



REGIONE CAMPANIA
 PROVINCIA DI BENEVENTO
 COMUNE DI PIETRELCINA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
 EOLICA NEL COMUNE DI PIETRELCINA (BN)
 DENOMINATO "ANDROMEDA"

PROGETTO DEFINITIVO

**CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA IN CASO
 DI ROTTURA ACCIDENTALE DEGLI ELEMENTI**

R_20

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.	SCALA:
	1	01/02/2022	PRIMA EMISSIONE				
							CODIFICA:
							<input type="text" value="PD"/>
							<input type="text"/>
							<input type="text"/>

PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA



ENERGY & ENGINEERING S.R.L.

Ing. Davide G. Trivelli

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: energyengineering@legalmail.it



IL COMMITTENTE

PLC Power S.r.l.

Via delle Industrie n. 100

80011- Acerra (NA)

P.IVA 05192140654



Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. IPOTESI	3
3. CALCOLO.....	4
4. CALCOLO DELLA LEGGE DEL MOTO.....	5
5. CONCLUSIONI.....	7

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la stima della gittata relativa al progetto d'impianto eolico previsto nel territorio del Comune di Pietrelcina (BN) alla Loc "Difesa", con opere di connessione (stazione di utenza e collegamento alla RTN) nel Comune di Benevento (BN).

Nel progetto si prevede l'installazione di n° 09 aerogeneratori di potenza complessiva pari a 60,00 MW.

Gli aerogeneratori avranno un'altezza al mozzo pari a 118 m e diametro 163 m.

Proponente del progetto è la società PLC POWER S.r.l.

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

AEROGENERATORE	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE	COORDINATE UTM	
				WGS84	
				Easting (m)	Northing (m)
P01	Pietrelcina	06	177	484686	4562320
P02	Pietrelcina	14	7	484019	4561865
P03	Pietrelcina	14	178	484467	4561661
P04	Pietrelcina	14	341-342	484039	4561374
P05	Pietrelcina	14	77	484863	4561365
P06	Pietrelcina	15	60-61-194	484492	4560967
P07	Pietrelcina	15	105	484955	4560805
P08	Pietrelcina	15	229	483941	4560581
P09	Pietrelcina	15	52	484490	4560423

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 11,00 giri/minuto per l'aerogeneratore NORDEX N163;

- 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 (NORDEX N163) è pari a 11,00 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 NORDEX N163 (con altezza al mozzo $H= 118$ mt.), si considerano:

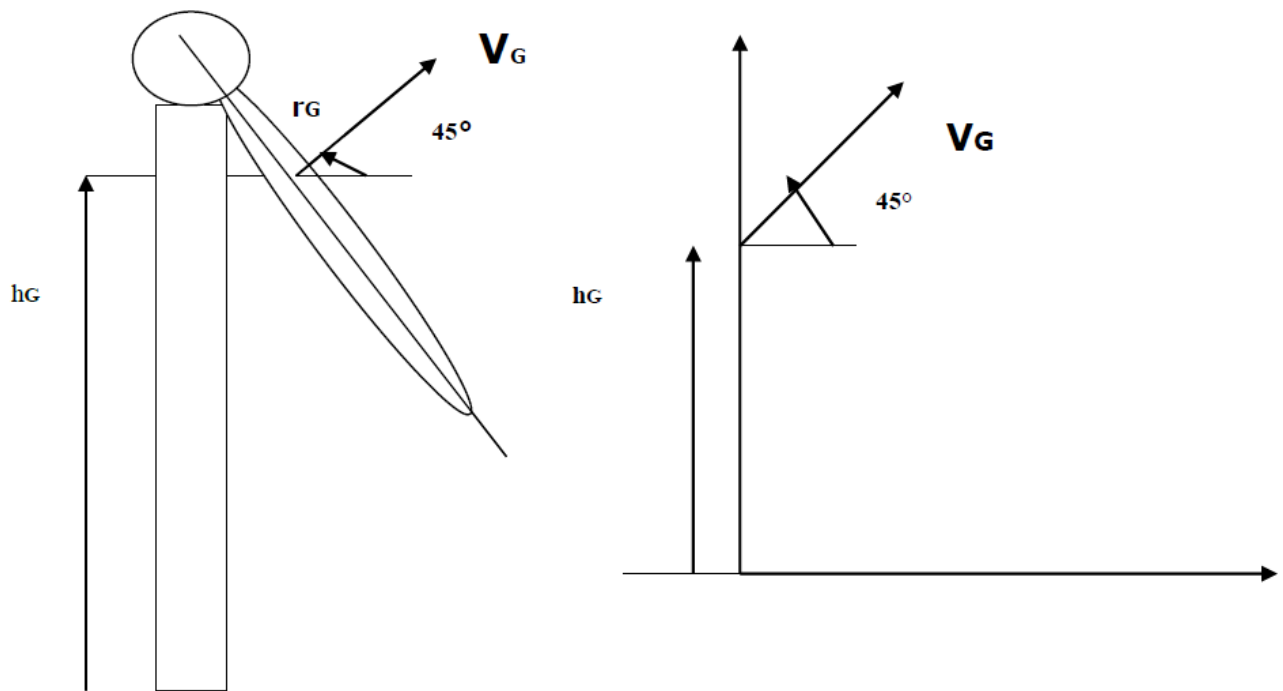
AEROGENERATORE NORDEX N163
Altezza $H = 118$ m
Diametro rotore $D = 163$ m
Giri_{max} al minuto 11.00 RPM

