



N. rev	Nota di revisione	Data	Firma	Controllo
D03	Revisione	08/02/2024		

Oggetto:

PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO VIA (art. 23 del Dlgs 152/2006 ssmmi) + AUR
 Comune di Sassari (SS) - "Località Tanca Beca"

Progetto di un Impianto Fotovoltaico a Terra Potenza Nominale 143,87 MWp e Sistema di
 Accumulo Elettrochimico della Potenza Nominale di 70MW/560MWh connesso alla rete RTN

Titolo del disegno:

CALCOLO GITTATA AEROGENERATORI

Società Proponente:

e-Solar 5 srl
 Via Augusto Gargana, 34 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;

e-Solar 5 S.r.l.
 L'Amministratore unico

Progettazione :

Ing. Vincenzo CHIRICOTTO
 Strada Fastello, 65 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;
 Email: vincenzo@chiricotto.it;



R43

Data: 15/06/2023

Sommario

Quesito: 2

Premessa 2

Calcolo della Gittata 4

Conclusioni. 4

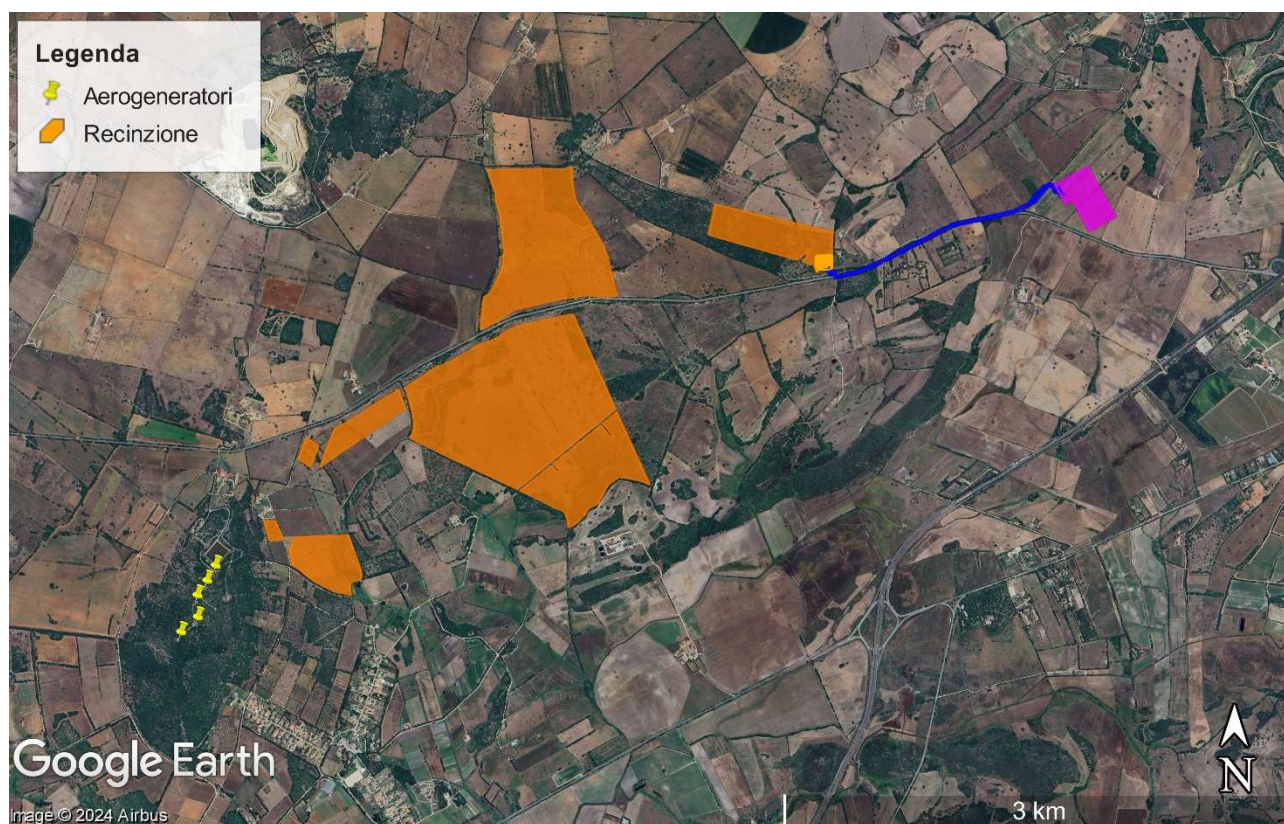
Quesito:

Vulnerabilità per rischio incidenti o calamità - Punto 11.a - analizzare il rischio di incendio, di distacchi pannelli (anche in relazione alla caduta di parti di aerogeneratori da eventuali vicini impianti, sulla base del calcolo della gittata) e gli aspetti di sicurezza impiantistica;

Premessa

La presente relazione riguarda il calcolo in caso di rottura accidentale di un elemento rotante (la pala) di un aerogeneratore ad asse orizzontale. Detta rottura può essere considerata un evento raro, in considerazione della tecnologia costruttiva ed ai materiali impiegati. Tuttavia, al fine della sicurezza, la stima della gittata massima di un elemento rotante assume un'importanza rilevante per la progettazione e l'esercizio di un impianto eolico.

