

EMILIE Wind S.r.l.

# Parco Eolico “EMILIE” sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)

Relazione gittata massima elementi rotanti

Luglio 2023

Committente:

**EMILIE Wind S.r.l.**

**EMILIE Wind S.r.l.**

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16666851007

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico "EMILIE" sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)**

Documento:

**Relazione gittata massima  
elementi rotanti**

N° Documento:

**IT-VesEMI-PGR-GEN-TR-03**

Progettista:



**Ing. Domenico Teta**



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Luglio 2023	Prima Emissione	L. Simone	M. Agostinone	D. Teta

## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CENNI SUI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DI UN AEROGENERATORE .....</b>	<b>6</b>
<b>3. CAUSE DI ROTTURA DELLA PALA O PARTE DI ESSA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. GITTATA – ANALISI TEORICA .....</b>	<b>9</b>
4.1. Traiettoria del frammento.....	9
4.2. Tempo di volo.....	9
4.3. Distanza percorsa .....	10
<b>5. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA DELLA PALA .....</b>	<b>11</b>
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>24</b>

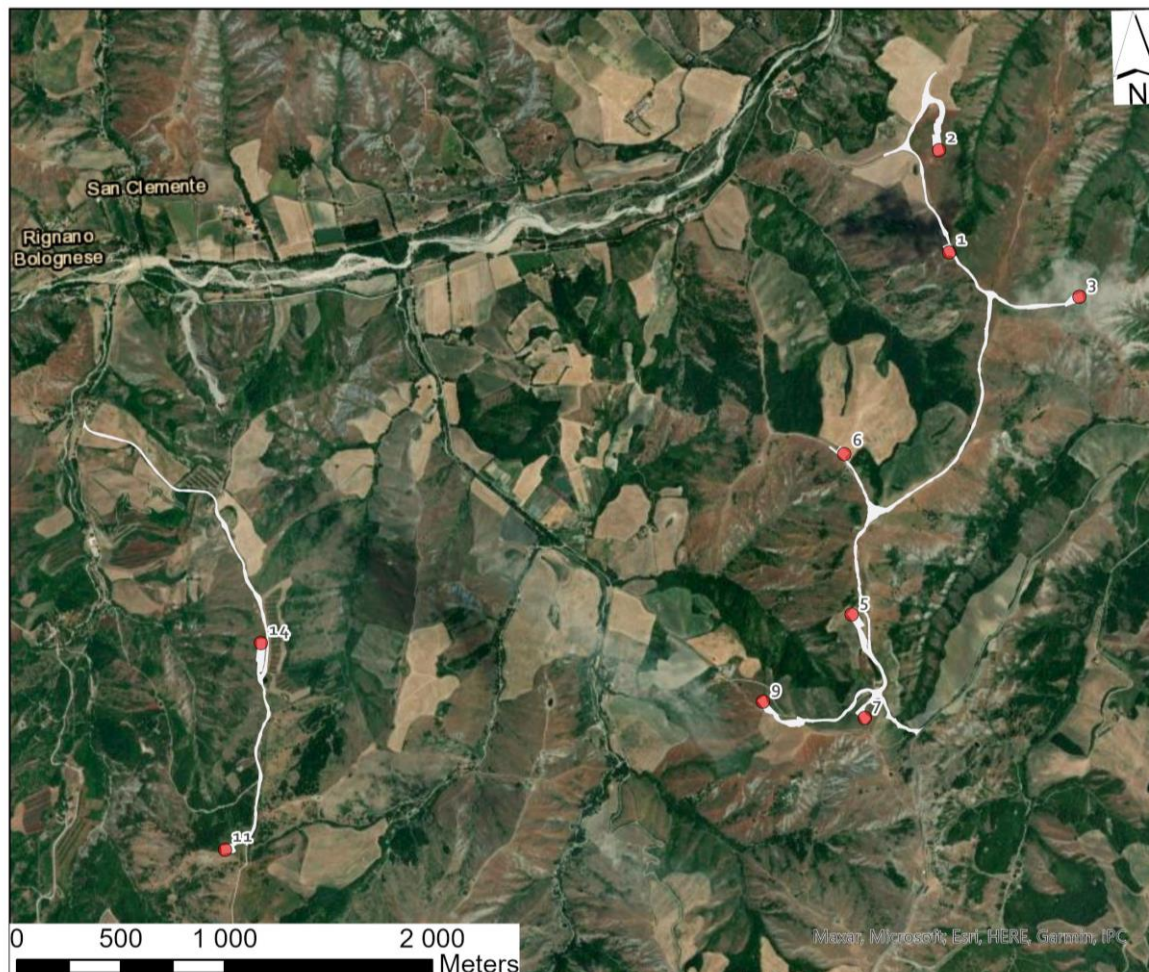
## Acronimi

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
IGM	Istituto Geografico Militare
WTG	Wind Turbine Generator

## 1. PREMESSA

Il parco eolico EMILIE sarà realizzato nel comune di Casalfiumanese (provincia di BOLOGNA), sarà costituito da 9 aerogeneratori modello Vestas V163-4,5 MW, della potenza nominale di 4,5 MW, con altezza torre pari a 113 m e diametro di 163 m, per una potenza totale di immissione pari a 40,5 MW.

