



Regione Puglia
 Provincia di Foggia
 Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Sant’Agata” esistente da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

Titolo:

5YHOWF6_DocumentazioneSpecialistica_03
 RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GITTATA

Numero documento:

Commissa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	2	4	3	0	2	D	R	0 1 1 7	0 0

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.AGATA S.R.L.
 Piazza del Grano 3
 39100 Bolzano (BZ)
fri-el_s.agata@legalmail.it
 P. Iva/Cod. Fisc. 02380420212

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Certification Approval N. 20720/A/001/ENAC/016

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	28.09.2022	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C. ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. CALCOLO DELLA GITTATA.....	4
3. CONCLUSIONI.....	4

ALLEGATO:

1. Calcolo della gittata

1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta con lo scopo di analizzare gli effetti della rottura degli organi rotanti con riferimento all'**ammodernamento complessivo di un impianto eolico esistente (repowering)**, sito nel **Comune di Sant'Agata di Puglia (FG)**, connesso alla Stazione RTN di **Accadia (FG)**, realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), n. 24 del 16/12/2003 e n. 4667 del 20/06/2005, e dal Comune di Accadia (FG): n.02 del 13/04/2005, di proprietà della società Fri – El St. Agata srl.

L'impianto eolico esistente è costituito da 36 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2 MW, per una potenza totale di impianto pari a 72 MW, diviso in due sottocampi da 20 e 16 aerogeneratori, localizzati rispettivamente in località Ciommarino – Viticone - Palino e in località Piano d'Olivola Pezza del Tesoro, nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), con opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Accadia (FG), in quanto il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Accadia. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, consta invece nell'installazione di 17 aerogeneratori con potenza unitaria di 6,8 MW, per una potenza totale pari a 115,6 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e l'ammodernamento di due stadi trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza. Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito **"Progetto di ammodernamento"**.

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,8 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 172 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,00 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,80 m;
- area spazzata massima: 23.235 m².

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei ad essere conformi all'aerogeneratore di progetto.

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati risultano i seguenti:

1. Vestas V172– HH 114m – 6,8 MW
2. Siemens Gamesa SG170 - HH 115m – 6,6 MW
3. General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW

Le caratteristiche di dettaglio del modello commerciale più sfavorevole, utilizzate al fine di redigere il presente studio sono quelle dell'aerogeneratore tipo General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW.

2. CALCOLO DELLA GITTATA

Le condizioni al contorno considerate per il calcolo in esame, sono le più gravose possibili, in modo da porsi nella situazione maggiormente cautelativa ma che di fatto presenta probabilità di accadimento pressoché nulla.

Le caratteristiche dimensionali degli aerogeneratori di progetto sono di seguito riportate:

Tipo torre	Lunghezza pala [m]	Diametro rotore [m]	Massima velocità di rotazione [rpm]	Altezza al mozzo [m]	Altezza totale [m]	Potenza [MW]	Aerogeneratori
General Electric GE164 – HH 112 m – 6,0 MW	80,40	164	9,70	112	194	6,0	WTG SGP1 NEW WTG SGP3 NEW WTG SGP5 NEW WTG SGP7 NEW WTG SGP8 NEW WTG SGP10 NEW WTG SGP12 NEW WTG SGP14 NEW WTG SGP17 NEW WTG SGP18 NEW WTG SGP 20 NEW WTG SG1 NEW WTG SG3 NEW WTG SG5 NEW WTG SG11 NEW WTG SG13 NEW WTG SG15 NEW

Si riporta di seguito il valore massimo ottenuto e si rinvia all'allegato per la trattazione completa:

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
72	9,70	80,40	112,00	28,85	27,44	8,91	139,01	164	28,40	9,81	164,33	8,78	53,60	217,93

3. CONCLUSIONI

Dal calcolo della gittata prodotto dagli aerogeneratori da realizzarsi nel comune di Sant'Agata di Puglia (FG) è emerso che:

- in un intorno di ampiezza pari a 217,93 m, che rappresenta il valore di gittata stimato, non ricade nessun punto sensibile.



