

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "Andretta- Bisaccia"

*ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI*



Progettazione Coordinamento

GEKO S.p.A.
Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)
Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740
E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it

Studio Acustico e avifaunistico

Teasistemi
Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI)
Tel. 05.06396101
E-Mail: info@tea-group.com

Progettista:

Progetto Energia s.r.l.
Via Cardito, 202 - 83031 Ariano Irpino (AV)
Tel. 0825.831313
E-Mail: info@progettoenergia.biz

Ing. Massimo Lo Russo

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06.05.2024	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. FIORENTINO	S.P. IACOVIELLO	M. LO RUSSO

Progettazione, Studi Ambientali e Specialistici

Titolo Documento:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GITTATA

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.				
2	3	3	5	0	2	D	R	0	2	2	5	0	0

Opera

Progetto di Integrale Ricostruzione di un impianto eolico composto da 18 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 118,8MW e relative opere di connessione nei Comuni di Andretta, Bisaccia e Vallata (AV) con smantellamento di n.35 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 70MW

Approvazione documento	Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
	00	Maggio 2024	Emissione per progetto definitivo	Progetto Energia S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.

INDICE

1.	SCOPO	3
2.	CALCOLO DELLA GITTATA IMPIANTO IN PROGETTO	3
2.1.	CALCOLO GITTATA	3
3.	SISTEMI DI SICUREZZA DEI NUOVI AEROGENERATORI	4
3.1.	SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DEGLI AEROGENERATORI	4
3.2.	SISTEMI DI SICUREZZA IN CASO DI SBILANCIAMENTI DEL ROTORE, ECCESSIVO CARICO AERODINAMICO SULLA PALA O SCOSTAMENTI TRA VELOCITÀ DEL VENTO E POWER CURVE	4
3.3.	SISTEMI DI PROTEZIONE E RILEVAMENTO DEL GHIACCIO	5
3.4.	SISTEMA DI PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE PER LA TORRE, PER L'HUB E PER LE PALE DI CLASSE I CON UN LIVELLO DI PROTEZIONE PARI AL 98%.....	5
4.	CONCLUSIONI.....	5

ALLEGATI:

1. Calcolo gittata massima

1. SCOPO

La presente relazione viene redatta con lo scopo di analizzare gli effetti della rottura degli organi rotanti, finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari all'**ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, costituito da due lotti, sito nei Comuni di Andretta e Bisaccia (AV)**, di proprietà della società Edison Rinnovabili S.p.A, connesso all'impianto TERNA, sito in agro di Bisaccia (AV), realizzato ed in esercizio con: Concessione Edilizia n.34/2002 e successiva variante con Denuncia di Inizio Attività depositata in data 08/04/2004 (Comune di Andretta); Concessione edilizia in data n.20/2002 e successiva variante autorizzata con Denuncia di Inizio attività depositata in data 01/03/2004 (Comune di Bisaccia), previo parere favorevole della Commissione Tecnico – Istruttoria Regionale per la valutazione di Impatto Ambientale del 05/02/2002, recepito dalla Regione Campania con D.P.G.R.C. n.851 del 12.12.2002.

L'impianto eolico esistente si compone di due lotti: "*Centrale Eolica Andretta*" e "*Centrale eolica Bisaccia*".

La Centrale Eolica Andretta si compone di 11 aerogeneratori, di cui 9 ubicati nel territorio del Comune di Andretta e 2 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 22MW. La centrale eolica Bisaccia si compone di 24 aerogeneratori, di cui 5 ubicate nel territorio del Comune di Andretta e 19 in quello di Bisaccia, per una potenza complessiva pari a 48MW. Pertanto, l'impianto eolico esistente si compone di 35 aerogeneratori, con diametro di 80m, altezza al mozzo pari a 68m e potenza di 2,0MW, per una potenza totale di impianto pari a 70MW, realizzato nei Comuni di Bisaccia (AV) e Andretta (AV), con il cavidotto in media tensione interrato che raggiunge l'impianto d'utenza per connessione, connesso al limitrofo impianto di proprietà di Terna S.p.A, sito in agro di Bisaccia (AV). L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 18 aerogeneratori con diametro massimo di 155,0 m, altezza massima pari a 180m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale massima pari a 118,80 MW, da realizzare nel medesimo sito. In merito alle opere di connessione, è prevista:

- la sostituzione dei cavidotti interrati MT, con piccole variazioni al tracciato;
- la realizzazione di un nuovo impianto d'utenza per la connessione, costituito da una nuova stazione elettrica d'utenza 30/150kV, sbarre 150kV e cavidotto AT, quest'ultime condivise con altro produttore avente codice pratica 06020746;
- la condivisione dell'impianto di rete per la connessione con il produttore di cui sopra. In particolare, il Progetto si conetterà sullo stallo esistente ed in esercizio all'interno della stazione RTN a 380/150kV denominata "Bisaccia", su cui attualmente è connesso alla rete l'impianto con codice pratica 06020746.

Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Lo studio della rottura degli organi rotanti viene redatto in conformità a quanto riportato nel Decreto Dirigenziale n. 44 del 12/02/2021 e in particolare il **Decreto Dirigenziale n.172 del 15/03/2022** della Regione Campania, nel seguito definiti "Decreti Gittata".

Per le valutazioni contenute nella presente relazione è stato considerato un modello di aerogeneratore con le caratteristiche geometriche massime riportate nella tabella seguente.

Diametro rotore [m]	Massima velocità di rotazione [rpm]	Altezza al mozzo [m]	Altezza totale [m]
155	9,31	102,5	180

In fase esecutiva verrà individuato un modello di macchina tra quelli commercialmente disponibili, con caratteristiche geometriche conformi ai valori considerati.

2. CALCOLO DELLA GITTATA IMPIANTO IN PROGETTO

2.1. CALCOLO GITTATA

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

Diametro rotore [m]	Massima velocità di rotazione [rpm]	Altezza al mozzo [m]	Altezza totale [m]
155	9,31	102,5	180

Si riporta di seguito il valore massimo ottenuto e si rinvia all'allegato 1 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
73	9,31	76,00	102,50	26,16	25,02	7,65	128,16	155	26,83	9,81	141,02	7,85	50,67	191,69

3. SISTEMI DI SICUREZZA DEI NUOVI AEROGENERATORI

In aggiunta a quanto innanzi, con l'intento di esplicitare il miglioramento del delta di sicurezza ottenibile con il progetto di ammodernamento si riporta una descrizione dei sistemi di sicurezza afferenti ai nuovi aerogeneratori:

- i sistemi di controllo e gestione degli aerogeneratori;
- i sistemi di sicurezza in caso di sbilanciamenti del rotore, eccessivo carico aerodinamico sulla pala o scostamenti tra velocità del vento e power curve;
- sistemi di protezione e rilevamento del ghiaccio;
- sistema di protezione contro la fulminazione per la torre, per l'hub e per le pale di Classe I con un livello di protezione pari al 98%.

3.1. SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DEGLI AEROGENERATORI

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

3.2. SISTEMI DI SICUREZZA IN CASO DI SBILANCIAMENTI DEL ROTORE, ECCESSIVO CARICO AERODINAMICO SULLA PALA O SCOSTAMENTI TRA VELOCITÀ DEL VENTO E POWER CURVE

Gli aerogeneratori sono dotati di un sistema di sicurezza in grado di mandare in pausa la macchina a seguito di sbilanciamenti del rotore, eccessivo carico aerodinamico sulla pala o scostamenti sensibili tra velocità del vento e power curve.