Figura 1: Localizzazione impianto eolico “Emilie” su ortofoto



## 2. CENNI SUI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DI UN AEROGENERATORE

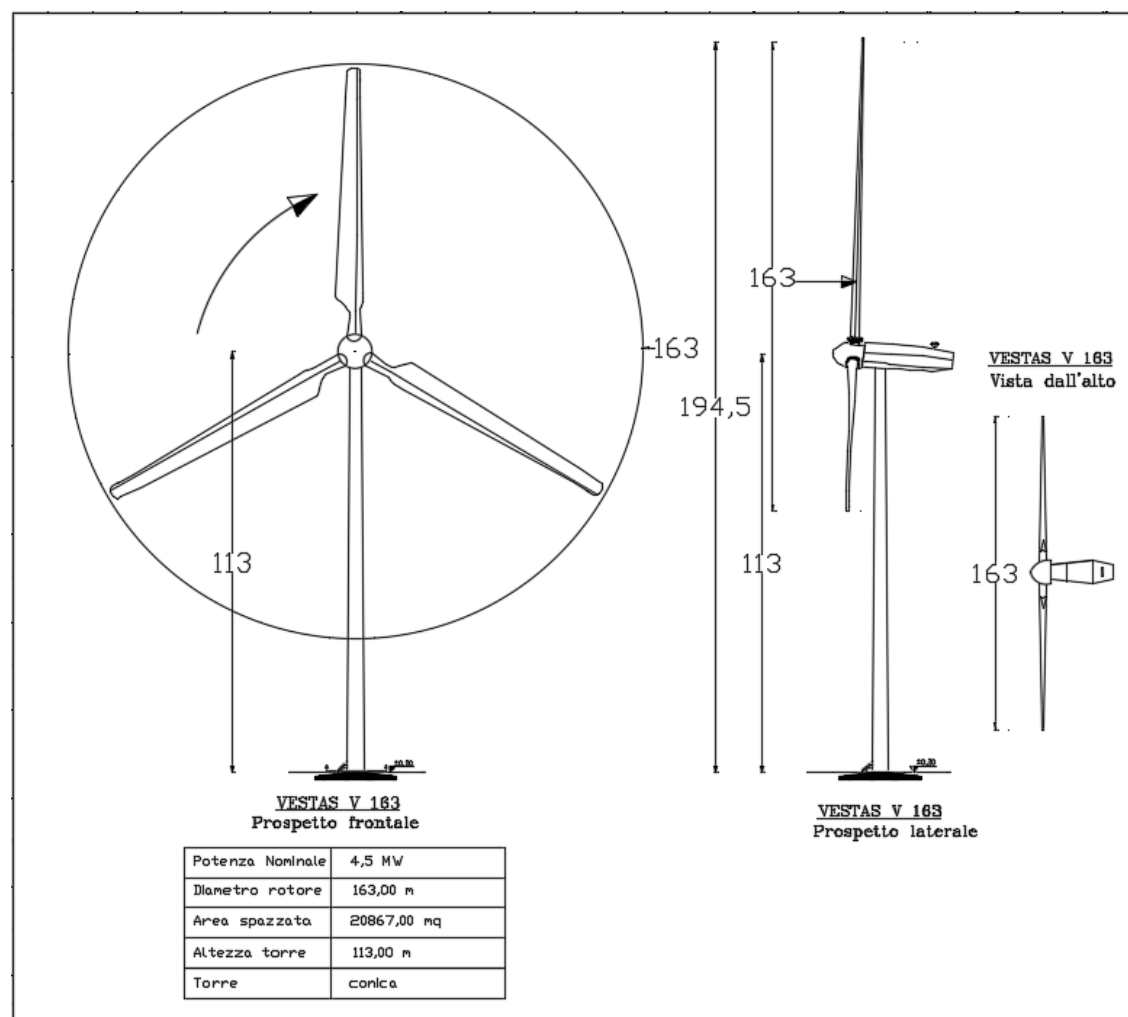
Gli aerogeneratori sono macchine che generano energia elettrica sfruttando forza del vento, sono costituiti da una torre, di solito formata da più pezzi uniti uno sull'altro, dalla navicella con all'interno il generatore e da tre pale, dette anche vele.

Per il progetto in esame saranno installate nove aerogeneratori Vestas 163-4,5 MW, con potenza nominale pari a 4,5 MW, altezza torre fino all'hub 113 m e diametro rotore 163 m con un'altezza totale di 194,5 m (Figura 2).

Oltre ai componenti su elencati, vi è un sistema di controllo che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

In accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), ognuna delle macchine è dotata di un sistema di illuminazione notturna per la segnalazione aerea, che prevede l'utilizzo di una luce rossa sull'estradosso della navicella.

**Figura 2: Profilo aerogeneratore V163-4,5MW**



Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori di progetto con il relativo inquadramento catastale.