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°

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

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

$$Y_g = r_g \sin \alpha$$

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

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

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

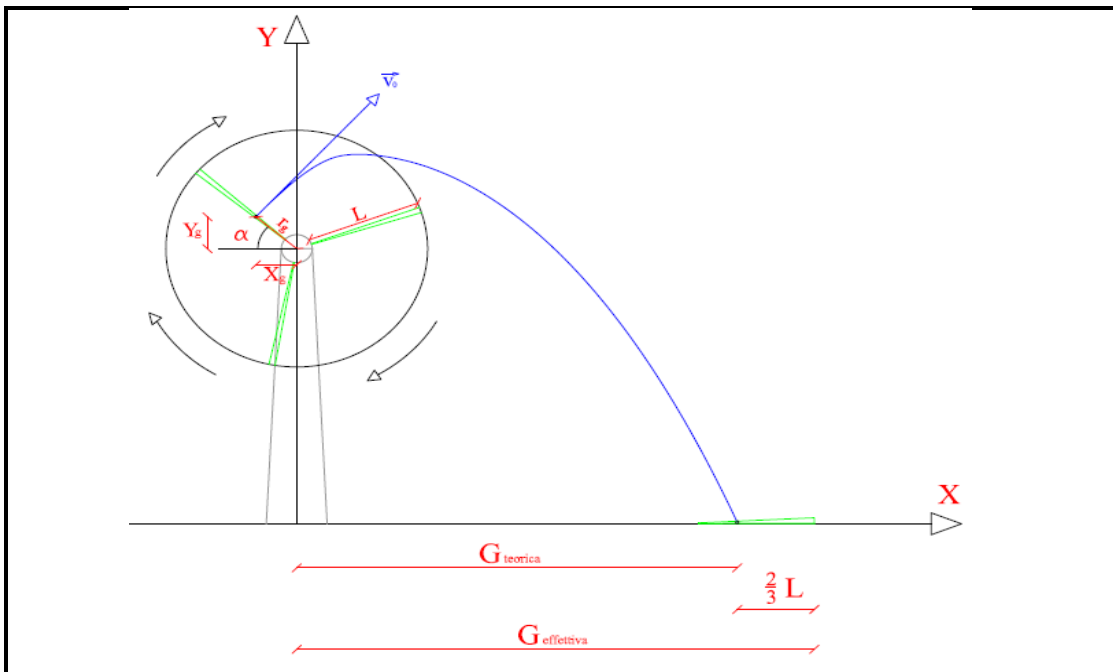
$$v_0 = \omega r_g = (2\pi n r_g)/60$$

n = numero di giri al minuto del rotore

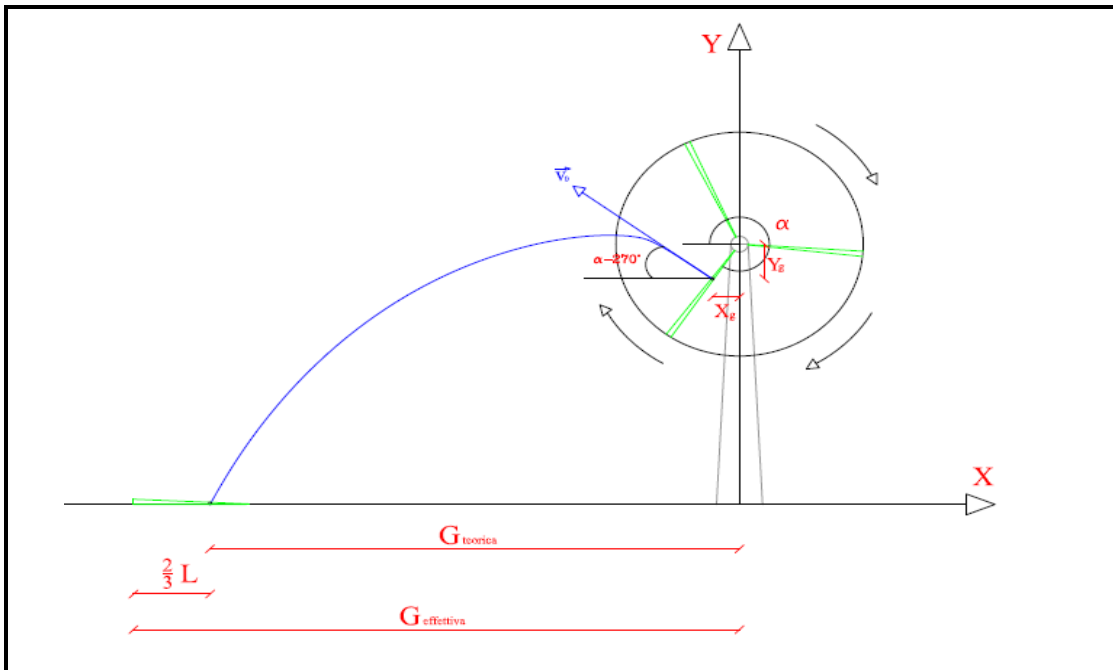
Gittata Effettiva

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

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

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

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

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

da inserire

Numero di giri al minuto del rotore	n =	9,7
Lunghezza della pala in metri	L =	80,4
Altezza del mozzo in metri	H _{torre} =	112