3. CALCOLO

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

r_G = raggio del baricentro

V_G = velocità periferica del baricentro



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

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 $r_{G1} = 27.17 \text{ m}$ per un aerogeneratore del tipo di quello previsto in progetto.

Calcolo della velocità periferica

Per NORDEX N163 il dato di partenza è $n = 11.00$ giri/min che corrisponde ad una velocità angolare

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 1,15 \text{ rad/s}$$

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 **VG = 31,29 m/s** essendo VG pari a $\omega \times r_G$.

Calcolo di hG

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 hG è pari all'altezza dell'intera torre meno il valore della proiezione di rG sulla verticale ossia:

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

da cui per NORDEX N163 con 118 m al mozzo sarà pari a: **hg = 137,20 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:

$$1) Mg = Ma_G$$

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

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 NORDEX N163 con 118 m si avrà un valore di circa 212.27 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 **239,43** 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°

$$G = \frac{v_{x0}(v_{y0} + \sqrt{v_{y0}^2 + 2 * g * H_G})}{g} - X_g$$

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

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

$$Y_g = r_g \sin \alpha$$

$$r_g = \text{posizione del baricentro pari ad } 1/3 \text{ della lunghezza della pala più raggio mozzo} \quad r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$$

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

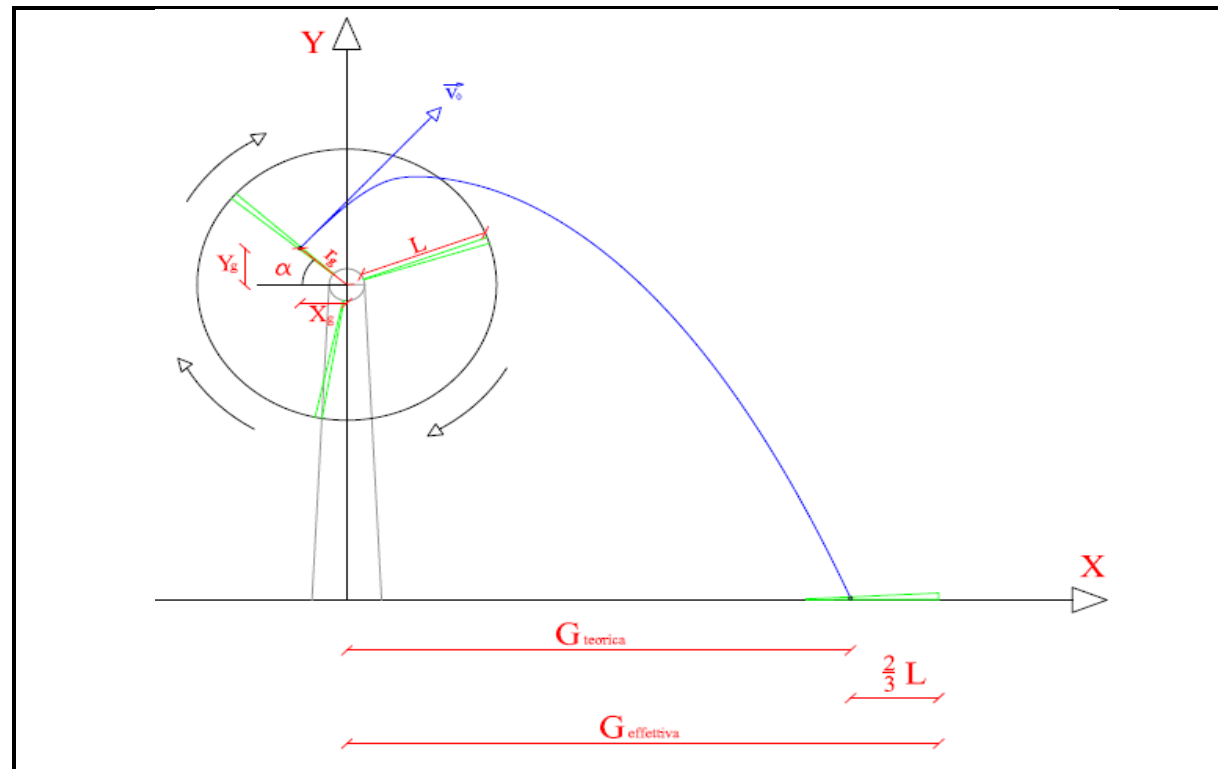
$$v_{x0} = v_0 \cos(90 - \alpha) = v_0 \sin \alpha \quad v_{y0} = v_0 \sin(90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha$$