**Tabella 1** Coordinate e Dati Catastali Aerogeneratori

ID	Comune	Coordinate WGS 1984 UTM 32 Nord		Foglio	Particella	D rotore [m]	Hhub [m]	Htot [m]
		Lat – [m]	Long [m]					
WTG1	Casalfiumanese	4910136.77	702111.50	25	25	163	113	194,5
WTG 2	Casalfiumanese	4910627.22	702063.54	21	40	163	113	194,5
WTG 3	Casalfiumanese	4909922.29	702739.52	22	53	163	113	194,5
WTG 5	Casalfiumanese	4908392.94	701642.90	36	9	163	113	194,5
WTG 6	Casalfiumanese	4909165.91	701607.31	26	21	163	113	194,5
WTG 7	Casalfiumanese	4907895.87	701704.73	36	31	163	113	194,5
WTG 9	Casalfiumanese	4907975.00	701215.38	37	23	163	113	194,5
WTG 11	Casalfiumanese	4907260.71	698623.89	48	7	163	113	194,5
WTG 14	Casalfiumanese	4908255.36	698797.90	32	85	163	113	194,5

### 3. CAUSE DI ROTTURA DELLA PALA O PARTE DI ESSA

La rottura accidentale di un aerogeneratore o distacco di una parte di esso può essere causato da uno dei seguenti motivi:

- masse di ghiaccio che si formano sull'elemento rotante;
- rottura meccanica dell'elemento rotante;
- verificarsi di fulminazioni.

Eventi di questo genere sono da considerarsi piuttosto rari, in quanto risulta essere bassa sia la probabilità del verificarsi degli stessi che eventuali conseguenze sfavorevoli nel caso dovessero avvenire; inoltre tale probabilità viene a diminuire ancor di più oggi grazie ad un crescente sviluppo tecnologico delle macchine ed ai relativi sistemi di sicurezza.

Nella presente trattazione la prima causa (produzione di masse di ghiaccio sulla pala), viene ritenuta trascurabile, date le condizioni meteorologiche presenti nella zona interessata dagli aerogeneratori del parco eolico in questione.

La seconda causa di malfunzionamento (rottura meccanica) può ritenersi un evento molto raro in quanto:

- ogni singolo aerogeneratore è dotato di un sistema di controllo e supervisione delle pale, in grado di gestire, in maniera automatica, in tempo reale ed a distanza, una serie di funzioni quali l'avvio, l'arresto in ogni condizione di emergenza, la produzione. Tale sistema è in grado di assicurare la protezione della singola turbina e di funzionare in maniera del tutto autonoma;
- ogni singola pala è connessa al mozzo tramite un collegamento rigido, in modo quasi da azzerare la probabilità di distacco della pala o di parte della stessa;
- le singole pale sono progettate utilizzando materiali in fibra di vetro e carbonio, rivestite con altri materiali quali poliestere o fibre epossidiche, che contribuiscono ad abbassare ulteriormente la probabilità di distacco;
- un minuzioso programma di manutenzione assicura per la singola pala la verifica di eventuali piccole fratture, in presenza delle quali si opta per la riparazione o eventuale sostituzione del pezzo danneggiato.

La causa che potrebbe verificarsi maggiormente riguarda le fulminazioni, che grazie alle nuove tecnologie viene a ridursi in quanto il sistema torre tubolare – navicella - rotore viene protetto con parafulmini e, in conformità alla norma CEI 81-1, la classe di protezione è la Classe I, la più alta, che garantisce in termini probabilistici una protezione del 98 %, (il 2% di probabilità che a fulminazione avvenuta si abbiano danni al sistema).

Pertanto si può affermare che la probabilità che si produca un danno al sistema con successivi incidenti è molto limitata se non addirittura nulla.



## 4. GITTATA – ANALISI TEORICA

La tecnologia costruttiva degli aerogeneratori è alquanto sofisticata, per cui la valutazione della gittata massima degli elementi di un aerogeneratore, in caso di rottura accidentale, comporta lo sviluppo di modelli di calcolo articolati e complessi.

I modelli teorici che meglio possono caratterizzare il moto nello spazio dei frammenti di pala o dell'intera pala possono essere ricondotti ai casi seguenti:

Primo caso: traiettoria a giavellotto con minore resistenza aerodinamica: Calcolo della gittata massima del generico frammento di ala, in assenza di moto rotazionale intorno ad un asse qualsiasi, con traiettoria del frammento complanare al rotore.

Secondo caso: traiettoria a giavellotto con maggiore resistenza aerodinamica: Calcolo della gittata massima del generico frammento di ala, sempre in assenza di moto rotazionale, intorno ad un asse qualsiasi, con traiettoria complanare al rotore e frammento ortogonale rispetto al piano del rotore.

Terzo caso: calcolo della gittata massima in presenza di moti di rotazione intorno a ciascuno dei tre assi principali del frammento stesso: In caso di rottura, infatti, per il principio di conservazione del momento angolare, il generico spezzone di pala tende a ruotare intorno all'asse ortogonale al proprio piano; inoltre, a causa delle diverse pressioni cinetiche esercitate dal vento, lo spezzone di pala tende anche a ruotare intorno a ciascuno dei due assi principali appartenenti al proprio piano.

Sicuramente le condizioni prese in considerazione nel 3° caso permettono senza dubbio un calcolo più preciso e maggiormente corrispondente al reale moto di una pala staccatasi dal rotore per cause accidentali esse inoltre forniscono, sperimentalmente, un valore di gittata di circa il 20% in meno di quella fornita dal caso 1. Però la risoluzione del 3° caso è più complessa e richiede la conoscenza di alcune caratteristiche degli aerogeneratori, non sempre fornite dai produttori, in quanto oggetto di brevetto.

Pertanto si è deciso di utilizzare il 1° caso, di facile soluzione e che fornisce un risultato maggiorato di circa il 20%, garantendo così un ulteriore margine di sicurezza.

### 4.1. Traiettoria del frammento

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.