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

Diametro del rotore	D =	164
---------------------	-----	-----

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	9,70	80,40	112,00	28,85	0,00	28,85	112,00	164	28,40	9,81	-28,40	28,40	53,60	25,20
1	9,70	80,40	112,00	28,85	0,50	28,84	112,50	164	28,40	9,81	-24,09	28,40	53,60	29,51
2	9,70	80,40	112,00	28,85	1,01	28,83	112,99	164	28,40	9,81	-19,76	28,38	53,60	33,84
3	9,70	80,40	112,00	28,85	1,51	28,81	113,49	164	28,40	9,81	-15,42	28,36	53,60	38,18
4	9,70	80,40	112,00	28,85	2,01	28,78	113,98	164	28,40	9,81	-11,07	28,33	53,60	42,53
5	9,70	80,40	112,00	28,85	2,51	28,74	114,48	164	28,40	9,81	-6,72	28,29	53,60	46,88
6	9,70	80,40	112,00	28,85	3,02	28,69	114,97	164	28,40	9,81	-2,37	28,24	53,60	51,23
7	9,70	80,40	112,00	28,85	3,52	28,63	115,46	164	28,40	9,81	1,98	28,19	53,60	55,58
8	9,70	80,40	112,00	28,85	4,01	28,57	115,95	164	28,40	9,81	6,32	28,12	53,60	59,92
9	9,70	80,40	112,00	28,85	4,51	28,49	116,44	164	28,40	9,81	10,66	28,05	53,60	64,26
10	9,70	80,40	112,00	28,85	5,01	28,41	116,93	164	28,40	9,81	14,98	27,97	53,60	68,58
11	9,70	80,40	112,00	28,85	5,50	28,32	117,42	164	28,40	9,81	19,28	27,88	53,60	72,88
12	9,70	80,40	112,00	28,85	6,00	28,22	117,90	164	28,40	9,81	23,57	27,78	53,60	77,17
13	9,70	80,40	112,00	28,85	6,49	28,11	118,39	164	28,40	9,81	27,83	27,67	53,60	81,43
14	9,70	80,40	112,00	28,85	6,98	27,99	118,87	164	28,40	9,81	32,07	27,56	53,60	85,67
15	9,70	80,40	112,00	28,85	7,47	27,87	119,35	164	28,40	9,81	36,28	27,43	53,60	89,88
16	9,70	80,40	112,00	28,85	7,95	27,73	119,83	164	28,40	9,81	40,45	27,30	53,60	94,05
17	9,70	80,40	112,00	28,85	8,43	27,59	120,30	164	28,40	9,81	44,60	27,16	53,60	98,20
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	9,70	80,40	112,00	28,85	8,91	27,44	120,78	164	28,40	9,81	48,70	27,01	53,60	102,30
19	9,70	80,40	112,00	28,85	9,39	27,28	121,25	164	28,40	9,81	52,76	26,85	53,60	106,36
20	9,70	80,40	112,00	28,85	9,87	27,11	121,71	164	28,40	9,81	56,78	26,69	53,60	110,38
21	9,70	80,40	112,00	28,85	10,34	26,93	122,18	164	28,40	9,81	60,76	26,51	53,60	114,36
22	9,70	80,40	112,00	28,85	10,81	26,75	122,64	164	28,40	9,81	64,68	26,33	53,60	118,28