Il danneggiamento di una pala precede qualunque ipotesi di proiezione di un frammento della stessa farebbe funzionare il rotore in condizioni non bilanciate, e porterebbe necessariamente il sistema di sicurezza a rilevare almeno una delle tipologie di errori codificate come di seguito:

- "Tower Acceleration": dovuto a un forte sbilanciamento del rotore;
- "Power Curve Error": dovuto a un forte scostamento rispetto alla Power Curve attesa (che potrebbe essere generato da una variazione del profilo pala);
- "Tilt yaw Control": dovuto ad un eccessivo carico sulla pala misurato da un sensore.

Ciascuna di queste anomalie mette la macchina in pausa, e ferma quindi il rotore in attesa di un intervento tecnico. Non è pertanto possibile che il rotore giri alla sua massima velocità se una delle pale è danneggiata, e quindi che scagli un frammento di pala alla massima velocità ipotizzabile.

3.3. SISTEMI DI PROTEZIONE E RILEVAMENTO DEL GHIACCIO

IL sistema di protezione e rilevamento del ghiaccio integra due tecnologie:

- vibrazioni a bassa frequenza per rimuovere il ghiaccio formatosi sulle superfici piane;
- onde ultrasoniche guidate per rimuovere il ghiaccio accumulato dai bordi anteriori.

3.4. SISTEMA DI PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE PER LA TORRE, PER L'HUB E PER LE PALE DI CLASSE I CON UN LIVELLO DI PROTEZIONE PARI AL 98%.

Si richiama inoltre il fatto che la macchina è dotata di un sistema di protezione contro le fulminazioni per la torre, per l'hub e per le pale. Si evince che ciascuna pala è dotata:

- di un recettore in punta per i fulmini (solid metal tip);
- di un array di ricettori metallici (lightning receptors);
- di una rete metallica (expanded metal foil).

che sono collegati ad un cavo di scarico dell'alta tensione (down conductor).

Pertanto, in caso di fulminazione di una delle pale del rotore, la corrente di fulminazione sarebbe scaricata a terra e non comporterebbe alcun danneggiamento della pala. Valgono, ovviamente, in caso di ipotetico danneggiamento da parte di un fulmine, le considerazioni fatte al paragrafo 3.1.

Per l'hub e per le pale di classe i è assicurato un livello di protezione pari al 98%.

4. CONCLUSIONI

In accordo al Decreto Dirigenziale n. 172 del 15/03/2022, tenuto conto dei sistemi di sicurezza implementati sui moderni aerogeneratori descritti nei paragrafi precedenti, è possibile asserire che in termini di sicurezza rispetto alla pubblica e privata incolumità il progetto di ammodernamento, rispetto all'impianto eolico esistente, conferisce un sostanziale miglioramento, il cui conseguimento risulta possibile solo mediante la realizzazione dell'intervento di repowering proposto.

Si evidenzia che la mancata realizzazione degli interventi proposti si tradurrebbe in un minore – ingiustificato - sfruttamento del potenziale energetico (produzione attuale green dimezzata rispetto alla futura del progetto di ammodernamento) ed alla rinuncia di un riassetto e di una riduzione di strutture sul territorio che non si concilia con le politiche del momento.