### 4.2. Tempo di volo

Il tempo di volo generalmente è determinato:

- dalla componente verticale della velocità iniziale posseduta dalla pala/sezione di pala immediatamente dopo il distacco, in corrispondenza del suo punto baricentrico;
- dalla posizione rispetto al suolo;
- dall'accelerazione verticale;
- dalle forze di attrito agenti sulla pala/sezione di pala stessa.

Il tempo di volo che si deduce da tali considerazioni è utilizzato successivamente per il calcolo della distanza.

#### 4.3. Distanza percorsa

La distanza orizzontale percorsa nella fase di volo è determinata:

- dalla componente orizzontale della velocità immediatamente dopo il distacco;
- dalla velocità del vento nel momento del distacco;
- dalle forze di attrito che agiscono sulla pala/sezione-di-pala in volo;
- al tempo di volo.

## 5. CALCOLO DELLA GITTATA MASSIMA DELLA PALA

In questa parte di trattazione si intende valutare la gittata massima di una pala distaccata considerando solo parametri cinematici e geometrici per l'aerogeneratore di progetto.

In particolare, si analizza il moto bidimensionale parabolico della pala tenendo conto solo delle forze gravitazionali e supponendo trascurabile l'influenza dei vari agenti atmosferici, quali le forze di attrito dell'aria e quelle del vento; i risultati ottenuti possono essere estesi a qualsiasi piano contenente la direzione di distacco della pala data la simmetria cilindrica del problema.

Dette  $x_0, y_0$  le coordinate iniziali della pala al momento del distacco e considerati l'asse delle Y positivo verso l'alto e l'asse positivo delle X nello stesso verso del moto orizzontale della pala, le componenti dell'accelerazione saranno:

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

essendo  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Per le ipotesi fatte

$$x = x_0 + v_{x0} t \quad (1)$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_{y0} t + y_0 \quad (2)$$

Dalla relazione (1)

$$t = (x - x_0) / v_{x0}$$

Sostituendo tale ultimo valore nella relazione (2) si ottiene

$$y(x) = \frac{-g(x-x_0)^2}{2v_{x0}^2} + \frac{v_{y0}}{v_{x0}}(x-x_0) + y_0 \quad (3)$$

Detto  $\theta$  l'angolo di distacco, ovvero l'angolo formato dal vettore che definisce la distanza del centro di massa della pala dal centro del mozzo e l'asse orizzontale, le componenti del modulo della velocità  $v_0$  lungo x e y valgono rispettivamente:

$$x_{x0} = v_0 \sin \theta \quad v_{y0} = v_0 \cos \theta$$

Inoltre, al fine di determinare la traiettoria, si assume di studiare il moto del centro di massa della pala.

Detta L la lunghezza della pala e D il diametro rotorico, il centro di massa della pala si trova ad una distanza dal centro del mozzo pari a:

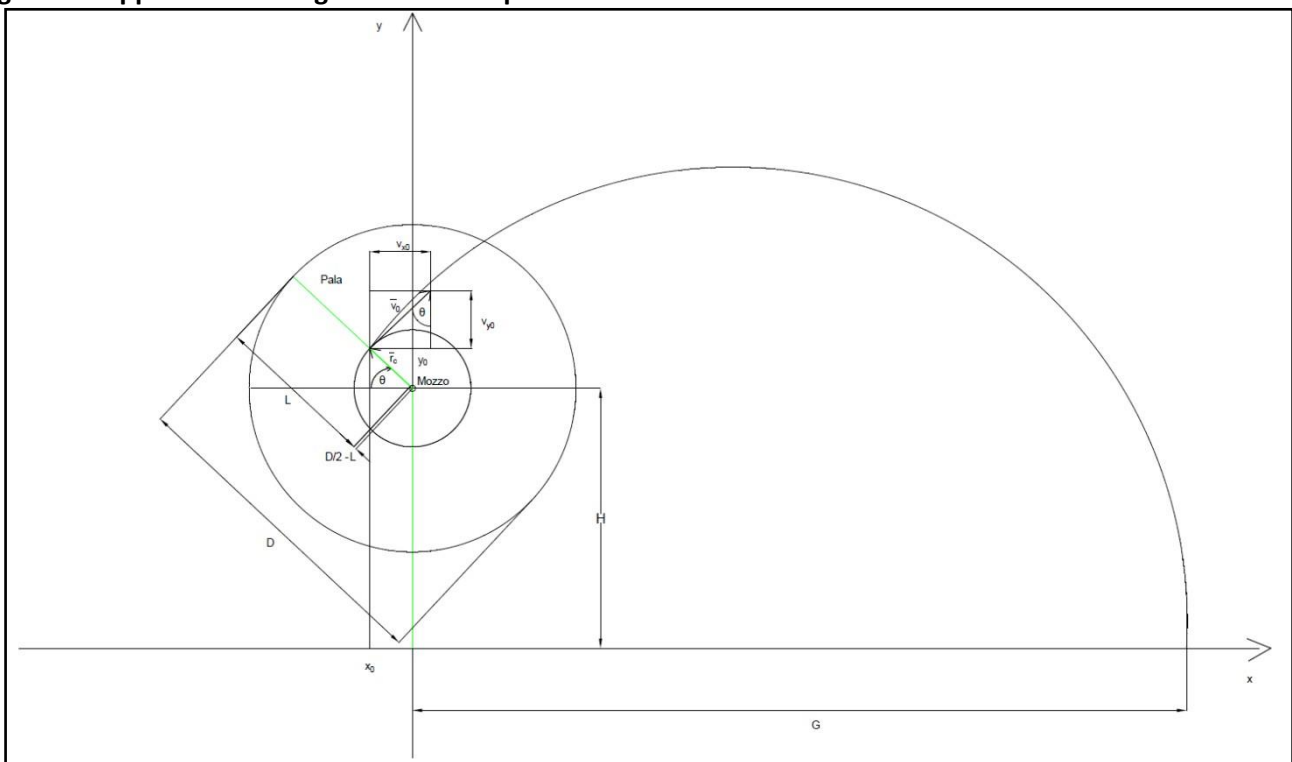
$$r_c = \frac{D-2L}{2} + \frac{1}{3}L$$

Detta H l'altezza dell'aerogeneratore al centro del mozzo, le coordinate iniziali della pala al momento del distacco possono essere espresse come segue:

$$x_0 = -r_c \cos \theta$$

$$y_0 = H + r_c \sin \theta = H + \left( \frac{D-2L}{2} + \frac{1}{3}L \right) \sin \theta$$

**Figura 3: Rappresentazione geometrica del problema**



Imponendo  $y = 0$  nella relazione (3), tenendo conto delle espressioni delle coordinate iniziali e delle componenti orizzontale e verticale della velocità iniziale della pala e risolvendo rispetto a x, si ottiene l'espressione della gittata nel caso bidimensionale

$$G(\theta) = \frac{v_0 \sin \theta}{g} \sqrt{v_0^2 \cos^2 \theta + 2 g r_c \sin \theta + 2 g H - r_c \cos \theta} + \frac{v_0^2}{g} \cos \theta \sin \theta$$

Dall'analisi svolta la gittata relativa alla pala dipende dai parametri  $\theta$ , H, D, L e  $v_0$ .

Considerando i dati tecnici dell'aerogeneratore di progetto, la frequenza massima di rotazione del rotore è pari a 10,6 giri/min.

Detta  $\omega$  la velocità angolare massima di esercizio (giri al minuto), la velocità di distacco della pala massima (in m/s) è data da

$$v_0 = \omega r_c = \frac{2 \pi \text{rpm}}{60} r_c$$

In definitiva, si assumono le seguenti ipotesi:

- $a_x = 0$ ; e  $a_y = -g = -9,8 \text{ m/s}^2$ ;
- le forze di resistenza dell'aria sono trascurate;
- $v_0 = 32,56 \text{ m/s}$ ;  $r_c = 29,33 \text{ m}$ ;  $\text{rpm} = 10 \text{ giri/min}$ ;
- $H = 135 \text{ m}$ ;  $L = 83,5 \text{ m}$ ;  $D = 170 \text{ m}$ .

Di seguito si riporta la tabella con i calcoli effettuati:

**Tabella 2 Calcolo Gittata Massima**

$\vartheta$	$X_0 \text{ (m)}$	$Y_0 \text{ (m)}$	$V_{x0} \text{ (m/s)}$	$V_{y0} \text{ (m/s)}$	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
0	-27,17	113,00	0,00	28,43	-27,17	27,17	27,17	81,50
1	-27,16	113,47	0,50	28,43	-22,94	31,40	22,94	77,27
2	-27,15	113,95	0,99	28,42	-18,70	35,64	18,70	73,03
3	-27,13	114,42	1,49	28,40	-14,44	39,89	14,44	68,78
4	-27,10	114,90	1,98	28,37	-10,18	44,15	10,18	64,52
5	-27,06	115,37	2,48	28,33	-5,92	48,41	5,92	60,25
6	-27,02	115,84	2,97	28,28	-1,66	52,68	1,66	55,99
7	-26,96	116,31	3,47	28,22	2,60	56,94	2,60	56,94
8	-26,90	116,78	3,96	28,16	6,86	61,19	6,86	61,19
9	-26,83	117,25	4,45	28,08	11,10	65,44	11,10	65,44
10	-26,75	117,72	4,94	28,00	15,34	69,67	15,34	69,67
11	-26,67	118,18	5,43	27,91	19,55	73,89	19,55	73,89
12	-26,57	118,65	5,91	27,81	23,75	78,08	23,75	78,08
13	-26,47	119,11	6,40	27,71	27,92	82,26	27,92	82,26
14	-26,36	119,57	6,88	27,59	32,07	86,41	32,07	86,41
15	-26,24	120,03	7,36	27,47	36,20	90,53	36,20	90,53
16	-26,11	120,49	7,84	27,33	40,29	94,62	40,29	94,62
17	-25,98	120,94	8,31	27,19	44,34	98,67	44,34	98,67
18	-25,84	121,40	8,79	27,04	48,36	102,69	48,36	102,69
19	-25,69	121,84	9,26	26,89	52,34	106,67	52,34	106,67
20	-25,53	122,29	9,73	26,72	56,27	110,61	56,27	110,61
21	-25,36	122,74	10,19	26,55	60,17	114,50	60,17	114,50
22	-25,19	123,18	10,65	26,36	64,01	118,34	64,01	118,34