23	9,70	80,40	112,00	28,85	11,27	26,55	123,10	164	28,40	9,81	68,55	26,14	53,60	122,15
24	9,70	80,40	112,00	28,85	11,73	26,35	123,55	164	28,40	9,81	72,37	25,94	53,60	125,97
25	9,70	80,40	112,00	28,85	12,19	26,15	124,00	164	28,40	9,81	76,13	25,74	53,60	129,73
26	9,70	80,40	112,00	28,85	12,65	25,93	124,45	164	28,40	9,81	79,84	25,53	53,60	133,44
27	9,70	80,40	112,00	28,85	13,10	25,70	124,89	164	28,40	9,81	83,48	25,30	53,60	137,08
28	9,70	80,40	112,00	28,85	13,54	25,47	125,33	164	28,40	9,81	87,05	25,08	53,60	140,65
29	9,70	80,40	112,00	28,85	13,99	25,23	125,77	164	28,40	9,81	90,56	24,84	53,60	144,16
30	9,70	80,40	112,00	28,85	14,42	24,98	126,20	164	28,40	9,81	94,01	24,60	53,60	147,61
31	9,70	80,40	112,00	28,85	14,86	24,73	126,63	164	28,40	9,81	97,38	24,34	53,60	150,98
32	9,70	80,40	112,00	28,85	15,29	24,46	127,05	164	28,40	9,81	100,68	24,08	53,60	154,28
33	9,70	80,40	112,00	28,85	15,71	24,19	127,47	164	28,40	9,81	103,91	23,82	53,60	157,51
34	9,70	80,40	112,00	28,85	16,13	23,92	127,88	164	28,40	9,81	107,06	23,54	53,60	160,66
35	9,70	80,40	112,00	28,85	16,55	23,63	128,29	164	28,40	9,81	110,13	23,26	53,60	163,73
36	9,70	80,40	112,00	28,85	16,96	23,34	128,69	164	28,40	9,81	113,13	22,98	53,60	166,73
37	9,70	80,40	112,00	28,85	17,36	23,04	129,09	164	28,40	9,81	116,05	22,68	53,60	169,65
38	9,70	80,40	112,00	28,85	17,76	22,73	129,48	164	28,40	9,81	118,88	22,38	53,60	172,48
39	9,70	80,40	112,00	28,85	18,15	22,42	129,87	164	28,40	9,81	121,64	22,07	53,60	175,24
40	9,70	80,40	112,00	28,85	18,54	22,10	130,26	164	28,40	9,81	124,31	21,76	53,60	177,91
41	9,70	80,40	112,00	28,85	18,93	21,77	130,63	164	28,40	9,81	126,89	21,43	53,60	180,49
42	9,70	80,40	112,00	28,85	19,30	21,44	131,00	164	28,40	9,81	129,39	21,11	53,60	182,99
43	9,70	80,40	112,00	28,85	19,67	21,10	131,37	164	28,40	9,81	131,80	20,77	53,60	185,40
44	9,70	80,40	112,00	28,85	20,04	20,75	131,73	164	28,40	9,81	134,13	20,43	53,60	187,73
45	9,70	80,40	112,00	28,85	20,40	20,40	132,08	164	28,40	9,81	136,37	20,08	53,60	189,97
46	9,70	80,40	112,00	28,85	20,75	20,04	132,43	164	28,40	9,81	138,52	19,73	53,60	192,12