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°

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

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

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

$$Y_g = r_g \cdot \sin \alpha$$

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

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

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

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

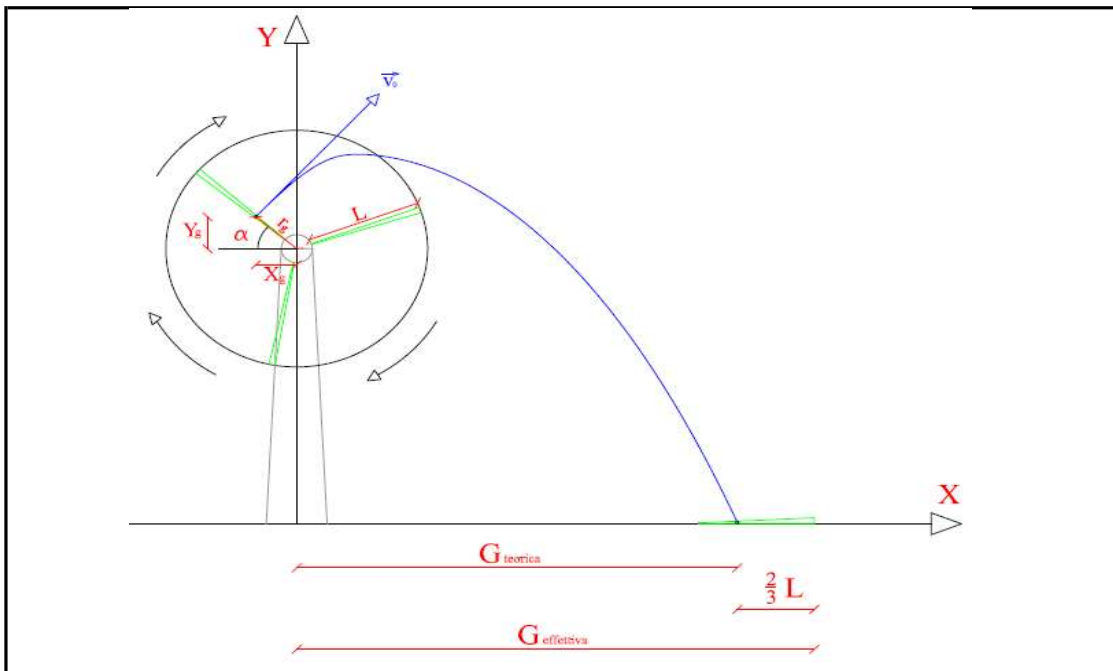
$$v_{y0} = v_0 \sin (90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha$$

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

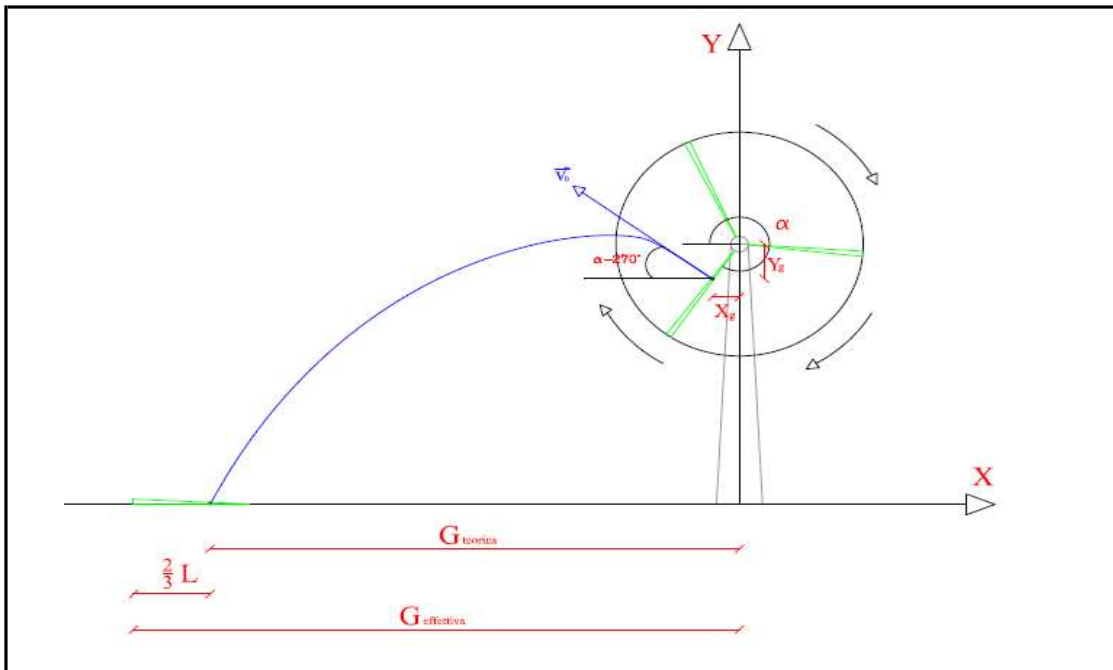
Gittata Effettiva

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

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 =	9,31
Lunghezza della pala in metri	L =	76
Altezza del mozzo in metri	H _{torre} =	102,5

