega r_g = (2\pi n r_g)/60$$

n = numero di giri al minuto del rotore

v_{x0} negativo perché verso sinistra

Gittata Effettiva

$$G_{eff} = G - L_g$$

G negativo perché verso sinistra

Angolo α	n	L	H _{torre}	v ₀	v _{x0}	v _{y0}	H _g	D	r _g	g	Gittata teorica	X _g	L _g	Gittata Effettiva
47	10,00	86,00	114,00	30,02	21,95	20,47	134,97	172	28,67	9,81	150,22	19,55	57,33	207,55
48	10,00	86,00	114,00	30,02	22,31	20,09	135,30	172	28,67	9,81	152,26	19,18	57,33	209,59
49	10,00	86,00	114,00	30,02	22,66	19,69	135,64	172	28,67	9,81	154,20	18,81	57,33	211,54
50	10,00	86,00	114,00	30,02	23,00	19,30	135,96	172	28,67	9,81	156,05	18,43	57,33	213,39
51	10,00	86,00	114,00	30,02	23,33	18,89	136,28	172	28,67	9,81	157,81	18,04	57,33	215,14
52	10,00	86,00	114,00	30,02	23,66	18,48	136,59	172	28,67	9,81	159,47	17,65	57,33	216,80
53	10,00	86,00	114,00	30,02	23,97	18,07	136,89	172	28,67	9,81	161,03	17,25	57,33	218,37
54	10,00	86,00	114,00	30,02	24,29	17,65	137,19	172	28,67	9,81	162,50	16,85	57,33	219,83
55	10,00	86,00	114,00	30,02	24,59	17,22	137,48	172	28,67	9,81	163,88	16,44	57,33	221,21
56	10,00	86,00	114,00	30,02	24,89	16,79	137,77	172	28,67	9,81	165,16	16,03	57,33	222,49
57	10,00	86,00	114,00	30,02	25,18	16,35	138,04	172	28,67	9,81	166,35	15,61	57,33	223,68
58	10,00	86,00	114,00	30,02	25,46	15,91	138,31	172	28,67	9,81	167,44	15,19	57,33	224,78
59	10,00	86,00	114,00	30,02	25,73	15,46	138,57	172	28,67	9,81	168,45	14,76	57,33	225,78
60	10,00	86,00	114,00	30,02	26,00	15,01	138,83	172	28,67	9,81	169,36	14,33	57,33	226,69
61	10,00	86,00	114,00	30,02	26,26	14,55	139,07	172	28,67	9,81	170,19	13,90	57,33	227,52
62	10,00	86,00	114,00	30,02	26,51	14,09	139,31	172	28,67	9,81	170,92	13,46	57,33	228,26
63	10,00	86,00	114,00	30,02	26,75	13,63	139,54	172	28,67	9,81	171,57	13,01	57,33	228,90
64	10,00	86,00	114,00	30,02	26,98	13,16	139,77	172	28,67	9,81	172,13	12,57	57,33	229,47
65	10,00	86,00	114,00	30,02	27,21	12,69	139,98	172	28,67	9,81	172,61	12,12	57,33	229,95
66	10,00	86,00	114,00	30,02	27,42	12,21	140,19	172	28,67	9,81	173,01	11,66	57,33	230,34
67	10,00	86,00	114,00	30,02	27,63	11,73	140,39	172	28,67	9,81	173,32	11,20	57,33	230,66
68	10,00	86,00	114,00	30,02	27,83	11,25	140,58	172	28,67	9,81	173,56	10,74	57,33	230,89
69	10,00	86,00	114,00	30,02	28,03	10,76	140,76	172	28,67	9,81	173,71	10,27	57,33	231,04
70	10,00	86,00	114,00	30,02	28,21	10,27	140,94	172	28,67	9,81	173,79	9,80	57,33	231,12
71	10,00	86,00	114,00	30,02	28,38	9,77	141,10	172	28,67	9,81	173,79	9,33	57,33	231,12
72	10,00	86,00	114,00	30,02	28,55	9,28	141,26	172	28,67	9,81	173,72	8,86	57,33	231,05
73	10,00	86,00	114,00	30,02	28,71	8,78	141,41	172	28,67	9,81	173,57	8,38	57,33	230,91
74	10,00	86,00	114,00	30,02	28,86	8,27	141,56	172	28,67	9,81	173,36	7,90	57,33	230,69
75	10,00	86,00	114,00	30,02	29,00	7,77	141,69	172	28,67	9,81	173,08	7,42	57,33	230,41
76	10,00	86,00	114,00	30,02	29,13	7,26	141,82	172	28,67	9,81	172,73	6,94	57,33	230,06
77	10,00	86,00	114,00	30,02	29,25	6,75	141,93	172	28,67	9,81	172,31	6,45	57,33	229,65
78	10,00	86,00	114,00	30,02	29,36	6,24	142,04	172	28,67	9,81	171,84	5,96	57,33	229,17
79	10,00	86,00	114,00	30,02	29,47	5,73	142,14	172	28,67	9,81	171,30	5,47	57,33	228,63
80	10,00	86,00	114,00	30,02	29,56	5,21	142,23	172	28,67	9,81	170,70	4,98	57,33	228,04
81	10,00	86,00	114,00	30,02	29,65	4,70	142,31	172	28,67	9,81	170,05	4,48	57,33	227,38
82	10,00	86,00	114,00	30,02	29,73	4,18	142,39	172	28,67	9,81	169,34	3,99	57,33	226,67
83	10,00	86,00	114,00	30,02	29,80	3,66	142,45	172	28,67	9,81	168,58	3,49	57,33	225,91
84	10,00	86,00	114,00	30,02	29,86	3,14	142,51	172	28,67	9,81	167,76	3,00	57,33	225,09
85	10,00	86,00	114,00	30,02	29,91	2,62	142,56	172	28,67	9,81	166,90	2,50	57,33	224,23
86	10,00	86,00	114,00	30,02	29,95	2,09	142,60	172	28,67	9,81	165,99	2,00	57,33	223,32
87	10,00	86,00	114,00	30,02	29,98	1,57	142,63	172	28,67	9,81	165,03	1,50	57,33	222,36
88	10,00	86,00	114,00	30,02	30,00	1,05	142,65	172	28,67	9,81	164,03	1,00	57,33	221,36
89	10,00	86,00	114,00	30,02	30,02	0,52	142,66	172	28,67	9,81	162,98	0,50	57,33	220,32
90	10,00	86,00	114,00	30,02	30,02	0,00	142,67	172	28,67	9,81	161,90	0,00	57,33	219,23