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	9,70	80,40	112,00	28,85	21,10	19,67	132,77	164	28,40	9,81	140,59	19,37	53,60	194,19
48	9,70	80,40	112,00	28,85	21,44	19,30	133,11	164	28,40	9,81	142,56	19,00	53,60	196,16
49	9,70	80,40	112,00	28,85	21,77	18,93	133,43	164	28,40	9,81	144,45	18,63	53,60	198,05
50	9,70	80,40	112,00	28,85	22,10	18,54	133,76	164	28,40	9,81	146,25	18,26	53,60	199,85
51	9,70	80,40	112,00	28,85	22,42	18,15	134,07	164	28,40	9,81	147,96	17,87	53,60	201,56
52	9,70	80,40	112,00	28,85	22,73	17,76	134,38	164	28,40	9,81	149,58	17,48	53,60	203,18
53	9,70	80,40	112,00	28,85	23,04	17,36	134,68	164	28,40	9,81	151,11	17,09	53,60	204,71
54	9,70	80,40	112,00	28,85	23,34	16,96	134,98	164	28,40	9,81	152,55	16,69	53,60	206,15
55	9,70	80,40	112,00	28,85	23,63	16,55	135,26	164	28,40	9,81	153,91	16,29	53,60	207,51
56	9,70	80,40	112,00	28,85	23,92	16,13	135,54	164	28,40	9,81	155,18	15,88	53,60	208,78
57	9,70	80,40	112,00	28,85	24,19	15,71	135,82	164	28,40	9,81	156,36	15,47	53,60	209,96
58	9,70	80,40	112,00	28,85	24,46	15,29	136,08	164	28,40	9,81	157,46	15,05	53,60	211,06
59	9,70	80,40	112,00	28,85	24,73	14,86	136,34	164	28,40	9,81	158,47	14,63	53,60	212,07
60	9,70	80,40	112,00	28,85	24,98	14,42	136,60	164	28,40	9,81	159,40	14,20	53,60	213,00
61	9,70	80,40	112,00	28,85	25,23	13,99	136,84	164	28,40	9,81	160,24	13,77	53,60	213,84
62	9,70	80,40	112,00	28,85	25,47	13,54	137,08	164	28,40	9,81	161,00	13,33	53,60	214,60
63	9,70	80,40	112,00	28,85	25,70	13,10	137,30	164	28,40	9,81	161,68	12,89	53,60	215,28
64	9,70	80,40	112,00	28,85	25,93	12,65	137,53	164	28,40	9,81	162,28	12,45	53,60	215,88
65	9,70	80,40	112,00	28,85	26,15	12,19	137,74	164	28,40	9,81	162,80	12,00	53,60	216,40
66	9,70	80,40	112,00	28,85	26,35	11,73	137,94	164	28,40	9,81	163,24	11,55	53,60	216,84
67	9,70	80,40	112,00	28,85	26,55	11,27	138,14	164	28,40	9,81	163,61	11,10	53,60	217,21
68	9,70	80,40	112,00	28,85	26,75	10,81	138,33	164	28,40	9,81	163,90	10,64	53,60	217,50
69	9,70	80,40	112,00	28,85	26,93	10,34	138,51	164	28,40	9,81	164,11	10,18	53,60	217,71
70	9,70	80,40	112,00	28,85	27,11	9,87	138,69	164	28,40	9,81	164,25	9,71	53,60	217,85
71	9,70	80,40	112,00	28,85	27,28	9,39	138,85	164	28,40	9,81	164,33	9,25	53,60	217,93
72	9,70	80,40	112,00	28,85	27,44	8,91	139,01	164	28,40	9,81	164,33	8,78	53,60	217,93
73	9,70	80,40	112,00	28,85	27,59	8,43	139,16	164	28,40	9,81	164,26	8,30	53,60	217,86
74	9,70	80,40	112,00	28,85	27,73	7,95	139,30	164	28,40	9,81	164,13	7,83	53,60	217,73
75	9,70	80,40	112,00	28,85	27,87	7,47	139,43	164	28,40	9,81	163,93	7,35	53,60	217,53
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	9,70	80,40	112,00	28,85	27,99	6,98	139,56	164	28,40	9,81	163,67	6,87	53,60	217,27
77	9,70	80,40	112,00	28,85	28,11	6,49	139,67	164	28,40	9,81	163,35	6,39	53,60	216,95
78	9,70	80,40	112,00	28,85	28,22	6,00	139,78	164	28,40	9,81	162,97	5,90	53,60	216,57
79	9,70	80,40	112,00	28,85	28,32	5,50	139,88	164	28,40	9,81	162,53	5,42	53,60	216,13
80	9,70	80,40	112,00	28,85	28,41	5,01	139,97	164	28,40	9,81	162,03	4,93	53,60	215,63
81	9,70	80,40	112,00	28,85	28,49	4,51	140,05	164	28,40	9,81	161,48	4,44	53,60	215,08
82	9,70	80,40	112,00	28,85	28,57	4,01	140,12	164	28,40	9,81	160,88	3,95	53,60	214,48
83	9,70	80,40	112,00	28,85	28,63	3,52	140,19	164	28,40	9,81	160,22	3,46	53,60	213,82
84	9,70	80,40	112,00	28,85	28,69	3,02	140,24	164	28,40	9,81	159,51	2,97	53,60	213,11
85	9,70	80,40	112,00	28,85	28,74	2,51	140,29	164	28,40	9,81	158,76	2,48	53,60	212,36
86	9,70	80,40	112,00	28,85	28,78	2,01	140,33	164	28,40	9,81	157,96	1,98	53,60	211,56
87	9,70	80,40	112,00	28,85	28,81	1,51	140,36	164	28,40	9,81	157,12	1,49	53,60	210,72
88	9,70	80,40	112,00	28,85	28,83	1,01	140,38	164	28,40	9,81	156,23	0,99	53,60	209,83
89	9,70	80,40	112,00	28,85	28,84	0,50	140,40	164	28,40	9,81	155,31	0,50	53,60	208,91
90	9,70	80,40	112,00	28,85	28,85	0,00	140,40	164	28,40	9,81	154,34	0,00	53,60	207,94