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

Diametro del rotore	D =	155
---------------------	-----	-----

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	9,31	76,00	102,50	26,16	0,00	26,16	102,50	155	26,83	9,81	-26,83	26,83	50,67	23,83
1	9,31	76,00	102,50	26,16	0,46	26,16	102,97	155	26,83	9,81	-23,19	26,83	50,67	27,48
2	9,31	76,00	102,50	26,16	0,91	26,14	103,44	155	26,83	9,81	-19,54	26,82	50,67	31,13
3	9,31	76,00	102,50	26,16	1,37	26,13	103,90	155	26,83	9,81	-15,87	26,80	50,67	34,80
4	9,31	76,00	102,50	26,16	1,82	26,10	104,37	155	26,83	9,81	-12,20	26,77	50,67	38,47
5	9,31	76,00	102,50	26,16	2,28	26,06	104,84	155	26,83	9,81	-8,52	26,73	50,67	42,15
6	9,31	76,00	102,50	26,16	2,73	26,02	105,30	155	26,83	9,81	-4,83	26,69	50,67	45,83
7	9,31	76,00	102,50	26,16	3,19	25,97	105,77	155	26,83	9,81	-1,15	26,63	50,67	49,51
8	9,31	76,00	102,50	26,16	3,64	25,91	106,23	155	26,83	9,81	2,52	26,57	50,67	53,19
9	9,31	76,00	102,50	26,16	4,09	25,84	106,70	155	26,83	9,81	6,20	26,50	50,67	56,86
10	9,31	76,00	102,50	26,16	4,54	25,76	107,16	155	26,83	9,81	9,86	26,43	50,67	60,53
11	9,31	76,00	102,50	26,16	4,99	25,68	107,62	155	26,83	9,81	13,51	26,34	50,67	64,18
12	9,31	76,00	102,50	26,16	5,44	25,59	108,08	155	26,83	9,81	17,15	26,25	50,67	67,82
13	9,31	76,00	102,50	26,16	5,88	25,49	108,54	155	26,83	9,81	20,77	26,15	50,67	71,44
14	9,31	76,00	102,50	26,16	6,33	25,38	108,99	155	26,83	9,81	24,37	26,04	50,67	75,04
15	9,31	76,00	102,50	26,16	6,77	25,27	109,44	155	26,83	9,81	27,95	25,92	50,67	78,62
16	9,31	76,00	102,50	26,16	7,21	25,15	109,90	155	26,83	9,81	31,51	25,79	50,67	82,17
17	9,31	76,00	102,50	26,16	7,65	25,02	110,35	155	26,83	9,81	35,03	25,66	50,67	85,70
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	9,31	76,00	102,50	26,16	8,08	24,88	110,79	155	26,83	9,81	38,53	25,52	50,67	89,20
19	9,31	76,00	102,50	26,16	8,52	24,74	111,24	155	26,83	9,81	42,00	25,37	50,67	92,67
20	9,31	76,00	102,50	26,16	8,95	24,58	111,68	155	26,83	9,81	45,43	25,22	50,67	96,10
21	9,31	76,00	102,50	26,16	9,38	24,42	112,12	155	26,83	9,81	48,83	25,05	50,67	99,49
22	9,31	76,00	102,50	26,16	9,80	24,26	112,55	155	26,83	9,81	52,18	24,88	50,67	102,85