L'aerogeneratore in questione è stato selezionato per i calcoli perché il più vicino all'impianto fotovoltaico fra appartenenti ad un progetto in fase di installazione nei terreni di proprietà del Consorzio di Bonifica della Nurra. L'aerogeneratore è individuato dalle seguenti coordinate; Latitudine 40° 41' 41.28"N Longitudine 8° 20' 57.57" E.



Le specifiche tecniche sono le seguenti:

Dati Generali

Supplier/manufacturer	WES BV
Life expectancy	>20 years
Maintenance	Twice a year
Rated power	250 kW
Cut in wind speed	<3 m/sec. (6.7mph)
Cut out wind speed	25 m/sec. (56mph)
Rated wind speed	13 m/sec. (29mph)
Survival wind speed	60 m/sec. (134mph)
Passive power regulation	Pitching (blade-angle adjustment)
Active power regulation	Fully variable back-to-back IGBT system
Noise emission at 8 m/s	45 dB(a) at 100m
Operating temperatures	From -20°C up to +40°C

Rotore e Pale

Number of blades	2
Diameter	30 m
Position	Upwind
Direction	Clockwise
Angle of the main shaft	7° with horizontal
Swept area	707 m ²
Speed	Variable 35 -75 rotations per minute
Power regulation	Passive pitching (blade-angle adjustment)
Min. blade-angle	1
Flapping angle	183 -170,5°
Blade length	13,4 m
Weight (1 blade)	315kg
Chord	500 – 1.200mm
Twist	15°
Mounted	Flexible

Torre

Type	Tubular
Number of sections	3 or 4
Tower height	30m
Material	Painted steel

Calcolo della Gittata

L'evento che può determinare il distacco della pala è molto raro essenzialmente per la tecnologia di costruzione ed installazione della pala stessa.

Gli aerogeneratori sono equipaggiati anche con dispositivi di limitazione della rotazione per evitare il danneggiamento dei generatori; pertanto, l'evento di distacco dovrebbe includere nella catena dei guasti anche il mancato intervento di questo sistema di protezione.

Il calcolo viene eseguito applicando le relazioni della cinematica e trascurando la realtà del moto, il quale, per la complessità dell'aerodinamica del frammento influirebbero in maniera determinante e aleatoria sulla dinamica del volo. Nel calcolo si tiene in considerazione il valore dell'angolo nella fase di distacco.

La traiettoria iniziale della pala/sezione - di - pala distaccata è determinata principalmente dall'angolo in corrispondenza del quale avviene il distacco e dall'azione esercitata dalle forze e dai momenti di inerzia.

Per quanto riguarda le forze di tipo aerodinamico e relativi momenti, queste agiranno sulla pala/sezione - di - pala influenzando i movimenti rotatori in fase di volo.

Il metodo applicato è tratto dal Decreto Dirigenziale n° 44 del 12-02-2021 della Regione Campania in attuazione Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 settembre 2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili - Allegato 4 - punto 7 "Studio sulla gittata massima degli elementi rotanti nel caso di rottura accidentale" per gli impianti di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica.

Nell'allegato che segue sono indicati i valori della gittata massima al variare dell'angolo θ .

Conclusioni.

La gittata massima dei detriti dovuti a distacchi è pari a 194,88m. Non interferiscono con l'impianto il cui punto minimo è a circa 350m. Non si rilevano rischi dovuti ad incendi.