$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
23	-25,01	123,61	11,11	26,17	67,80	122,13	67,80	122,13
24	-24,82	124,05	11,57	25,98	71,54	125,87	71,54	125,87
25	-24,62	124,48	12,02	25,77	75,22	129,55	75,22	129,55
26	-24,42	124,91	12,46	25,56	78,85	133,18	78,85	133,18
27	-24,21	125,33	12,91	25,34	82,41	136,74	82,41	136,74
28	-23,99	125,75	13,35	25,11	85,91	140,25	85,91	140,25
29	-23,76	126,17	13,79	24,87	89,35	143,68	89,35	143,68
30	-23,53	126,58	14,22	24,62	92,72	147,05	92,72	147,05
31	-23,29	126,99	14,64	24,37	96,02	150,36	96,02	150,36
32	-23,04	127,40	15,07	24,11	99,26	153,59	99,26	153,59
33	-22,78	127,80	15,49	23,85	102,42	156,75	102,42	156,75
34	-22,52	128,19	15,90	23,57	105,50	159,84	105,50	159,84
35	-22,25	128,58	16,31	23,29	108,52	162,85	108,52	162,85
36	-21,98	128,97	16,71	23,00	111,45	165,78	111,45	165,78
37	-21,70	129,35	17,11	22,71	114,31	168,64	114,31	168,64
38	-21,41	129,73	17,51	22,41	117,09	171,42	117,09	171,42
39	-21,11	130,10	17,89	22,10	119,78	174,12	119,78	174,12
40	-20,81	130,46	18,28	21,78	122,40	176,73	122,40	176,73
41	-20,50	130,82	18,65	21,46	124,93	179,27	124,93	179,27
42	-20,19	131,18	19,03	21,13	127,38	181,72	127,38	181,72
43	-19,87	131,53	19,39	20,80	129,75	184,08	129,75	184,08
44	-19,54	131,87	19,75	20,45	132,03	186,36	132,03	186,36
45	-19,21	132,21	20,11	20,11	134,22	188,56	134,22	188,56
46	-18,87	132,54	20,45	19,75	136,33	190,67	136,33	190,67
47	-18,53	132,87	20,80	19,39	138,36	192,69	138,36	192,69
48	-18,18	133,19	21,13	19,03	140,30	194,63	140,30	194,63
49	-17,82	133,50	21,46	18,65	142,15	196,48	142,15	196,48
50	-17,46	133,81	21,78	18,28	143,91	198,24	143,91	198,24
51	-17,10	134,11	22,10	17,89	145,59	199,92	145,59	199,92
52	-16,73	134,41	22,41	17,51	147,18	201,51	147,18	201,51
53	-16,35	134,70	22,71	17,11	148,68	203,02	148,68	203,02
54	-15,97	134,98	23,00	16,71	150,10	204,44	150,10	204,44
55	-15,58	135,25	23,29	16,31	151,44	205,77	151,44	205,77
56	-15,19	135,52	23,57	15,90	152,68	207,02	152,68	207,02
57	-14,80	135,78	23,85	15,49	153,85	208,18	153,85	208,18
58	-14,40	136,04	24,11	15,07	154,93	209,26	154,93	209,26
59	-13,99	136,29	24,37	14,64	155,92	210,25	155,92	210,25
60	-13,58	136,53	24,62	14,22	156,83	211,17	156,83	211,17
61	-13,17	136,76	24,87	13,79	157,67	212,00	157,67	212,00
62	-12,75	136,99	25,11	13,35	158,42	212,75	158,42	212,75
63	-12,33	137,21	25,34	12,91	159,09	213,42	159,09	213,42

$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
64	-11,91	137,42	25,56	12,46	159,68	214,01	159,68	214,01
65	-11,48	137,62	25,77	12,02	160,19	214,53	160,19	214,53
66	-11,05	137,82	25,98	11,57	160,63	214,96	160,63	214,96
67	-10,61	138,01	26,17	11,11	160,99	215,33	160,99	215,33
68	-10,18	138,19	26,36	10,65	161,28	215,62	161,28	215,62
69	-9,74	138,36	26,55	10,19	161,50	215,83	161,50	215,83
70	-9,29	138,53	26,72	9,73	161,64	215,98	161,64	215,98
71	-8,84	138,69	26,89	9,26	161,72	216,05	161,72	216,05
72	-8,39	138,84	27,04	8,79	161,73	216,06	161,73	216,06
73	-7,94	138,98	27,19	8,31	161,67	216,00	161,67	216,00
74	-7,49	139,11	27,33	7,84	161,54	215,88	161,54	215,88
75	-7,03	139,24	27,47	7,36	161,35	215,69	161,35	215,69
76	-6,57	139,36	27,59	6,88	161,10	215,44	161,10	215,44
77	-6,11	139,47	27,71	6,40	160,79	215,12	160,79	215,12
78	-5,65	139,57	27,81	5,91	160,42	214,75	160,42	214,75
79	-5,18	139,67	27,91	5,43	159,99	214,33	159,99	214,33
80	-4,72	139,75	28,00	4,94	159,51	213,84	159,51	213,84
81	-4,25	139,83	28,08	4,45	158,98	213,31	158,98	213,31
82	-3,78	139,90	28,16	3,96	158,39	212,72	158,39	212,72
83	-3,31	139,96	28,22	3,47	157,75	212,08	157,75	212,08
84	-2,84	140,02	28,28	2,97	157,06	211,39	157,06	211,39
85	-2,37	140,06	28,33	2,48	156,32	210,66	156,32	210,66
86	-1,90	140,10	28,37	1,98	155,54	209,88	155,54	209,88
87	-1,42	140,13	28,40	1,49	154,72	209,05	154,72	209,05
88	-0,95	140,15	28,42	0,99	153,85	208,19	153,85	208,19
89	-0,47	140,16	28,43	0,50	152,95	207,28	152,95	207,28
90	0,00	140,17	28,43	0,00	152,00	206,33	152,00	206,33
91	0,47	140,16	28,43	-0,50	151,02	205,35	151,02	205,35
92	0,95	140,15	28,42	-0,99	150,00	204,33	150,00	204,33
93	1,42	140,13	28,40	-1,49	148,95	203,28	148,95	203,28
94	1,90	140,10	28,37	-1,98	147,86	202,20	147,86	202,20
95	2,37	140,06	28,33	-2,48	146,75	201,08	146,75	201,08
96	2,84	140,02	28,28	-2,97	145,60	199,94	145,60	199,94
97	3,31	139,96	28,22	-3,47	144,43	198,76	144,43	198,76
98	3,78	139,90	28,16	-3,96	143,23	197,56	143,23	197,56
99	4,25	139,83	28,08	-4,45	142,01	196,34	142,01	196,34
100	4,72	139,75	28,00	-4,94	140,76	195,09	140,76	195,09
101	5,18	139,67	27,91	-5,43	139,49	193,82	139,49	193,82
102	5,65	139,57	27,81	-5,91	138,20	192,53	138,20	192,53
103	6,11	139,47	27,71	-6,40	136,88	191,22	136,88	191,22
104	6,57	139,36	27,59	-6,88	135,55	189,89	135,55	189,89