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

Gittata Effettiva

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

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



da inserire

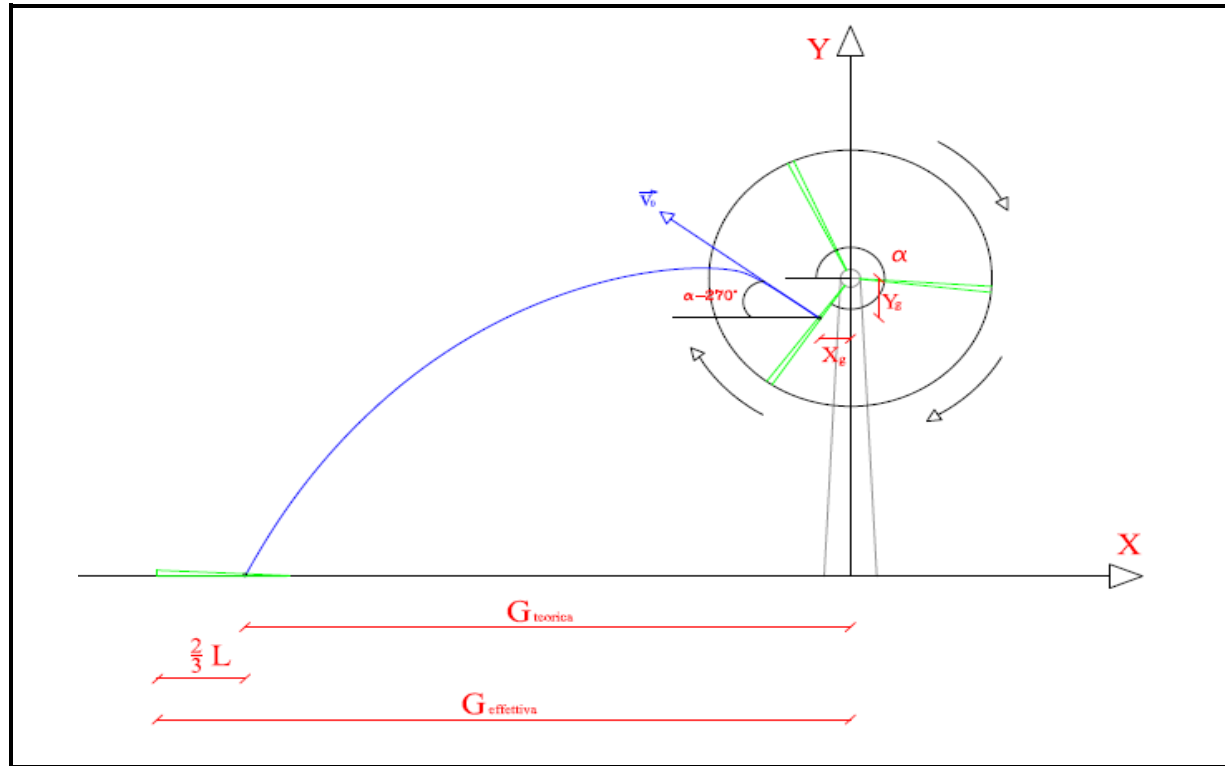
Numero di giri al minuto del rotore	n =	11
Lunghezza della pala in metri	L =	81,5
Altezza del mozzo in metri	H _{torre} =	118