CALCOLO GITTATA MASSIMA

Aerogeneratore | WES250

Numero di giri al minuto del rotore | n = | 75 | cicli/min

Lunghezza della pala in metri | L = | 15 | m

Altezza del mozzo in metri | H_{torre} = | 30 | m

Diametro del rotore | D = | 30 | m

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

Massima Gittata Calcolata | 194,844 | m

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

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

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

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

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

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

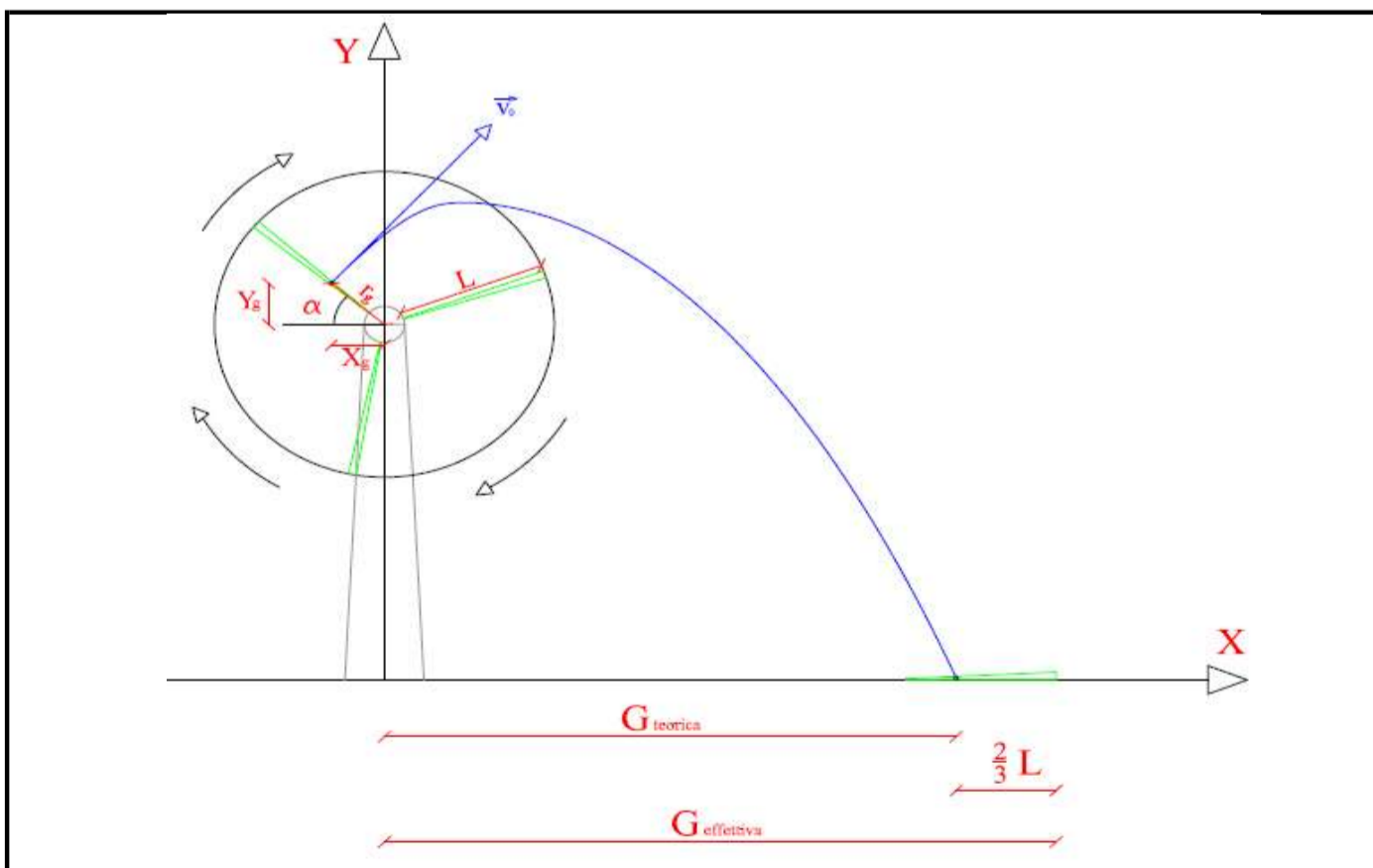
$$v_{y0} = v_0 \sin (90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha$$