$\varnothing$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
105	7,03	139,24	27,47	-7,36	134,21	188,54	134,21	188,54
106	7,49	139,11	27,33	-7,84	132,84	187,18	132,84	187,18
107	7,94	138,98	27,19	-8,31	131,46	185,80	131,46	185,80
108	8,39	138,84	27,04	-8,79	130,07	184,41	130,07	184,41
109	8,84	138,69	26,89	-9,26	128,67	183,00	128,67	183,00
110	9,29	138,53	26,72	-9,73	127,25	181,58	127,25	181,58
111	9,74	138,36	26,55	-10,19	125,82	180,16	125,82	180,16
112	10,18	138,19	26,36	-10,65	124,38	178,72	124,38	178,72
113	10,61	138,01	26,17	-11,11	122,94	177,27	122,94	177,27
114	11,05	137,82	25,98	-11,57	121,48	175,82	121,48	175,82
115	11,48	137,62	25,77	-12,02	120,02	174,35	120,02	174,35
116	11,91	137,42	25,56	-12,46	118,55	172,88	118,55	172,88
117	12,33	137,21	25,34	-12,91	117,08	171,41	117,08	171,41
118	12,75	136,99	25,11	-13,35	115,60	169,93	115,60	169,93
119	13,17	136,76	24,87	-13,79	114,11	168,45	114,11	168,45
120	13,58	136,53	24,62	-14,22	112,62	166,96	112,62	166,96
121	13,99	136,29	24,37	-14,64	111,13	165,47	111,13	165,47
122	14,40	136,04	24,11	-15,07	109,64	163,97	109,64	163,97
123	14,80	135,78	23,85	-15,49	108,15	162,48	108,15	162,48
124	15,19	135,52	23,57	-15,90	106,65	160,98	106,65	160,98
125	15,58	135,25	23,29	-16,31	105,15	159,49	105,15	159,49
126	15,97	134,98	23,00	-16,71	103,66	157,99	103,66	157,99
127	16,35	134,70	22,71	-17,11	102,16	156,49	102,16	156,49
128	16,73	134,41	22,41	-17,51	100,66	154,99	100,66	154,99
129	17,10	134,11	22,10	-17,89	99,17	153,50	99,17	153,50
130	17,46	133,81	21,78	-18,28	97,67	152,00	97,67	152,00
131	17,82	133,50	21,46	-18,65	96,18	150,51	96,18	150,51
132	18,18	133,19	21,13	-19,03	94,69	149,02	94,69	149,02
133	18,53	132,87	20,80	-19,39	93,20	147,53	93,20	147,53
134	18,87	132,54	20,45	-19,75	91,71	146,04	91,71	146,04
135	19,21	132,21	20,11	-20,11	90,23	144,56	90,23	144,56
136	19,54	131,87	19,75	-20,45	88,75	143,08	88,75	143,08
137	19,87	131,53	19,39	-20,80	87,27	141,60	87,27	141,60
138	20,19	131,18	19,03	-21,13	85,79	140,13	85,79	140,13
139	20,50	130,82	18,65	-21,46	84,32	138,66	84,32	138,66
140	20,81	130,46	18,28	-21,78	82,85	137,19	82,85	137,19
141	21,11	130,10	17,89	-22,10	81,39	135,72	81,39	135,72
142	21,41	129,73	17,51	-22,41	79,93	134,26	79,93	134,26
143	21,70	129,35	17,11	-22,71	78,48	132,81	78,48	132,81
144	21,98	128,97	16,71	-23,00	77,02	131,36	77,02	131,36
145	22,25	128,58	16,31	-23,29	75,58	129,91	75,58	129,91