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

Diametro del rotore	D=	163
---------------------	----	-----

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	11,00	81,50	118,00	31,29	0,00	31,29	118,00	163	27,17	9,81	-27,17	27,17	54,33	27,17
1	11,00	81,50	118,00	31,29	0,55	31,29	118,47	163	27,17	9,81	-22,22	27,16	54,33	32,11
2	11,00	81,50	118,00	31,29	1,09	31,27	118,95	163	27,17	9,81	-17,26	27,15	54,33	37,07
3	11,00	81,50	118,00	31,29	1,64	31,25	119,42	163	27,17	9,81	-12,29	27,13	54,33	42,04
4	11,00	81,50	118,00	31,29	2,18	31,22	119,90	163	27,17	9,81	-7,32	27,10	54,33	47,01
5	11,00	81,50	118,00	31,29	2,73	31,17	120,37	163	27,17	9,81	-2,34	27,06	54,33	51,99
6	11,00	81,50	118,00	31,29	3,27	31,12	120,84	163	27,17	9,81	2,63	27,02	54,33	56,96
7	11,00	81,50	118,00	31,29	3,81	31,06	121,31	163	27,17	9,81	7,59	26,96	54,33	61,93
8	11,00	81,50	118,00	31,29	4,36	30,99	121,78	163	27,17	9,81	12,55	26,90	54,33	66,88
9	11,00	81,50	118,00	31,29	4,90	30,91	122,25	163	27,17	9,81	17,49	26,83	54,33	71,82
10	11,00	81,50	118,00	31,29	5,43	30,82	122,72	163	27,17	9,81	22,41	26,75	54,33	76,75
11	11,00	81,50	118,00	31,29	5,97	30,72	123,18	163	27,17	9,81	27,32	26,67	54,33	81,65
12	11,00	81,50	118,00	31,29	6,51	30,61	123,65	163	27,17	9,81	32,19	26,57	54,33	86,52
13	11,00	81,50	118,00	31,29	7,04	30,49	124,11	163	27,17	9,81	37,04	26,47	54,33	91,37
14	11,00	81,50	118,00	31,29	7,57	30,36	124,57	163	27,17	9,81	41,85	26,36	54,33	96,18
15	11,00	81,50	118,00	31,29	8,10	30,23	125,03	163	27,17	9,81	46,62	26,24	54,33	100,96
16	11,00	81,50	118,00	31,29	8,63	30,08	125,49	163	27,17	9,81	51,36	26,11	54,33	105,69
17	11,00	81,50	118,00	31,29	9,15	29,93	125,94	163	27,17	9,81	56,05	25,98	54,33	110,38
18	11,00	81,50	118,00	31,29	9,67	29,76	126,39	163	27,17	9,81	60,69	25,84	54,33	115,02
19	11,00	81,50	118,00	31,29	10,19	29,59	126,84	163	27,17	9,81	65,28	25,69	54,33	119,61
20	11,00	81,50	118,00	31,29	10,70	29,41	127,29	163	27,17	9,81	69,82	25,53	54,33	124,15
21	11,00	81,50	118,00	31,29	11,21	29,22	127,74	163	27,17	9,81	74,30	25,36	54,33	128,63
22	11,00	81,50	118,00	31,29	11,72	29,02	128,18	163	27,17	9,81	78,72	25,19	54,33	133,05
23	11,00	81,50	118,00	31,29	12,23	28,81	128,61	163	27,17	9,81	83,07	25,01	54,33	137,41
24	11,00	81,50	118,00	31,29	12,73	28,59	129,05	163	27,17	9,81	87,36	24,82	54,33	141,70
25	11,00	81,50	118,00	31,29	13,23	28,36	129,48	163	27,17	9,81	91,58	24,62	54,33	145,92
26	11,00	81,50	118,00	31,29	13,72	28,13	129,91	163	27,17	9,81	95,73	24,42	54,33	150,06
27	11,00	81,50	118,00	31,29	14,21	27,88	130,33	163	27,17	9,81	99,80	24,21	54,33	154,14
28	11,00	81,50	118,00	31,29	14,69	27,63	130,75	163	27,17	9,81	103,80	23,99	54,33	158,13
29	11,00	81,50	118,00	31,29	15,17	27,37	131,17	163	27,17	9,81	107,72	23,76	54,33	162,05
30	11,00	81,50	118,00	31,29	15,65	27,10	131,58	163	27,17	9,81	111,55	23,53	54,33	165,88
31	11,00	81,50	118,00	31,29	16,12	26,82	131,99	163	27,17	9,81	115,30	23,29	54,33	169,63
32	11,00	81,50	118,00	31,29	16,58	26,54	132,40	163	27,17	9,81	118,96	23,04	54,33	173,29
33	11,00	81,50	118,00	31,29	17,04	26,25	132,80	163	27,17	9,81	122,53	22,78	54,33	176,87
34	11,00	81,50	118,00	31,29	17,50	25,94	133,19	163	27,17	9,81	126,02	22,52	54,33	180,35
35	11,00	81,50	118,00	31,29	17,95	25,63	133,58	163	27,17	9,81	129,41	22,25	54,33	183,74
36	11,00	81,50	118,00	31,29	18,39	25,32	133,97	163	27,17	9,81	132,70	21,98	54,33	187,04
37	11,00	81,50	118,00	31,29	18,83	24,99	134,35	163	27,17	9,81	135,91	21,70	54,33	190,24
38	11,00	81,50	118,00	31,29	19,27	24,66	134,73	163	27,17	9,81	139,01	21,41	54,33	193,34
39	11,00	81,50	118,00	31,29	19,69	24,32	135,10	163	27,17	9,81	142,02	21,11	54,33	196,35
40	11,00	81,50	118,00	31,29	20,12	23,97	135,46	163	27,17	9,81	144,92	20,81	54,33	199,26
41	11,00	81,50	118,00	31,29	20,53	23,62	135,82	163	27,17	9,81	147,73	20,50	54,33	202,06
42	11,00	81,50	118,00	31,29	20,94	23,26	136,18	163	27,17	9,81	150,44	20,19	54,33	204,77
43	11,00	81,50	118,00	31,29	21,34	22,89	136,53	163	27,17	9,81	153,04	19,87	54,33	207,37
44	11,00	81,50	118,00	31,29	21,74	22,51	136,87	163	27,17	9,81	155,54	19,54	54,33	209,87
45	11,00	81,50	118,00	31,29	22,13	22,13	137,21	163	27,17	9,81	157,94	19,21	54,33	212,27
46	11,00	81,50	118,00	31,29	22,51	21,74	137,54	163	27,17	9,81	160,23	18,87	54,33	214,56
Angolo	n	L	H	v	v	v	H	D	r	g	Gittata	x	r	Gittata