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

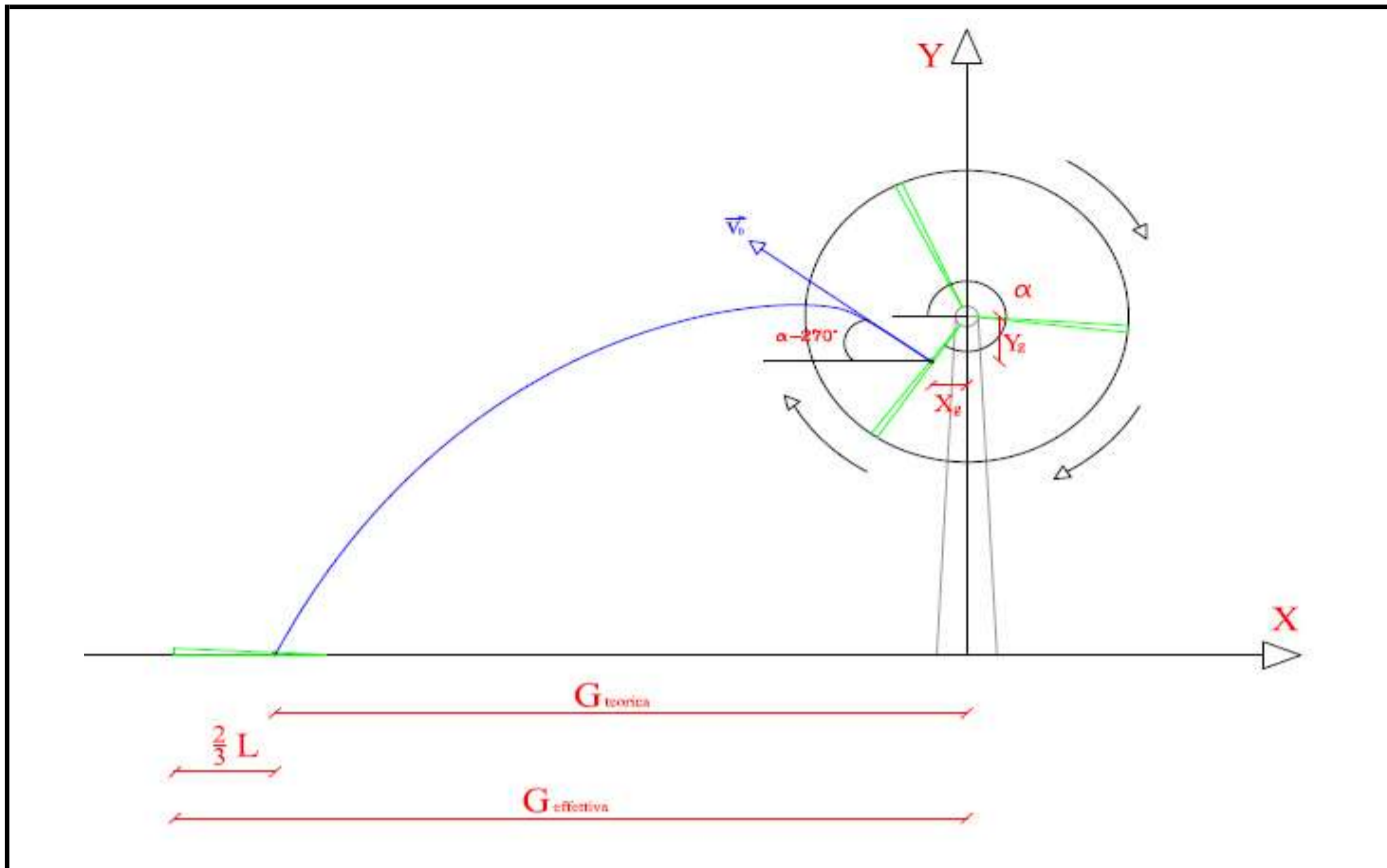
Gittata Effettiva

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

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



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

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	75,00	15,00	30,00	39,27	0,00	39,27	30,00	30	5,00	9,81	-5,00	5,00	10,00	5,00
1	75,00	15,00	30,00	39,27	0,69	39,26	30,09	30	5,00	9,81	0,97	5,00	10,00	10,97
2	75,00	15,00	30,00	39,27	1,37	39,25	30,17	30	5,00	9,81	6,94	5,00	10,00	16,94
3	75,00	15,00	30,00	39,27	2,06	39,22	30,26	30	5,00	9,81	12,90	4,99	10,00	22,90
4	75,00	15,00	30,00	39,27	2,74	39,17	30,35	30	5,00	9,81	18,84	4,99	10,00	28,84
5	75,00	15,00	30,00	39,27	3,42	39,12	30,44	30	5,00	9,81	24,76	4,98	10,00	34,76
6	75,00	15,00	30,00	39,27	4,10	39,05	30,52	30	5,00	9,81	30,65	4,97	10,00	40,65
7	75,00	15,00	30,00	39,27	4,79	38,98	30,61	30	5,00	9,81	36,51	4,96	10,00	46,51
8	75,00	15,00	30,00	39,27	5,47	38,89	30,70	30	5,00	9,81	42,33	4,95	10,00	52,33
9	75,00	15,00	30,00	39,27	6,14	38,79	30,78	30	5,00	9,81	48,10	4,94	10,00	58,10
10	75,00	15,00	30,00	39,27	6,82	38,67	30,87	30	5,00	9,81	53,82	4,92	10,00	63,82
11	75,00	15,00	30,00	39,27	7,49	38,55	30,95	30	5,00	9,81	59,48	4,91	10,00	69,48
12	75,00	15,00	30,00	39,27	8,16	38,41	31,04	30	5,00	9,81	65,08	4,89	10,00	75,08
13	75,00	15,00	30,00	39,27	8,83	38,26	31,12	30	5,00	9,81	70,60	4,87	10,00	80,60
14	75,00	15,00	30,00	39,27	9,50	38,10	31,21	30	5,00	9,81	76,05	4,85	10,00	86,05
15	75,00	15,00	30,00	39,27	10,16	37,93	31,29	30	5,00	9,81	81,41	4,83	10,00	91,41
16	75,00	15,00	30,00	39,27	10,82	37,75	31,38	30	5,00	9,81	86,69	4,81	10,00	96,69
17	75,00	15,00	30,00	39,27	11,48	37,55	31,46	30	5,00	9,81	91,87	4,78	10,00	101,87
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
18	75,00	15,00	30,00	39,27	12,14	37,35	31,55	30	5,00	9,81	96,96	4,76	10,00	106,96
19	75,00	15,00	30,00	39,27	12,79	37,13	31,63	30	5,00	9,81	101,94	4,73	10,00	111,94
20	75,00	15,00	30,00	39,27	13,43	36,90	31,71	30	5,00	9,81	106,81	4,70	10,00	116,81
21	75,00	15,00	30,00	39,27	14,07	36,66	31,79	30	5,00	9,81	111,56	4,67	10,00	121,56
22	75,00	15,00	30,00	39,27	14,71	36,41	31,87	30	5,00	9,81	116,20	4,64	10,00	126,20