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	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,85	0,00	83,60	164	28,40	9,81	-119,10	0,00	53,60	-172,70
271	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,84	0,50	83,60	164	28,40	9,81	-121,07	0,50	53,60	-174,67
272	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,83	1,01	83,62	164	28,40	9,81	-123,02	0,99	53,60	-176,62
273	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,81	1,51	83,64	164	28,40	9,81	-124,96	1,49	53,60	-178,56
274	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,78	2,01	83,67	164	28,40	9,81	-126,89	1,98	53,60	-180,49
275	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,74	2,51	83,71	164	28,40	9,81	-128,79	2,48	53,60	-182,39
276	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,69	3,02	83,76	164	28,40	9,81	-130,67	2,97	53,60	-184,27
277	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,63	3,52	83,81	164	28,40	9,81	-132,53	3,46	53,60	-186,13
278	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,57	4,01	83,88	164	28,40	9,81	-134,35	3,95	53,60	-187,95
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
279	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,49	4,51	83,95	164	28,40	9,81	-136,15	4,44	53,60	-189,75
280	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,41	5,01	84,03	164	28,40	9,81	-137,92	4,93	53,60	-191,52
281	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,32	5,50	84,12	164	28,40	9,81	-139,65	5,42	53,60	-193,25
282	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,22	6,00	84,22	164	28,40	9,81	-141,35	5,90	53,60	-194,95
283	9,70	80,40	112,00	28,85	-28,11	6,49	84,33	164	28,40	9,81	-143,01	6,39	53,60	-196,61
284	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,99	6,98	84,44	164	28,40	9,81	-144,62	6,87	53,60	-198,22
285	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,87	7,47	84,57	164	28,40	9,81	-146,19	7,35	53,60	-199,79
286	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,73	7,95	84,70	164	28,40	9,81	-147,71	7,83	53,60	-201,31
287	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,59	8,43	84,84	164	28,40	9,81	-149,18	8,30	53,60	-202,78
288	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,44	8,91	84,99	164	28,40	9,81	-150,60	8,78	53,60	-204,20
289	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,28	9,39	85,15	164	28,40	9,81	-151,97	9,25	53,60	-205,57
290	9,70	80,40	112,00	28,85	-27,11	9,87	85,31	164	28,40	9,81	-153,28	9,71	53,60	-206,88