Per un angolo compreso tra 270° e 360° il valore della Gittata sarà negativo perché verso sinistra

Angolo α	n	L	H _{torre}	v ₀	v _{x0}	v _{y0}	H _g	D	r _g	g	Gittata teorica	X _g	L _g	Gittata Effettiva
270	10,00	86,00	114,00	30,02	-30,02	0,00	85,33	172	28,67	9,81	-125,21	0,00	57,33	-182,55
271	10,00	86,00	114,00	30,02	-30,02	0,52	85,34	172	28,67	9,81	-127,31	0,50	57,33	-184,64
272	10,00	86,00	114,00	30,02	-30,00	1,05	85,35	172	28,67	9,81	-129,39	1,00	57,33	-186,73
273	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,98	1,57	85,37	172	28,67	9,81	-131,46	1,50	57,33	-188,80
274	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,95	2,09	85,40	172	28,67	9,81	-133,51	2,00	57,33	-190,85
275	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,91	2,62	85,44	172	28,67	9,81	-135,54	2,50	57,33	-192,88
276	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,86	3,14	85,49	172	28,67	9,81	-137,55	3,00	57,33	-194,89
277	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,80	3,66	85,55	172	28,67	9,81	-139,53	3,49	57,33	-196,87
278	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,73	4,18	85,61	172	28,67	9,81	-141,49	3,99	57,33	-198,82