23	75,00	15,00	30,00	39,27	15,34	36,15	31,95	30	5,00	9,81	120,72	4,60	10,00	130,72
24	75,00	15,00	30,00	39,27	15,97	35,87	32,03	30	5,00	9,81	125,10	4,57	10,00	135,10
25	75,00	15,00	30,00	39,27	16,60	35,59	32,11	30	5,00	9,81	129,36	4,53	10,00	139,36
26	75,00	15,00	30,00	39,27	17,21	35,30	32,19	30	5,00	9,81	133,48	4,49	10,00	143,48
27	75,00	15,00	30,00	39,27	17,83	34,99	32,27	30	5,00	9,81	137,46	4,46	10,00	147,46
28	75,00	15,00	30,00	39,27	18,44	34,67	32,35	30	5,00	9,81	141,29	4,41	10,00	151,29
29	75,00	15,00	30,00	39,27	19,04	34,35	32,42	30	5,00	9,81	144,98	4,37	10,00	154,98
30	75,00	15,00	30,00	39,27	19,63	34,01	32,50	30	5,00	9,81	148,52	4,33	10,00	158,52
31	75,00	15,00	30,00	39,27	20,23	33,66	32,58	30	5,00	9,81	151,91	4,29	10,00	161,91
32	75,00	15,00	30,00	39,27	20,81	33,30	32,65	30	5,00	9,81	155,14	4,24	10,00	165,14
33	75,00	15,00	30,00	39,27	21,39	32,93	32,72	30	5,00	9,81	158,21	4,19	10,00	168,21
34	75,00	15,00	30,00	39,27	21,96	32,56	32,80	30	5,00	9,81	161,12	4,15	10,00	171,12
35	75,00	15,00	30,00	39,27	22,52	32,17	32,87	30	5,00	9,81	163,86	4,10	10,00	173,86
36	75,00	15,00	30,00	39,27	23,08	31,77	32,94	30	5,00	9,81	166,45	4,05	10,00	176,45
37	75,00	15,00	30,00	39,27	23,63	31,36	33,01	30	5,00	9,81	168,86	3,99	10,00	178,86
38	75,00	15,00	30,00	39,27	24,18	30,95	33,08	30	5,00	9,81	171,11	3,94	10,00	181,11
39	75,00	15,00	30,00	39,27	24,71	30,52	33,15	30	5,00	9,81	173,19	3,89	10,00	183,19
40	75,00	15,00	30,00	39,27	25,24	30,08	33,21	30	5,00	9,81	175,09	3,83	10,00	185,09
41	75,00	15,00	30,00	39,27	25,76	29,64	33,28	30	5,00	9,81	176,83	3,77	10,00	186,83
42	75,00	15,00	30,00	39,27	26,28	29,18	33,35	30	5,00	9,81	178,40	3,72	10,00	188,40
43	75,00	15,00	30,00	39,27	26,78	28,72	33,41	30	5,00	9,81	179,79	3,66	10,00	189,79
44	75,00	15,00	30,00	39,27	27,28	28,25	33,47	30	5,00	9,81	181,02	3,60	10,00	191,02
45	75,00	15,00	30,00	39,27	27,77	27,77	33,54	30	5,00	9,81	182,07	3,54	10,00	192,07
46	75,00	15,00	30,00	39,27	28,25	27,28	33,60	30	5,00	9,81	182,95	3,47	10,00	192,95
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	75,00	15,00	30,00	39,27	28,72	26,78	33,66	30	5,00	9,81	183,66	3,41	10,00	193,66
48	75,00	15,00	30,00	39,27	29,18	26,28	33,72	30	5,00	9,81	184,21	3,35	10,00	194,21
49	75,00	15,00	30,00	39,27	29,64	25,76	33,77	30	5,00	9,81	184,58	3,28	10,00	194,58
50	75,00	15,00	30,00	39,27	30,08	25,24	33,83	30	5,00	9,81	184,80	3,21	10,00	194,80
51	75,00	15,00	30,00	39,27	30,52	24,71	33,89	30	5,00	9,81	184,84	3,15	10,00	194,84
52	75,00	15,00	30,00	39,27	30,95	24,18	33,94	30	5,00	9,81	184,73	3,08	10,00	194,73
53	75,00	15,00	30,00	39,27	31,36	23,63	33,99	30	5,00	9,81	184,46	3,01	10,00	194,46
54	75,00	15,00	30,00	39,27	31,77	23,08	34,05	30	5,00	9,81	184,04	2,94	10,00	194,04
55	75,00	15,00	30,00	39,27	32,17	22,52	34,10	30	5,00	9,81	183,46	2,87	10,00	193,46
56	75,00	15,00	30,00	39,27	32,56	21,96	34,15	30	5,00	9,81	182,73	2,80	10,00	192,73