23	9,31	76,00	102,50	26,16	10,22	24,08	112,98	155	26,83	9,81	55,50	24,70	50,67	106,16
24	9,31	76,00	102,50	26,16	10,64	23,90	113,41	155	26,83	9,81	58,77	24,51	50,67	109,43
25	9,31	76,00	102,50	26,16	11,06	23,71	113,84	155	26,83	9,81	61,99	24,32	50,67	112,66
26	9,31	76,00	102,50	26,16	11,47	23,51	114,26	155	26,83	9,81	65,17	24,12	50,67	115,84
27	9,31	76,00	102,50	26,16	11,88	23,31	114,68	155	26,83	9,81	68,30	23,91	50,67	118,97
28	9,31	76,00	102,50	26,16	12,28	23,10	115,10	155	26,83	9,81	71,38	23,69	50,67	122,04
29	9,31	76,00	102,50	26,16	12,68	22,88	115,51	155	26,83	9,81	74,40	23,47	50,67	125,07
30	9,31	76,00	102,50	26,16	13,08	22,66	115,92	155	26,83	9,81	77,37	23,24	50,67	128,04
31	9,31	76,00	102,50	26,16	13,47	22,42	116,32	155	26,83	9,81	80,28	23,00	50,67	130,95
32	9,31	76,00	102,50	26,16	13,86	22,19	116,72	155	26,83	9,81	83,14	22,76	50,67	133,80
33	9,31	76,00	102,50	26,16	14,25	21,94	117,11	155	26,83	9,81	85,93	22,50	50,67	136,60
34	9,31	76,00	102,50	26,16	14,63	21,69	117,51	155	26,83	9,81	88,66	22,25	50,67	139,33
35	9,31	76,00	102,50	26,16	15,01	21,43	117,89	155	26,83	9,81	91,33	21,98	50,67	142,00
36	9,31	76,00	102,50	26,16	15,38	21,16	118,27	155	26,83	9,81	93,94	21,71	50,67	144,61
37	9,31	76,00	102,50	26,16	15,74	20,89	118,65	155	26,83	9,81	96,48	21,43	50,67	147,15
38	9,31	76,00	102,50	26,16	16,11	20,62	119,02	155	26,83	9,81	98,96	21,14	50,67	149,62
39	9,31	76,00	102,50	26,16	16,46	20,33	119,39	155	26,83	9,81	101,37	20,85	50,67	152,03
40	9,31	76,00	102,50	26,16	16,82	20,04	119,75	155	26,83	9,81	103,71	20,56	50,67	154,37
41	9,31	76,00	102,50	26,16	17,16	19,74	120,10	155	26,83	9,81	105,98	20,25	50,67	156,64
42	9,31	76,00	102,50	26,16	17,51	19,44	120,46	155	26,83	9,81	108,18	19,94	50,67	158,84
43	9,31	76,00	102,50	26,16	17,84	19,13	120,80	155	26,83	9,81	110,31	19,62	50,67	160,97
44	9,31	76,00	102,50	26,16	18,17	18,82	121,14	155	26,83	9,81	112,37	19,30	50,67	163,03
45	9,31	76,00	102,50	26,16	18,50	18,50	121,47	155	26,83	9,81	114,35	18,97	50,67	165,02
46	9,31	76,00	102,50	26,16	18,82	18,17	121,80	155	26,83	9,81	116,27	18,64	50,67	166,93