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



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

$$G = \frac{V_{x0}(V_{y0} + \sqrt{V_{y0}^2 + 2 * g * HG})}{g} + X_g$$

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

$$r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$$

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

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

α	n	L	H _{torre}	v ₀	v _{x0}	v _{y0}	H _g	D	r _g	g	teorica	X _g	L _g	Effettiva
47	11,00	81,50	118,00	31,29	22,89	21,34	137,87	163	27,17	9,81	162,42	18,53	54,33	216,75
48	11,00	81,50	118,00	31,29	23,26	20,94	138,19	163	27,17	9,81	164,51	18,18	54,33	218,84
49	11,00	81,50	118,00	31,29	23,62	20,53	138,50	163	27,17	9,81	166,49	17,82	54,33	220,82
50	11,00	81,50	118,00	31,29	23,97	20,12	138,81	163	27,17	9,81	168,37	17,46	54,33	222,70
51	11,00	81,50	118,00	31,29	24,32	19,69	139,11	163	27,17	9,81	170,14	17,10	54,33	224,47
52	11,00	81,50	118,00	31,29	24,66	19,27	139,41	163	27,17	9,81	171,81	16,73	54,33	226,14
53	11,00	81,50	118,00	31,29	24,99	18,83	139,70	163	27,17	9,81	173,37	16,35	54,33	227,71
54	11,00	81,50	118,00	31,29	25,32	18,39	139,98	163	27,17	9,81	174,84	15,97	54,33	229,17
55	11,00	81,50	118,00	31,29	25,63	17,95	140,25	163	27,17	9,81	176,20	15,58	54,33	230,53
56	11,00	81,50	118,00	31,29	25,94	17,50	140,52	163	27,17	9,81	177,46	15,19	54,33	231,79
57	11,00	81,50	118,00	31,29	26,25	17,04	140,78	163	27,17	9,81	178,62	14,80	54,33	232,95
58	11,00	81,50	118,00	31,29	26,54	16,58	141,04	163	27,17	9,81	179,68	14,40	54,33	234,01
59	11,00	81,50	118,00	31,29	26,82	16,12	141,29	163	27,17	9,81	180,64	13,99	54,33	234,97
60	11,00	81,50	118,00	31,29	27,10	15,65	141,53	163	27,17	9,81	181,50	13,58	54,33	235,83
61	11,00	81,50	118,00	31,29	27,37	15,17	141,76	163	27,17	9,81	182,27	13,17	54,33	236,60
62	11,00	81,50	118,00	31,29	27,63	14,69	141,99	163	27,17	9,81	182,94	12,75	54,33	237,27
63	11,00	81,50	118,00	31,29	27,88	14,21	142,21	163	27,17	9,81	183,52	12,33	54,33	237,85
64	11,00	81,50	118,00	31,29	28,13	13,72	142,42	163	27,17	9,81	184,00	11,91	54,33	238,34
65	11,00	81,50	118,00	31,29	28,36	13,23	142,62	163	27,17	9,81	184,40	11,48	54,33	238,73
66	11,00	81,50	118,00	31,29	28,59	12,73	142,82	163	27,17	9,81	184,70	11,05	54,33	239,04
67	11,00	81,50	118,00	31,29	28,81	12,23	143,01	163	27,17	9,81	184,92	10,61	54,33	239,25
68	11,00	81,50	118,00	31,29	29,02	11,72	143,19	163	27,17	9,81	185,05	10,18	54,33	239,39
69	11,00	81,50	118,00	31,29	29,22	11,21	143,36	163	27,17	9,81	185,10	9,74	54,33	239,43
70	11,00	81,50	118,00	31,29	29,41	10,70	143,53	163	27,17	9,81	185,07	9,29	54,33	239,40
71	11,00	81,50	118,00	31,29	29,59	10,19	143,69	163	27,17	9,81	184,95	8,84	54,33	239,29
72	11,00	81,50	118,00	31,29	29,76	9,67	143,84	163	27,17	9,81	184,76	8,39	54,33	239,09
73	11,00	81,50	118,00	31,29	29,93	9,15	143,98	163	27,17	9,81	184,49	7,94	54,33	238,82
74	11,00	81,50	118,00	31,29	30,08	8,63	144,11	163	27,17	9,81	184,15	7,49	54,33	238,48
75	11,00	81,50	118,00	31,29	30,23	8,10	144,24	163	27,17	9,81	183,73	7,03	54,33	238,07
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
76	11,00	81,50	118,00	31,29	30,36	7,57	144,36	163	27,17	9,81	183,25	6,57	54,33	237,58
77	11,00	81,50	118,00	31,29	30,49	7,04	144,47	163	27,17	9,81	182,69	6,11	54,33	237,03
78	11,00	81,50	118,00	31,29	30,61	6,51	144,57	163	27,17	9,81	182,07	5,65	54,33	236,40
79	11,00	81,50	118,00	31,29	30,72	5,97	144,67	163	27,17	9,81	181,39	5,18	54,33	235,72
80	11,00	81,50	118,00	31,29	30,82	5,43	144,75	163	27,17	9,81	180,64	4,72	54,33	234,97
81	11,00	81,50	118,00	31,29	30,91	4,90	144,83	163	27,17	9,81	179,84	4,25	54,33	234,17
82	11,00	81,50	118,00	31,29	30,99	4,36	144,90	163	27,17	9,81	178,97	3,78	54,33	233,30
83	11,00	81,50	118,00	31,29	31,06	3,81	144,96	163	27,17	9,81	178,05	3,31	54,33	232,39
84	11,00	81,50	118,00	31,29	31,12	3,27	145,02	163	27,17	9,81	177,08	2,84	54,33	231,41
85	11,00	81,50	118,00	31,29	31,17	2,73	145,06	163	27,17	9,81	176,06	2,37	54,33	230,39
86	11,00	81,50	118,00	31,29	31,22	2,18	145,10	163	27,17	9,81	174,98	1,90	54,33	229,32
87	11,00	81,50	118,00	31,29	31,25	1,64	145,13	163	27,17	9,81	173,86	1,42	54,33	228,20
88	11,00	81,50	118,00	31,29	31,27	1,09	145,15	163	27,17	9,81	172,70	0,95	54,33	227,03
89	11,00	81,50	118,00	31,29	31,29	0,55	145,16	163	27,17	9,81	171,49	0,47	54,33	225,83
90	11,00	81,50	118,00	31,29	31,29	0,00	145,17	163	27,17	9,81	170,24	0,00	54,33	224,58