α	h	L	H_{torre}	v_0	v_{x0}	v_{y0}	H_g	D	r_g	g	teorica	X_g	L_g	Effettiva
279	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,65	4,70	85,69	172	28,67	9,81	-143,41	4,48	57,33	-200,75
280	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,56	5,21	85,77	172	28,67	9,81	-145,31	4,98	57,33	-202,64
281	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,47	5,73	85,86	172	28,67	9,81	-147,16	5,47	57,33	-204,49
282	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,36	6,24	85,96	172	28,67	9,81	-148,98	5,96	57,33	-206,31
283	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,25	6,75	86,07	172	28,67	9,81	-150,75	6,45	57,33	-208,09
284	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,13	7,26	86,18	172	28,67	9,81	-152,49	6,94	57,33	-209,82
285	10,00	86,00	114,00	30,02	-29,00	7,77	86,31	172	28,67	9,81	-154,17	7,42	57,33	-211,50
286	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,86	8,27	86,44	172	28,67	9,81	-155,80	7,90	57,33	-213,14
287	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,71	8,78	86,59	172	28,67	9,81	-157,39	8,38	57,33	-214,72
288	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,55	9,28	86,74	172	28,67	9,81	-158,91	8,86	57,33	-216,25
289	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,38	9,77	86,90	172	28,67	9,81	-160,38	9,33	57,33	-217,71
290	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,21	10,27	87,06	172	28,67	9,81	-161,79	9,80	57,33	-219,12
291	10,00	86,00	114,00	30,02	-28,03	10,76	87,24	172	28,67	9,81	-163,13	10,27	57,33	-220,46
292	10,00	86,00	114,00	30,02	-27,83	11,25	87,42	172	28,67	9,81	-164,41	10,74	57,33	-221,74
293	10,00	86,00	114,00	30,02	-27,63	11,73	87,61	172	28,67	9,81	-165,61	11,20	57,33	-222,95
294	10,00	86,00	114,00	30,02	-27,42	12,21	87,81	172	28,67	9,81	-166,75	11,66	57,33	-224,08
295	10,00	86,00	114,00	30,02	-27,21	12,69	88,02	172	28,67	9,81	-167,80	12,12	57,33	-225,14
296	10,00	86,00	114,00	30,02	-26,98	13,16	88,23	172	28,67	9,81	-168,79	12,57	57,33	-226,12
297	10,00	86,00	114,00	30,02	-26,75	13,63	88,46	172	28,67	9,81	-169,69	13,01	57,33	-227,02
298	10,00	86,00	114,00	30,02	-26,51	14,09	88,69	172	28,67	9,81	-170,50	13,46	57,33	-227,84
299	10,00	86,00	114,00	30,02	-26,26	14,55	88,93	172	28,67	9,81	-171,24	13,90	57,33	-228,57
300	10,00	86,00	114,00	30,02	-26,00	15,01	89,17	172	28,67	9,81	-171,88	14,33	57,33	-229,22
301	10,00	86,00	114,00	30,02	-25,73	15,46	89,43	172	28,67	9,81	-172,44	14,76	57,33	-229,77
302	10,00	86,00	114,00	30,02	-25,46	15,91	89,69	172	28,67	9,81	-172,90	15,19	57,33	-230,23
303	10,00	86,00	114,00	30,02	-25,18	16,35	89,96	172	28,67	9,81	-173,27	15,61	57,33	-230,60
304	10,00	86,00	114,00	30,02	-24,89	16,79	90,23	172	28,67	9,81	-173,54	16,03	57,33	-230,88
305	10,00	86,00	114,00	30,02	-24,59	17,22	90,52	172	28,67	9,81	-173,72	16,44	57,33	-231,05
306	10,00	86,00	114,00	30,02	-24,29	17,65	90,81	172	28,67	9,81	-173,79	16,85	57,33	-231,13
307	10,00	86,00	114,00	30,02	-23,97	18,07	91,11	172	28,67	9,81	-173,77	17,25	57,33	-231,10