291	9,70	80,40	112,00	28,85	-26,93	10,34	85,49	164	28,40	9,81	-154,52	10,18	53,60	-208,12
292	9,70	80,40	112,00	28,85	-26,75	10,81	85,67	164	28,40	9,81	-155,70	10,64	53,60	-209,30
293	9,70	80,40	112,00	28,85	-26,55	11,27	85,86	164	28,40	9,81	-156,82	11,10	53,60	-210,42
294	9,70	80,40	112,00	28,85	-26,35	11,73	86,06	164	28,40	9,81	-157,87	11,55	53,60	-211,47
295	9,70	80,40	112,00	28,85	-26,15	12,19	86,26	164	28,40	9,81	-158,85	12,00	53,60	-212,45
296	9,70	80,40	112,00	28,85	-25,93	12,65	86,47	164	28,40	9,81	-159,76	12,45	53,60	-213,36
297	9,70	80,40	112,00	28,85	-25,70	13,10	86,70	164	28,40	9,81	-160,59	12,89	53,60	-214,19
298	9,70	80,40	112,00	28,85	-25,47	13,54	86,92	164	28,40	9,81	-161,34	13,33	53,60	-214,94
299	9,70	80,40	112,00	28,85	-25,23	13,99	87,16	164	28,40	9,81	-162,02	13,77	53,60	-215,62
300	9,70	80,40	112,00	28,85	-24,98	14,42	87,40	164	28,40	9,81	-162,61	14,20	53,60	-216,21
301	9,70	80,40	112,00	28,85	-24,73	14,86	87,66	164	28,40	9,81	-163,12	14,63	53,60	-216,72
302	9,70	80,40	112,00	28,85	-24,46	15,29	87,92	164	28,40	9,81	-163,54	15,05	53,60	-217,14
303	9,70	80,40	112,00	28,85	-24,19	15,71	88,18	164	28,40	9,81	-163,88	15,47	53,60	-217,48
304	9,70	80,40	112,00	28,85	-23,92	16,13	88,46	164	28,40	9,81	-164,12	15,88	53,60	-217,72
305	9,70	80,40	112,00	28,85	-23,63	16,55	88,74	164	28,40	9,81	-164,27	16,29	53,60	-217,87
306	9,70	80,40	112,00	28,85	-23,34	16,96	89,02	164	28,40	9,81	-164,33	16,69	53,60	-217,93
307	9,70	80,40	112,00	28,85	-23,04	17,36	89,32	164	28,40	9,81	-164,30	17,09	53,60	-217,90
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	9,70	80,40	112,00	28,85	-22,73	17,76	89,62	164	28,40	9,81	-164,17	17,48	53,60	-217,77
309	9,70	80,40	112,00	28,85	-22,42	18,15	89,93	164	28,40	9,81	-163,94	17,87	53,60	-217,54
310	9,70	80,40	112,00	28,85	-22,10	18,54	90,24	164	28,40	9,81	-163,61	18,26	53,60	-217,21
311	9,70	80,40	112,00	28,85	-21,77	18,93	90,57	164	28,40	9,81	-163,19	18,63	53,60	-216,79
312	9,70	80,40	112,00	28,85	-21,44	19,30	90,89	164	28,40	9,81	-162,66	19,00	53,60	-216,26
313	9,70	80,40	112,00	28,85	-21,10	19,67	91,23	164	28,40	9,81	-162,03	19,37	53,60	-215,63
314	9,70	80,40	112,00	28,85	-20,75	20,04	91,57	164	28,40	9,81	-161,30	19,73	53,60	-214,90
315	9,70	80,40	112,00	28,85	-20,40	20,40	91,92	164	28,40	9,81	-160,46	20,08	53,60	-214,06
316	9,70	80,40	112,00	28,85	-20,04	20,75	92,27	164	28,40	9,81	-159,52	20,43	53,60	-213,12
317	9,70	80,40	112,00	28,85	-19,67	21,10	92,63	164	28,40	9,81	-158,48	20,77	53,60	-212,08
318	9,70	80,40	112,00	28,85	-19,30	21,44	93,00	164	28,40	9,81	-157,33	21,11	53,60	-210,93
319	9,70	80,40	112,00	28,85	-18,93	21,77	93,37	164	28,40	9,81	-156,08	21,43	53,60	-209,68
320	9,70	80,40	112,00	28,85	-18,54	22,10	93,74	164	28,40	9,81	-154,72	21,76	53,60	-208,32
321	9,70	80,40	112,00	28,85	-18,15	22,42	94,13	164	28,40	9,81	-153,26	22,07	53,60	-206,86
322	9,70	80,40	112,00	28,85	-17,76	22,73	94,52	164	28,40	9,81	-151,70	22,38	53,60	-205,30
323	9,70	80,40	112,00	28,85	-17,36	23,04	94,91	164	28,40	9,81	-150,03	22,68	53,60	-203,63
324	9,70	80,40	112,00	28,85	-16,96	23,34	95,31	164	28,40	9,81	-148,25	22,98	53,60	-201,85
325	9,70	80,40	112,00	28,85	-16,55	23,63	95,71	164	28,40	9,81	-146,38	23,26	53,60	-199,98