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	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,29	0,00	90,83	163	27,17	9,81	-134,67	0,00	54,33	-189,00
271	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,29	0,55	90,84	163	27,17	9,81	-136,88	0,47	54,33	-191,21
272	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,27	1,09	90,85	163	27,17	9,81	-139,07	0,95	54,33	-193,41
273	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,25	1,64	90,87	163	27,17	9,81	-141,25	1,42	54,33	-195,58
274	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,22	2,18	90,90	163	27,17	9,81	-143,41	1,90	54,33	-197,74
275	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,17	2,73	90,94	163	27,17	9,81	-145,55	2,37	54,33	-199,88
276	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,12	3,27	90,98	163	27,17	9,81	-147,66	2,84	54,33	-201,99
277	11,00	81,50	118,00	31,29	-31,06	3,81	91,04	163	27,17	9,81	-149,74	3,31	54,33	-204,07
278	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,99	4,36	91,10	163	27,17	9,81	-151,80	3,78	54,33	-206,13
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

279	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,91	4,90	91,17	163	27,17	9,81	-153,82	4,25	54,33	-208,15
280	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,82	5,43	91,25	163	27,17	9,81	-155,80	4,72	54,33	-210,14
281	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,72	5,97	91,33	163	27,17	9,81	-157,75	5,18	54,33	-212,08
282	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,61	6,51	91,43	163	27,17	9,81	-159,65	5,65	54,33	-213,99
283	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,49	7,04	91,53	163	27,17	9,81	-161,51	6,11	54,33	-215,85
284	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,36	7,57	91,64	163	27,17	9,81	-163,33	6,57	54,33	-217,66
285	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,23	8,10	91,76	163	27,17	9,81	-165,09	7,03	54,33	-219,42
286	11,00	81,50	118,00	31,29	-30,08	8,63	91,89	163	27,17	9,81	-166,80	7,49	54,33	-221,13
287	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,93	9,15	92,02	163	27,17	9,81	-168,45	7,94	54,33	-222,78
288	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,76	9,67	92,16	163	27,17	9,81	-170,04	8,39	54,33	-224,37
289	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,59	10,19	92,31	163	27,17	9,81	-171,56	8,84	54,33	-225,90
290	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,41	10,70	92,47	163	27,17	9,81	-173,03	9,29	54,33	-227,36
291	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,22	11,21	92,64	163	27,17	9,81	-174,42	9,74	54,33	-228,75
292	11,00	81,50	118,00	31,29	-29,02	11,72	92,81	163	27,17	9,81	-175,74	10,18	54,33	-230,07
293	11,00	81,50	118,00	31,29	-28,81	12,23	92,99	163	27,17	9,81	-176,98	10,61	54,33	-231,32
294	11,00	81,50	118,00	31,29	-28,59	12,73	93,18	163	27,17	9,81	-178,15	11,05	54,33	-232,48
295	11,00	81,50	118,00	31,29	-28,36	13,23	93,38	163	27,17	9,81	-179,24	11,48	54,33	-233,57
296	11,00	81,50	118,00	31,29	-28,13	13,72	93,58	163	27,17	9,81	-180,24	11,91	54,33	-234,57
297	11,00	81,50	118,00	31,29	-27,88	14,21	93,79	163	27,17	9,81	-181,16	12,33	54,33	-235,49
298	11,00	81,50	118,00	31,29	-27,63	14,69	94,01	163	27,17	9,81	-181,98	12,75	54,33	-236,32
299	11,00	81,50	118,00	31,29	-27,37	15,17	94,24	163	27,17	9,81	-182,72	13,17	54,33	-237,05
300	11,00	81,50	118,00	31,29	-27,10	15,65	94,47	163	27,17	9,81	-183,36	13,58	54,33	-237,69
301	11,00	81,50	118,00	31,29	-26,82	16,12	94,71	163	27,17	9,81	-183,90	13,99	54,33	-238,24