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	9,31	76,00	102,50	26,16	19,13	17,84	122,12	155	26,83	9,81	118,11	18,30	50,67	168,78
48	9,31	76,00	102,50	26,16	19,44	17,51	122,44	155	26,83	9,81	119,88	17,96	50,67	170,55
49	9,31	76,00	102,50	26,16	19,74	17,16	122,75	155	26,83	9,81	121,58	17,60	50,67	172,24
50	9,31	76,00	102,50	26,16	20,04	16,82	123,06	155	26,83	9,81	123,20	17,25	50,67	173,86
51	9,31	76,00	102,50	26,16	20,33	16,46	123,35	155	26,83	9,81	124,75	16,89	50,67	175,41
52	9,31	76,00	102,50	26,16	20,62	16,11	123,64	155	26,83	9,81	126,22	16,52	50,67	176,89
53	9,31	76,00	102,50	26,16	20,89	15,74	123,93	155	26,83	9,81	127,63	16,15	50,67	178,29
54	9,31	76,00	102,50	26,16	21,16	15,38	124,21	155	26,83	9,81	128,95	15,77	50,67	179,62
55	9,31	76,00	102,50	26,16	21,43	15,01	124,48	155	26,83	9,81	130,21	15,39	50,67	180,88
56	9,31	76,00	102,50	26,16	21,69	14,63	124,75	155	26,83	9,81	131,39	15,01	50,67	182,06
57	9,31	76,00	102,50	26,16	21,94	14,25	125,00	155	26,83	9,81	132,51	14,61	50,67	183,17
58	9,31	76,00	102,50	26,16	22,19	13,86	125,26	155	26,83	9,81	133,55	14,22	50,67	184,21
59	9,31	76,00	102,50	26,16	22,42	13,47	125,50	155	26,83	9,81	134,51	13,82	50,67	185,18
60	9,31	76,00	102,50	26,16	22,66	13,08	125,74	155	26,83	9,81	135,41	13,42	50,67	186,08
61	9,31	76,00	102,50	26,16	22,88	12,68	125,97	155	26,83	9,81	136,24	13,01	50,67	186,91
62	9,31	76,00	102,50	26,16	23,10	12,28	126,19	155	26,83	9,81	137,00	12,60	50,67	187,67
63	9,31	76,00	102,50	26,16	23,31	11,88	126,41	155	26,83	9,81	137,69	12,18	50,67	188,36
64	9,31	76,00	102,50	26,16	23,51	11,47	126,62	155	26,83	9,81	138,31	11,76	50,67	188,98
65	9,31	76,00	102,50	26,16	23,71	11,06	126,82	155	26,83	9,81	138,87	11,34	50,67	189,53
66	9,31	76,00	102,50	26,16	23,90	10,64	127,01	155	26,83	9,81	139,36	10,91	50,67	190,02
67	9,31	76,00	102,50	26,16	24,08	10,22	127,20	155	26,83	9,81	139,78	10,48	50,67	190,45
68	9,31	76,00	102,50	26,16	24,26	9,80	127,38	155	26,83	9,81	140,14	10,05	50,67	190,81
69	9,31	76,00	102,50	26,16	24,42	9,38	127,55	155	26,83	9,81	140,44	9,62	50,67	191,10
70	9,31	76,00	102,50	26,16	24,58	8,95	127,72	155	26,83	9,81	140,67	9,18	50,67	191,34
71	9,31	76,00	102,50	26,16	24,74	8,52	127,87	155	26,83	9,81	140,85	8,74	50,67	191,52
72	9,31	76,00	102,50	26,16	24,88	8,08	128,02	155	26,83	9,81	140,96	8,29	50,67	191,63
73	9,31	76,00	102,50	26,16	25,02	7,65	128,16	155	26,83	9,81	141,02	7,85	50,67	191,69
74	9,31	76,00	102,50	26,16	25,15	7,21	128,29	155	26,83	9,81	141,02	7,40	50,67	191,69
75	9,31	76,00	102,50	26,16	25,27	6,77	128,42	155	26,83	9,81	140,97	6,94	50,67	191,63
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	9,31	76,00	102,50	26,16	25,38	6,33	128,54	155	26,83	9,81	140,85	6,49	50,67	191,52
77	9,31	76,00	102,50	26,16	25,49	5,88	128,65	155	26,83	9,81	140,69	6,04	50,67	191,36
78	9,31	76,00	102,50	26,16	25,59	5,44	128,75	155	26,83	9,81	140,48	5,58	50,67	191,14
79	9,31	76,00	102,50	26,16	25,68	4,99	128,84	155	26,83	9,81	140,21	5,12	50,67	190,88
80	9,31	76,00	102,50	26,16	25,76	4,54	128,93	155	26,83	9,81	139,89	4,66	50,67	190,56
81	9,31	76,00	102,50	26,16	25,84	4,09	129,00	155	26,83	9,81	139,53	4,20	50,67	190,20
82	9,31	76,00	102,50	26,16	25,91	3,64	129,07	155	26,83	9,81	139,12	3,73	50,67	189,79
83	9,31	76,00	102,50	26,16	25,97	3,19	129,13	155	26,83	9,81	138,67	3,27	50,67	189,33
84	9,31	76,00	102,50	26,16	26,02	2,73	129,19	155	26,83	9,81	138,17	2,80	50,67	188,83
85	9,31	76,00	102,50	26,16	26,06	2,28	129,23	155	26,83	9,81	137,63	2,34	50,67	188,29
86	9,31	76,00	102,50	26,16	26,10	1,82	129,27	155	26,83	9,81	137,04	1,87	50,67	187,71
87	9,31	76,00	102,50	26,16	26,13	1,37	129,30	155	26,83	9,81	136,42	1,40	50,67	187,09
88	9,31	76,00	102,50	26,16	26,14	0,91	129,32	155	26,83	9,81	135,76	0,94	50,67	186,43
89	9,31	76,00	102,50	26,16	26,16	0,46	129,33	155	26,83	9,81	135,07	0,47	50,67	185,73
90	9,31	76,00	102,50	26,16	26,16	0,00	129,33	155	26,83	9,81	134,33	0,00	50,67	185,00