Angolo α	n	L	H_{torre}	v_0	v_{x0}	v_{y0}	H_g	D	r_g	g	Gittata teorica	X_g	L_g	Gittata Effettiva
308	10,00	86,00	114,00	30,02	-23,66	18,48	91,41	172	28,67	9,81	-173,64	17,65	57,33	-230,97
309	10,00	86,00	114,00	30,02	-23,33	18,89	91,72	172	28,67	9,81	-173,41	18,04	57,33	-230,74
310	10,00	86,00	114,00	30,02	-23,00	19,30	92,04	172	28,67	9,81	-173,07	18,43	57,33	-230,40
311	10,00	86,00	114,00	30,02	-22,66	19,69	92,36	172	28,67	9,81	-172,62	18,81	57,33	-229,95
312	10,00	86,00	114,00	30,02	-22,31	20,09	92,70	172	28,67	9,81	-172,06	19,18	57,33	-229,40
313	10,00	86,00	114,00	30,02	-21,95	20,47	93,03	172	28,67	9,81	-171,40	19,55	57,33	-228,73
314	10,00	86,00	114,00	30,02	-21,59	20,85	93,38	172	28,67	9,81	-170,62	19,91	57,33	-227,96
315	10,00	86,00	114,00	30,02	-21,23	21,23	93,73	172	28,67	9,81	-169,74	20,27	57,33	-227,07
316	10,00	86,00	114,00	30,02	-20,85	21,59	94,09	172	28,67	9,81	-168,74	20,62	57,33	-226,08
317	10,00	86,00	114,00	30,02	-20,47	21,95	94,45	172	28,67	9,81	-167,63	20,97	57,33	-224,97
318	10,00	86,00	114,00	30,02	-20,09	22,31	94,82	172	28,67	9,81	-166,41	21,30	57,33	-223,75
319	10,00	86,00	114,00	30,02	-19,69	22,66	95,19	172	28,67	9,81	-165,08	21,64	57,33	-222,42
320	10,00	86,00	114,00	30,02	-19,30	23,00	95,57	172	28,67	9,81	-163,64	21,96	57,33	-220,97
321	10,00	86,00	114,00	30,02	-18,89	23,33	95,96	172	28,67	9,81	-162,08	22,28	57,33	-219,41
322	10,00	86,00	114,00	30,02	-18,48	23,66	96,35	172	28,67	9,81	-160,41	22,59	57,33	-217,74
323	10,00	86,00	114,00	30,02	-18,07	23,97	96,75	172	28,67	9,81	-158,63	22,89	57,33	-215,96
324	10,00	86,00	114,00	30,02	-17,65	24,29	97,15	172	28,67	9,81	-156,74	23,19	57,33	-214,07
325	10,00	86,00	114,00	30,02	-17,22	24,59	97,56	172	28,67	9,81	-154,73	23,48	57,33	-212,07
326	10,00	86,00	114,00	30,02	-16,79	24,89	97,97	172	28,67	9,81	-152,62	23,77	57,33	-209,95
327	10,00	86,00	114,00	30,02	-16,35	25,18	98,39	172	28,67	9,81	-150,40	24,04	57,33	-207,73
328	10,00	86,00	114,00	30,02	-15,91	25,46	98,81	172	28,67	9,81	-148,07	24,31	57,33	-205,40
329	10,00	86,00	114,00	30,02	-15,46	25,73	99,24	172	28,67	9,81	-145,63	24,57	57,33	-202,97
330	10,00	86,00	114,00	30,02	-15,01	26,00	99,67	172	28,67	9,81	-143,09	24,83	57,33	-200,42
331	10,00	86,00	114,00	30,02	-14,55	26,26	100,10	172	28,67	9,81	-140,44	25,07	57,33	-197,78
332	10,00	86,00	114,00	30,02	-14,09	26,51	100,54	172	28,67	9,81	-137,70	25,31	57,33	-195,03
333	10,00	86,00	114,00	30,02	-13,63	26,75	100,99	172	28,67	9,81	-134,85	25,54	57,33	-192,18
334	10,00	86,00	114,00	30,02	-13,16	26,98	101,43	172	28,67	9,81	-131,90	25,77	57,33	-189,23
335	10,00	86,00	114,00	30,02	-12,69	27,21	101,88	172	28,67	9,81	-128,85	25,98	57,33	-186,19
336	10,00	86,00	114,00	30,02	-12,21	27,42	102,34	172	28,67	9,81	-125,71	26,19	57,33	-183,04
Angolo α	n	L	H_{torre}	v_0	v_{x0}	v_{y0}	H_g	D	r_g	g	Gittata teorica	X_g	L_g	Gittata Effettiva
337	10,00	86,00	114,00	30,02	-11,73	27,63	102,80	172	28,67	9,81	-122,48	26,39	57,33	-179,81