302	11,00	81,50	118,00	31,29	-26,54	16,58	94,96	163	27,17	9,81	-184,35	14,40	54,33	-238,68
303	11,00	81,50	118,00	31,29	-26,25	17,04	95,22	163	27,17	9,81	-184,69	14,80	54,33	-239,03
304	11,00	81,50	118,00	31,29	-25,94	17,50	95,48	163	27,17	9,81	-184,93	15,19	54,33	-239,27
305	11,00	81,50	118,00	31,29	-25,63	17,95	95,75	163	27,17	9,81	-185,07	15,58	54,33	-239,40
306	11,00	81,50	118,00	31,29	-25,32	18,39	96,02	163	27,17	9,81	-185,10	15,97	54,33	-239,43
307	11,00	81,50	118,00	31,29	-24,99	18,83	96,30	163	27,17	9,81	-185,02	16,35	54,33	-239,35
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	11,00	81,50	118,00	31,29	-24,66	19,27	96,59	163	27,17	9,81	-184,83	16,73	54,33	-239,16
309	11,00	81,50	118,00	31,29	-24,32	19,69	96,89	163	27,17	9,81	-184,52	17,10	54,33	-238,85
310	11,00	81,50	118,00	31,29	-23,97	20,12	97,19	163	27,17	9,81	-184,10	17,46	54,33	-238,44
311	11,00	81,50	118,00	31,29	-23,62	20,53	97,50	163	27,17	9,81	-183,57	17,82	54,33	-237,90
312	11,00	81,50	118,00	31,29	-23,26	20,94	97,81	163	27,17	9,81	-182,92	18,18	54,33	-237,26
313	11,00	81,50	118,00	31,29	-22,89	21,34	98,13	163	27,17	9,81	-182,16	18,53	54,33	-236,49
314	11,00	81,50	118,00	31,29	-22,51	21,74	98,46	163	27,17	9,81	-181,27	18,87	54,33	-235,60
315	11,00	81,50	118,00	31,29	-22,13	22,13	98,79	163	27,17	9,81	-180,27	19,21	54,33	-234,60
316	11,00	81,50	118,00	31,29	-21,74	22,51	99,13	163	27,17	9,81	-179,15	19,54	54,33	-233,48
317	11,00	81,50	118,00	31,29	-21,34	22,89	99,47	163	27,17	9,81	-177,90	19,87	54,33	-232,24
318	11,00	81,50	118,00	31,29	-20,94	23,26	99,82	163	27,17	9,81	-176,54	20,19	54,33	-230,87
319	11,00	81,50	118,00	31,29	-20,53	23,62	100,18	163	27,17	9,81	-175,06	20,50	54,33	-229,39
320	11,00	81,50	118,00	31,29	-20,12	23,97	100,54	163	27,17	9,81	-173,45	20,81	54,33	-227,79
321	11,00	81,50	118,00	31,29	-19,69	24,32	100,90	163	27,17	9,81	-171,73	21,11	54,33	-226,06
322	11,00	81,50	118,00	31,29	-19,27	24,66	101,27	163	27,17	9,81	-169,89	21,41	54,33	-224,22
323	11,00	81,50	118,00	31,29	-18,83	24,99	101,65	163	27,17	9,81	-167,92	21,70	54,33	-222,26
324	11,00	81,50	118,00	31,29	-18,39	25,32	102,03	163	27,17	9,81	-165,84	21,98	54,33	-220,17
325	11,00	81,50	118,00	31,29	-17,95	25,63	102,42	163	27,17	9,81	-163,64	22,25	54,33	-217,97
326	11,00	81,50	118,00	31,29	-17,50	25,94	102,81	163	27,17	9,81	-161,32	22,52	54,33	-215,66
327	11,00	81,50	118,00	31,29	-17,04	26,25	103,20	163	27,17	9,81	-158,89	22,78	54,33	-213,22
328	11,00	81,50	118,00	31,29	-16,58	26,54	103,60	163	27,17	9,81	-156,34	23,04	54,33	-210,67
329	11,00	81,50	118,00	31,29	-16,12	26,82	104,01	163	27,17	9,81	-153,67	23,29	54,33	-208,01
330	11,00	81,50	118,00	31,29	-15,65	27,10	104,42	163	27,17	9,81	-150,90	23,53	54,33	-205,23
331	11,00	81,50	118,00	31,29	-15,17	27,37	104,83	163	27,17	9,81	-148,01	23,76	54,33	-202,34
332	11,00	81,50	118,00	31,29	-14,69	27,63	105,25	163	27,17	9,81	-145,01	23,99	54,33	-199,35
333	11,00	81,50	118,00	31,29	-14,21	27,88	105,67	163	27,17	9,81	-141,91	24,21	54,33	-196,24
334	11,00	81,50	118,00	31,29	-13,72	28,13	106,09	163	27,17	9,81	-138,70	24,42	54,33	-193,03
335	11,00	81,50	118,00	31,29	-13,23	28,36	106,52	163	27,17	9,81	-135,39	24,62	54,33	-189,72
336	11,00	81,50	118,00	31,29	-12,73	28,59	106,95	163	27,17	9,81	-131,97	24,82	54,33	-186,30
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	11,00	81,50	118,00	31,29	-12,23	28,81	107,39	163	27,17	9,81	-128,46	25,01	54,33	-182,79
338	11,00	81,50	118,00	31,29	-11,72	29,02	107,82	163	27,17	9,81	-124,85	25,19	54,33	-179,18