57	75,00	15,00	30,00	39,27	32,93	21,39	34,19	30	5,00	9,81	181,85	2,72	10,00	191,85
58	75,00	15,00	30,00	39,27	33,30	20,81	34,24	30	5,00	9,81	180,84	2,65	10,00	190,84
59	75,00	15,00	30,00	39,27	33,66	20,23	34,29	30	5,00	9,81	179,68	2,58	10,00	189,68
60	75,00	15,00	30,00	39,27	34,01	19,63	34,33	30	5,00	9,81	178,39	2,50	10,00	188,39
61	75,00	15,00	30,00	39,27	34,35	19,04	34,37	30	5,00	9,81	176,97	2,42	10,00	186,97
62	75,00	15,00	30,00	39,27	34,67	18,44	34,41	30	5,00	9,81	175,43	2,35	10,00	185,43
63	75,00	15,00	30,00	39,27	34,99	17,83	34,46	30	5,00	9,81	173,76	2,27	10,00	183,76
64	75,00	15,00	30,00	39,27	35,30	17,21	34,49	30	5,00	9,81	171,98	2,19	10,00	181,98
65	75,00	15,00	30,00	39,27	35,59	16,60	34,53	30	5,00	9,81	170,09	2,11	10,00	180,09
66	75,00	15,00	30,00	39,27	35,87	15,97	34,57	30	5,00	9,81	168,10	2,03	10,00	178,10
67	75,00	15,00	30,00	39,27	36,15	15,34	34,60	30	5,00	9,81	166,01	1,95	10,00	176,01
68	75,00	15,00	30,00	39,27	36,41	14,71	34,64	30	5,00	9,81	163,82	1,87	10,00	173,82
69	75,00	15,00	30,00	39,27	36,66	14,07	34,67	30	5,00	9,81	161,55	1,79	10,00	171,55
70	75,00	15,00	30,00	39,27	36,90	13,43	34,70	30	5,00	9,81	159,20	1,71	10,00	169,20
71	75,00	15,00	30,00	39,27	37,13	12,79	34,73	30	5,00	9,81	156,78	1,63	10,00	166,78
72	75,00	15,00	30,00	39,27	37,35	12,14	34,76	30	5,00	9,81	154,28	1,55	10,00	164,28
73	75,00	15,00	30,00	39,27	37,55	11,48	34,78	30	5,00	9,81	151,73	1,46	10,00	161,73
74	75,00	15,00	30,00	39,27	37,75	10,82	34,81	30	5,00	9,81	149,11	1,38	10,00	159,11
75	75,00	15,00	30,00	39,27	37,93	10,16	34,83	30	5,00	9,81	146,46	1,29	10,00	156,46
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	75,00	15,00	30,00	39,27	38,10	9,50	34,85	30	5,00	9,81	143,75	1,21	10,00	153,75
77	75,00	15,00	30,00	39,27	38,26	8,83	34,87	30	5,00	9,81	141,02	1,12	10,00	151,02
78	75,00	15,00	30,00	39,27	38,41	8,16	34,89	30	5,00	9,81	138,25	1,04	10,00	148,25
79	75,00	15,00	30,00	39,27	38,55	7,49	34,91	30	5,00	9,81	135,46	0,95	10,00	145,46
80	75,00	15,00	30,00	39,27	38,67	6,82	34,92	30	5,00	9,81	132,65	0,87	10,00	142,65
81	75,00	15,00	30,00	39,27	38,79	6,14	34,94	30	5,00	9,81	129,83	0,78	10,00	139,83
82	75,00	15,00	30,00	39,27	38,89	5,47	34,95	30	5,00	9,81	127,01	0,70	10,00	137,01
83	75,00	15,00	30,00	39,27	38,98	4,79	34,96	30	5,00	9,81	124,19	0,61	10,00	134,19
84	75,00	15,00	30,00	39,27	39,05	4,10	34,97	30	5,00	9,81	121,38	0,52	10,00	131,38
85	75,00	15,00	30,00	39,27	39,12	3,42	34,98	30	5,00	9,81	118,57	0,44	10,00	128,57
86	75,00	15,00	30,00	39,27	39,17	2,74	34,99	30	5,00	9,81	115,79	0,35	10,00	125,79
87	75,00	15,00	30,00	39,27	39,22	2,06	34,99	30	5,00	9,81	113,02	0,26	10,00	123,02
88	75,00	15,00	30,00	39,27	39,25	1,37	35,00	30	5,00	9,81	110,28	0,17	10,00	120,28
89	75,00	15,00	30,00	39,27	39,26	0,69	35,00	30	5,00	9,81	107,57	0,09	10,00	117,57
90	75,00	15,00	30,00	39,27	39,27	0,00	35,00	30	5,00	9,81	104,90	0,00	10,00	114,90