338	10,00	86,00	114,00	30,02	-11,25	27,83	103,26	172	28,67	9,81	-119,15	26,58	57,33	-176,49
339	10,00	86,00	114,00	30,02	-10,76	28,03	103,73	172	28,67	9,81	-115,74	26,76	57,33	-173,07
340	10,00	86,00	114,00	30,02	-10,27	28,21	104,20	172	28,67	9,81	-112,24	26,94	57,33	-169,57
341	10,00	86,00	114,00	30,02	-9,77	28,38	104,67	172	28,67	9,81	-108,66	27,10	57,33	-165,99
342	10,00	86,00	114,00	30,02	-9,28	28,55	105,14	172	28,67	9,81	-104,99	27,26	57,33	-162,32
343	10,00	86,00	114,00	30,02	-8,78	28,71	105,62	172	28,67	9,81	-101,25	27,41	57,33	-158,58
344	10,00	86,00	114,00	30,02	-8,27	28,86	106,10	172	28,67	9,81	-97,43	27,56	57,33	-154,76
345	10,00	86,00	114,00	30,02	-7,77	29,00	106,58	172	28,67	9,81	-93,54	27,69	57,33	-150,87
346	10,00	86,00	114,00	30,02	-7,26	29,13	107,06	172	28,67	9,81	-89,58	27,82	57,33	-146,91
347	10,00	86,00	114,00	30,02	-6,75	29,25	107,55	172	28,67	9,81	-85,55	27,93	57,33	-142,89
348	10,00	86,00	114,00	30,02	-6,24	29,36	108,04	172	28,67	9,81	-81,47	28,04	57,33	-138,80
349	10,00	86,00	114,00	30,02	-5,73	29,47	108,53	172	28,67	9,81	-77,32	28,14	57,33	-134,65
350	10,00	86,00	114,00	30,02	-5,21	29,56	109,02	172	28,67	9,81	-73,11	28,23	57,33	-130,44
351	10,00	86,00	114,00	30,02	-4,70	29,65	109,52	172	28,67	9,81	-68,85	28,31	57,33	-126,18
352	10,00	86,00	114,00	30,02	-4,18	29,73	110,01	172	28,67	9,81	-64,54	28,39	57,33	-121,87
353	10,00	86,00	114,00	30,02	-3,66	29,80	110,51	172	28,67	9,81	-60,18	28,45	57,33	-117,51
354	10,00	86,00	114,00	30,02	-3,14	29,86	111,00	172	28,67	9,81	-55,78	28,51	57,33	-113,11
355	10,00	86,00	114,00	30,02	-2,62	29,91	111,50	172	28,67	9,81	-51,34	28,56	57,33	-108,67
356	10,00	86,00	114,00	30,02	-2,09	29,95	112,00	172	28,67	9,81	-46,86	28,60	57,33	-104,20
357	10,00	86,00	114,00	30,02	-1,57	29,98	112,50	172	28,67	9,81	-42,35	28,63	57,33	-99,69
358	10,00	86,00	114,00	30,02	-1,05	30,00	113,00	172	28,67	9,81	-37,82	28,65	57,33	-95,15
359	10,00	86,00	114,00	30,02	-0,52	30,02	113,50	172	28,67	9,81	-33,25	28,66	57,33	-90,59
360	10,00	86,00	114,00	30,02	0,00	30,02	114,00	172	28,67	9,81	-28,67	28,67	57,33	-86,00