326	9,70	80,40	112,00	28,85	-16,13	23,92	96,12	164	28,40	9,81	-144,40	23,54	53,60	-198,00
327	9,70	80,40	112,00	28,85	-15,71	24,19	96,53	164	28,40	9,81	-142,32	23,82	53,60	-195,92
328	9,70	80,40	112,00	28,85	-15,29	24,46	96,95	164	28,40	9,81	-140,14	24,08	53,60	-193,74
329	9,70	80,40	112,00	28,85	-14,86	24,73	97,37	164	28,40	9,81	-137,86	24,34	53,60	-191,46
330	9,70	80,40	112,00	28,85	-14,42	24,98	97,80	164	28,40	9,81	-135,48	24,60	53,60	-189,08
331	9,70	80,40	112,00	28,85	-13,99	25,23	98,23	164	28,40	9,81	-133,00	24,84	53,60	-186,60
332	9,70	80,40	112,00	28,85	-13,54	25,47	98,67	164	28,40	9,81	-130,43	25,08	53,60	-184,03
333	9,70	80,40	112,00	28,85	-13,10	25,70	99,11	164	28,40	9,81	-127,76	25,30	53,60	-181,36
334	9,70	80,40	112,00	28,85	-12,65	25,93	99,55	164	28,40	9,81	-125,00	25,53	53,60	-178,60
335	9,70	80,40	112,00	28,85	-12,19	26,15	100,00	164	28,40	9,81	-122,15	25,74	53,60	-175,75
336	9,70	80,40	112,00	28,85	-11,73	26,35	100,45	164	28,40	9,81	-119,22	25,94	53,60	-172,82
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	9,70	80,40	112,00	28,85	-11,27	26,55	100,90	164	28,40	9,81	-116,19	26,14	53,60	-169,79
338	9,70	80,40	112,00	28,85	-10,81	26,75	101,36	164	28,40	9,81	-113,08	26,33	53,60	-166,68
339	9,70	80,40	112,00	28,85	-10,34	26,93	101,82	164	28,40	9,81	-109,89	26,51	53,60	-163,49
340	9,70	80,40	112,00	28,85	-9,87	27,11	102,29	164	28,40	9,81	-106,62	26,69	53,60	-160,22
341	9,70	80,40	112,00	28,85	-9,39	27,28	102,75	164	28,40	9,81	-103,26	26,85	53,60	-156,86
342	9,70	80,40	112,00	28,85	-8,91	27,44	103,22	164	28,40	9,81	-99,84	27,01	53,60	-153,44
343	9,70	80,40	112,00	28,85	-8,43	27,59	103,70	164	28,40	9,81	-96,34	27,16	53,60	-149,94
344	9,70	80,40	112,00	28,85	-7,95	27,73	104,17	164	28,40	9,81	-92,77	27,30	53,60	-146,37
345	9,70	80,40	112,00	28,85	-7,47	27,87	104,65	164	28,40	9,81	-89,13	27,43	53,60	-142,73
346	9,70	80,40	112,00	28,85	-6,98	27,99	105,13	164	28,40	9,81	-85,42	27,56	53,60	-139,02
347	9,70	80,40	112,00	28,85	-6,49	28,11	105,61	164	28,40	9,81	-81,66	27,67	53,60	-135,26
348	9,70	80,40	112,00	28,85	-6,00	28,22	106,10	164	28,40	9,81	-77,83	27,78	53,60	-131,43
349	9,70	80,40	112,00	28,85	-5,50	28,32	106,58	164	28,40	9,81	-73,95	27,88	53,60	-127,55
350	9,70	80,40	112,00	28,85	-5,01	28,41	107,07	164	28,40	9,81	-70,01	27,97	53,60	-123,61
351	9,70	80,40	112,00	28,85	-4,51	28,49	107,56	164	28,40	9,81	-66,03	28,05	53,60	-119,63
352	9,70	80,40	112,00	28,85	-4,01	28,57	108,05	164	28,40	9,81	-61,99	28,12	53,60	-115,59
353	9,70	80,40	112,00	28,85	-3,52	28,63	108,54	164	28,40	9,81	-57,91	28,19	53,60	-111,51
354	9,70	80,40	112,00	28,85	-3,02	28,69	109,03	164	28,40	9,81	-53,79	28,24	53,60	-107,39
355	9,70	80,40	112,00	28,85	-2,51	28,74	109,52	164	28,40	9,81	-49,64	28,29	53,60	-103,24
356	9,70	80,40	112,00	28,85	-2,01	28,78	110,02	164	28,40	9,81	-45,44	28,33	53,60	-99,04
357	9,70	80,40	112,00	28,85	-1,51	28,81	110,51	164	28,40	9,81	-41,22	28,36	53,60	-94,82
358	9,70	80,40	112,00	28,85	-1,01	28,83	111,01	164	28,40	9,81	-36,97	28,38	53,60	-90,57
359	9,70	80,40	112,00	28,85	-0,50	28,84	111,50	164	28,40	9,81	-32,70	28,40	53,60	-86,30
360	9,70	80,40	112,00	28,85	0,00	28,85	112,00	164	28,40	9,81	-28,40	28,40	53,60	-82,00