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	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,27	0,00	25,00	30	5,00	9,81	-88,66	0,00	10,00	-98,66
271	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,26	0,69	25,00	30	5,00	9,81	-91,52	0,09	10,00	-101,52
272	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,25	1,37	25,00	30	5,00	9,81	-94,43	0,17	10,00	-104,43
273	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,22	2,06	25,01	30	5,00	9,81	-97,41	0,26	10,00	-107,41
274	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,17	2,74	25,01	30	5,00	9,81	-100,42	0,35	10,00	-110,42
275	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,12	3,42	25,02	30	5,00	9,81	-103,49	0,44	10,00	-113,49
276	75,00	15,00	30,00	39,27	-39,05	4,10	25,03	30	5,00	9,81	-106,58	0,52	10,00	-116,58

277	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,98	4,79	25,04	30	5,00	9,81	-109,72	0,61	10,00	-119,72
278	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,89	5,47	25,05	30	5,00	9,81	-112,87	0,70	10,00	-122,87
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	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,79	6,14	25,06	30	5,00	9,81	-116,05	0,78	10,00	-126,05
280	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,67	6,82	25,08	30	5,00	9,81	-119,23	0,87	10,00	-129,23
281	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,55	7,49	25,09	30	5,00	9,81	-122,42	0,95	10,00	-132,42
282	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,41	8,16	25,11	30	5,00	9,81	-125,61	1,04	10,00	-135,61
283	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,26	8,83	25,13	30	5,00	9,81	-128,79	1,12	10,00	-138,79
284	75,00	15,00	30,00	39,27	-38,10	9,50	25,15	30	5,00	9,81	-131,95	1,21	10,00	-141,95
285	75,00	15,00	30,00	39,27	-37,93	10,16	25,17	30	5,00	9,81	-135,08	1,29	10,00	-145,08
286	75,00	15,00	30,00	39,27	-37,75	10,82	25,19	30	5,00	9,81	-138,18	1,38	10,00	-148,18
287	75,00	15,00	30,00	39,27	-37,55	11,48	25,22	30	5,00	9,81	-141,24	1,46	10,00	-151,24
288	75,00	15,00	30,00	39,27	-37,35	12,14	25,24	30	5,00	9,81	-144,25	1,55	10,00	-154,25
289	75,00	15,00	30,00	39,27	-37,13	12,79	25,27	30	5,00	9,81	-147,20	1,63	10,00	-157,20
290	75,00	15,00	30,00	39,27	-36,90	13,43	25,30	30	5,00	9,81	-150,09	1,71	10,00	-160,09
291	75,00	15,00	30,00	39,27	-36,66	14,07	25,33	30	5,00	9,81	-152,91	1,79	10,00	-162,91
292	75,00	15,00	30,00	39,27	-36,41	14,71	25,36	30	5,00	9,81	-155,65	1,87	10,00	-165,65
293	75,00	15,00	30,00	39,27	-36,15	15,34	25,40	30	5,00	9,81	-158,31	1,95	10,00	-168,31
294	75,00	15,00	30,00	39,27	-35,87	15,97	25,43	30	5,00	9,81	-160,87	2,03	10,00	-170,87
295	75,00	15,00	30,00	39,27	-35,59	16,60	25,47	30	5,00	9,81	-163,33	2,11	10,00	-173,33
296	75,00	15,00	30,00	39,27	-35,30	17,21	25,51	30	5,00	9,81	-165,69	2,19	10,00	-175,69
297	75,00	15,00	30,00	39,27	-34,99	17,83	25,54	30	5,00	9,81	-167,93	2,27	10,00	-177,93
298	75,00	15,00	30,00	39,27	-34,67	18,44	25,59	30	5,00	9,81	-170,06	2,35	10,00	-180,06
299	75,00	15,00	30,00	39,27	-34,35	19,04	25,63	30	5,00	9,81	-172,07	2,42	10,00	-182,07
300	75,00	15,00	30,00	39,27	-34,01	19,63	25,67	30	5,00	9,81	-173,94	2,50	10,00	-183,94
301	75,00	15,00	30,00	39,27	-33,66	20,23	25,71	30	5,00	9,81	-175,69	2,58	10,00	-185,69
302	75,00	15,00	30,00	39,27	-33,30	20,81	25,76	30	5,00	9,81	-177,29	2,65	10,00	-187,29
303	75,00	15,00	30,00	39,27	-32,93	21,39	25,81	30	5,00	9,81	-178,75	2,72	10,00	-188,75
304	75,00	15,00	30,00	39,27	-32,56	21,96	25,85	30	5,00	9,81	-180,07	2,80	10,00	-190,07
305	75,00	15,00	30,00	39,27	-32,17	22,52	25,90	30	5,00	9,81	-181,23	2,87	10,00	-191,23
306	75,00	15,00	30,00	39,27	-31,77	23,08	25,95	30	5,00	9,81	-182,23	2,94	10,00	-192,23
307	75,00	15,00	30,00	39,27	-31,36	23,63	26,01	30	5,00	9,81	-183,08	3,01	10,00	-193,08
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	75,00	15,00	30,00	39,27	-30,95	24,18	26,06	30	5,00	9,81	-183,77	3,08	10,00	-193,77
309	75,00	15,00	30,00	39,27	-30,52	24,71	26,11	30	5,00	9,81	-184,29	3,15	10,00	-194,29
310	75,00	15,00	30,00	39,27	-30,08	25,24	26,17	30	5,00	9,81	-184,64	3,21	10,00	-194,64
311	75,00	15,00	30,00	39,27	-29,64	25,76	26,23	30	5,00	9,81	-184,82	3,28	10,00	-194,82
312	75,00	15,00	30,00	39,27	-29,18	26,28	26,28	30	5,00	9,81	-184,83	3,35	10,00	-194,83