339	11,00	81,50	118,00	31,29	-11,21	29,22	108,26	163	27,17	9,81	-121,14	25,36	54,33	-175,48
340	11,00	81,50	118,00	31,29	-10,70	29,41	108,71	163	27,17	9,81	-117,35	25,53	54,33	-171,68
341	11,00	81,50	118,00	31,29	-10,19	29,59	109,16	163	27,17	9,81	-113,46	25,69	54,33	-167,80
342	11,00	81,50	118,00	31,29	-9,67	29,76	109,61	163	27,17	9,81	-109,49	25,84	54,33	-163,83
343	11,00	81,50	118,00	31,29	-9,15	29,93	110,06	163	27,17	9,81	-105,44	25,98	54,33	-159,77
344	11,00	81,50	118,00	31,29	-8,63	30,08	110,51	163	27,17	9,81	-101,31	26,11	54,33	-155,64
345	11,00	81,50	118,00	31,29	-8,10	30,23	110,97	163	27,17	9,81	-97,10	26,24	54,33	-151,43
346	11,00	81,50	118,00	31,29	-7,57	30,36	111,43	163	27,17	9,81	-92,82	26,36	54,33	-147,15
347	11,00	81,50	118,00	31,29	-7,04	30,49	111,89	163	27,17	9,81	-88,47	26,47	54,33	-142,80
348	11,00	81,50	118,00	31,29	-6,51	30,61	112,35	163	27,17	9,81	-84,05	26,57	54,33	-138,38
349	11,00	81,50	118,00	31,29	-5,97	30,72	112,82	163	27,17	9,81	-79,57	26,67	54,33	-133,90
350	11,00	81,50	118,00	31,29	-5,43	30,82	113,28	163	27,17	9,81	-75,03	26,75	54,33	-129,36
351	11,00	81,50	118,00	31,29	-4,90	30,91	113,75	163	27,17	9,81	-70,43	26,83	54,33	-124,76
352	11,00	81,50	118,00	31,29	-4,36	30,99	114,22	163	27,17	9,81	-65,78	26,90	54,33	-120,11
353	11,00	81,50	118,00	31,29	-3,81	31,06	114,69	163	27,17	9,81	-61,08	26,96	54,33	-115,42
354	11,00	81,50	118,00	31,29	-3,27	31,12	115,16	163	27,17	9,81	-56,34	27,02	54,33	-110,67
355	11,00	81,50	118,00	31,29	-2,73	31,17	115,63	163	27,17	9,81	-51,56	27,06	54,33	-105,89
356	11,00	81,50	118,00	31,29	-2,18	31,22	116,10	163	27,17	9,81	-46,74	27,10	54,33	-101,07
357	11,00	81,50	118,00	31,29	-1,64	31,25	116,58	163	27,17	9,81	-41,88	27,13	54,33	-96,22
358	11,00	81,50	118,00	31,29	-1,09	31,27	117,05	163	27,17	9,81	-37,00	27,15	54,33	-91,34
359	11,00	81,50	118,00	31,29	-0,55	31,29	117,53	163	27,17	9,81	-32,10	27,16	54,33	-86,43
360	11,00	81,50	118,00	31,29	0,00	31,29	118,00	163	27,17	9,81	-27,17	27,17	54,33	-81,50