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	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,16	0,00	75,67	155	26,83	9,81	-102,75	0,00	50,67	-153,42
271	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,16	0,46	75,67	155	26,83	9,81	-104,43	0,47	50,67	-155,10
272	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,14	0,91	75,68	155	26,83	9,81	-106,10	0,94	50,67	-156,76
273	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,13	1,37	75,70	155	26,83	9,81	-107,75	1,40	50,67	-158,42
274	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,10	1,82	75,73	155	26,83	9,81	-109,39	1,87	50,67	-160,05
275	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,06	2,28	75,77	155	26,83	9,81	-111,00	2,34	50,67	-161,67
276	9,31	76,00	102,50	26,16	-26,02	2,73	75,81	155	26,83	9,81	-112,60	2,80	50,67	-163,27
277	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,97	3,19	75,87	155	26,83	9,81	-114,18	3,27	50,67	-164,84
278	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,91	3,64	75,93	155	26,83	9,81	-115,73	3,73	50,67	-166,39
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	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,84	4,09	76,00	155	26,83	9,81	-117,25	4,20	50,67	-167,92
280	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,76	4,54	76,07	155	26,83	9,81	-118,75	4,66	50,67	-169,42
281	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,68	4,99	76,16	155	26,83	9,81	-120,22	5,12	50,67	-170,89
282	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,59	5,44	76,25	155	26,83	9,81	-121,65	5,58	50,67	-172,32
283	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,49	5,88	76,35	155	26,83	9,81	-123,05	6,04	50,67	-173,72
284	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,38	6,33	76,46	155	26,83	9,81	-124,42	6,49	50,67	-175,09
285	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,27	6,77	76,58	155	26,83	9,81	-125,75	6,94	50,67	-176,41
286	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,15	7,21	76,71	155	26,83	9,81	-127,03	7,40	50,67	-177,70
287	9,31	76,00	102,50	26,16	-25,02	7,65	76,84	155	26,83	9,81	-128,27	7,85	50,67	-178,94
288	9,31	76,00	102,50	26,16	-24,88	8,08	76,98	155	26,83	9,81	-129,47	8,29	50,67	-180,14
289	9,31	76,00	102,50	26,16	-24,74	8,52	77,13	155	26,83	9,81	-130,62	8,74	50,67	-181,29
290	9,31	76,00	102,50	26,16	-24,58	8,95	77,28	155	26,83	9,81	-131,72	9,18	50,67	-182,39