313	75,00	15,00	30,00	39,27	-28,72	26,78	26,34	30	5,00	9,81	-184,67	3,41	10,00	-194,67
314	75,00	15,00	30,00	39,27	-28,25	27,28	26,40	30	5,00	9,81	-184,33	3,47	10,00	-194,33
315	75,00	15,00	30,00	39,27	-27,77	27,77	26,46	30	5,00	9,81	-183,81	3,54	10,00	-193,81
316	75,00	15,00	30,00	39,27	-27,28	28,25	26,53	30	5,00	9,81	-183,12	3,60	10,00	-193,12
317	75,00	15,00	30,00	39,27	-26,78	28,72	26,59	30	5,00	9,81	-182,25	3,66	10,00	-192,25
318	75,00	15,00	30,00	39,27	-26,28	29,18	26,65	30	5,00	9,81	-181,19	3,72	10,00	-191,19
319	75,00	15,00	30,00	39,27	-25,76	29,64	26,72	30	5,00	9,81	-179,96	3,77	10,00	-189,96
320	75,00	15,00	30,00	39,27	-25,24	30,08	26,79	30	5,00	9,81	-178,56	3,83	10,00	-188,56
321	75,00	15,00	30,00	39,27	-24,71	30,52	26,85	30	5,00	9,81	-176,97	3,89	10,00	-186,97
322	75,00	15,00	30,00	39,27	-24,18	30,95	26,92	30	5,00	9,81	-175,20	3,94	10,00	-185,20
323	75,00	15,00	30,00	39,27	-23,63	31,36	26,99	30	5,00	9,81	-173,26	3,99	10,00	-183,26
324	75,00	15,00	30,00	39,27	-23,08	31,77	27,06	30	5,00	9,81	-171,14	4,05	10,00	-181,14
325	75,00	15,00	30,00	39,27	-22,52	32,17	27,13	30	5,00	9,81	-168,85	4,10	10,00	-178,85
326	75,00	15,00	30,00	39,27	-21,96	32,56	27,20	30	5,00	9,81	-166,38	4,15	10,00	-176,38
327	75,00	15,00	30,00	39,27	-21,39	32,93	27,28	30	5,00	9,81	-163,75	4,19	10,00	-173,75
328	75,00	15,00	30,00	39,27	-20,81	33,30	27,35	30	5,00	9,81	-160,94	4,24	10,00	-170,94
329	75,00	15,00	30,00	39,27	-20,23	33,66	27,42	30	5,00	9,81	-157,97	4,29	10,00	-167,97
330	75,00	15,00	30,00	39,27	-19,63	34,01	27,50	30	5,00	9,81	-154,83	4,33	10,00	-164,83
331	75,00	15,00	30,00	39,27	-19,04	34,35	27,58	30	5,00	9,81	-151,53	4,37	10,00	-161,53
332	75,00	15,00	30,00	39,27	-18,44	34,67	27,65	30	5,00	9,81	-148,08	4,41	10,00	-158,08
333	75,00	15,00	30,00	39,27	-17,83	34,99	27,73	30	5,00	9,81	-144,47	4,46	10,00	-154,47
334	75,00	15,00	30,00	39,27	-17,21	35,30	27,81	30	5,00	9,81	-140,70	4,49	10,00	-150,70
335	75,00	15,00	30,00	39,27	-16,60	35,59	27,89	30	5,00	9,81	-136,79	4,53	10,00	-146,79
336	75,00	15,00	30,00	39,27	-15,97	35,87	27,97	30	5,00	9,81	-132,74	4,57	10,00	-142,74
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	75,00	15,00	30,00	39,27	-15,34	36,15	28,05	30	5,00	9,81	-128,54	4,60	10,00	-138,54
338	75,00	15,00	30,00	39,27	-14,71	36,41	28,13	30	5,00	9,81	-124,21	4,64	10,00	-134,21
339	75,00	15,00	30,00	39,27	-14,07	36,66	28,21	30	5,00	9,81	-119,75	4,67	10,00	-129,75
340	75,00	15,00	30,00	39,27	-13,43	36,90	28,29	30	5,00	9,81	-115,16	4,70	10,00	-125,16
341	75,00	15,00	30,00	39,27	-12,79	37,13	28,37	30	5,00	9,81	-110,45	4,73	10,00	-120,45
342	75,00	15,00	30,00	39,27	-12,14	37,35	28,45	30	5,00	9,81	-105,62	4,76	10,00	-115,62
343	75,00	15,00	30,00	39,27	-11,48	37,55	28,54	30	5,00	9,81	-100,68	4,78	10,00	-110,68
344	75,00	15,00	30,00	39,27	-10,82	37,75	28,62	30	5,00	9,81	-95,64	4,81	10,00	-105,64
345	75,00	15,00	30,00	39,27	-10,16	37,93	28,71	30	5,00	9,81	-90,49	4,83	10,00	-100,49
346	75,00	15,00	30,00	39,27	-9,50	38,10	28,79	30	5,00	9,81	-85,24	4,85	10,00	-95,24
347	75,00	15,00	30,00	39,27	-8,83	38,26	28,88	30	5,00	9,81	-79,91	4,87	10,00	-89,91
348	75,00	15,00	30,00	39,27	-8,16	38,41	28,96	30	5,00	9,81	-74,48	4,89	10,00	-84,48
349	75,00	15,00	30,00	39,27	-7,49	38,55	29,05	30	5,00	9,81	-68,98	4,91	10,00	-78,98
350	75,00	15,00	30,00	39,27	-6,82	38,67	29,13	30	5,00	9,81	-63,41	4,92	10,00	-73,41
351	75,00	15,00	30,00	39,27	-6,14	38,79	29,22	30	5,00	9,81	-57,77	4,94	10,00	-67,77
352	75,00	15,00	30,00	39,27	-5,47	38,89	29,30	30	5,00	9,81	-52,07	4,95	10,00	-62,07
353	75,00	15,00	30,00	39,27	-4,79	38,98	29,39	30	5,00	9,81	-46,31	4,96	10,00	-56,31

354	75,00	15,00	30,00	39,27	-4,10	39,05	29,48	30	5,00	9,81	-40,51	4,97	10,00	-50,51
355	75,00	15,00	30,00	39,27	-3,42	39,12	29,56	30	5,00	9,81	-34,66	4,98	10,00	-44,66
356	75,00	15,00	30,00	39,27	-2,74	39,17	29,65	30	5,00	9,81	-28,77	4,99	10,00	-38,77
357	75,00	15,00	30,00	39,27	-2,06	39,22	29,74	30	5,00	9,81	-22,86	4,99	10,00	-32,86
358	75,00	15,00	30,00	39,27	-1,37	39,25	29,83	30	5,00	9,81	-16,92	5,00	10,00	-26,92
359	75,00	15,00	30,00	39,27	-0,69	39,26	29,91	30	5,00	9,81	-10,97	5,00	10,00	-20,97
360	75,00	15,00	30,00	39,27	0,00	39,27	30,00	30	5,00	9,81	-5,00	5,00	10,00	-15,00