$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
146	22,52	128,19	15,90	-23,57	74,13	128,47	74,13	128,47
147	22,78	127,80	15,49	-23,85	72,69	127,03	72,69	127,03
148	23,04	127,40	15,07	-24,11	71,26	125,59	71,26	125,59
149	23,29	126,99	14,64	-24,37	69,83	124,16	69,83	124,16
150	23,53	126,58	14,22	-24,63	68,40	122,73	68,40	122,73
151	23,76	126,17	13,79	-24,87	66,98	121,31	66,98	121,31
152	23,99	125,75	13,35	-25,11	65,56	119,89	65,56	119,89
153	24,21	125,33	12,91	-25,34	64,14	118,48	64,14	118,48
154	24,42	124,91	12,46	-25,56	62,73	117,07	62,73	117,07
155	24,62	124,48	12,02	-25,77	61,33	115,66	61,33	115,66
156	24,82	124,05	11,57	-25,98	59,93	114,26	59,93	114,26
157	25,01	123,61	11,11	-26,17	58,53	112,86	58,53	112,86
158	25,19	123,18	10,65	-26,36	57,13	111,47	57,13	111,47
159	25,36	122,74	10,19	-26,55	55,74	110,07	55,74	110,07
160	25,53	122,29	9,73	-26,72	54,35	108,69	54,35	108,69
161	25,69	121,84	9,26	-26,89	52,97	107,30	52,97	107,30
162	25,84	121,40	8,79	-27,04	51,59	105,92	51,59	105,92
163	25,98	120,94	8,31	-27,19	50,21	104,55	50,21	104,55
164	26,11	120,49	7,84	-27,33	48,84	103,17	48,84	103,17
165	26,24	120,03	7,36	-27,47	47,47	101,80	47,47	101,80
166	26,36	119,57	6,88	-27,59	46,10	100,43	46,10	100,43
167	26,47	119,11	6,40	-27,71	44,74	99,07	44,74	99,07
168	26,57	118,65	5,91	-27,81	43,37	97,71	43,37	97,71
169	26,67	118,18	5,43	-27,91	42,01	96,35	42,01	96,35
170	26,75	117,72	4,94	-28,00	40,66	94,99	40,66	94,99
171	26,83	117,25	4,45	-28,08	39,30	93,63	39,30	93,63
172	26,90	116,78	3,96	-28,16	37,95	92,28	37,95	92,28
173	26,96	116,31	3,47	-28,22	36,59	90,93	36,59	90,93
174	27,02	115,84	2,97	-28,28	35,24	89,58	35,24	89,58
175	27,06	115,37	2,48	-28,33	33,90	88,23	33,90	88,23
176	27,10	114,90	1,98	-28,37	32,55	86,88	32,55	86,88
177	27,13	114,42	1,49	-28,40	31,20	85,53	31,20	85,53
178	27,15	113,95	0,99	-28,42	29,86	84,19	29,86	84,19
179	27,16	113,47	0,50	-28,43	28,51	82,84	28,51	82,84
180	27,17	113,00	0,00	-28,43	27,17	81,50	27,17	81,50
181	27,16	112,53	-0,50	-28,43	25,82	80,16	25,82	80,16
182	27,15	112,05	-0,99	-28,42	24,48	78,81	24,48	78,81
183	27,13	111,58	-1,49	-28,40	23,13	77,47	23,13	77,47
184	27,10	111,10	-1,98	-28,37	21,79	76,12	21,79	76,12
185	27,06	110,63	-2,48	-28,33	20,44	74,78	20,44	74,78
186	27,02	110,16	-2,97	-28,28	19,10	73,43	19,10	73,43

$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
187	26,96	109,69	-3,47	-28,22	17,75	72,09	17,75	72,09
188	26,90	109,22	-3,96	-28,16	16,40	70,74	16,40	70,74
189	26,83	108,75	-4,45	-28,08	15,05	69,39	15,05	69,39
190	26,75	108,28	-4,94	-28,00	13,70	68,04	13,70	68,04
191	26,67	107,82	-5,43	-27,91	12,35	66,68	12,35	66,68
192	26,57	107,35	-5,91	-27,81	10,99	65,33	10,99	65,33
193	26,47	106,89	-6,40	-27,71	9,64	63,97	9,64	63,97
194	26,36	106,43	-6,88	-27,59	8,28	62,61	8,28	62,61
195	26,24	105,97	-7,36	-27,47	6,91	61,25	6,91	61,25
196	26,11	105,51	-7,84	-27,33	5,55	59,88	5,55	59,88
197	25,98	105,06	-8,31	-27,19	4,18	58,51	4,18	58,51
198	25,84	104,61	-8,79	-27,04	2,80	57,14	2,80	57,14
199	25,69	104,16	-9,26	-26,89	1,42	55,76	1,42	55,76
200	25,53	103,71	-9,73	-26,72	0,04	54,38	0,04	54,38
201	25,36	103,26	-10,19	-26,55	-1,34	52,99	1,34	55,68
202	25,19	102,82	-10,65	-26,36	-2,74	51,60	2,74	57,07
203	25,01	102,39	-11,11	-26,17	-4,13	50,20	4,13	58,46
204	24,82	101,95	-11,57	-25,98	-5,53	48,80	5,53	59,87
205	24,62	101,52	-12,02	-25,77	-6,94	47,39	6,94	61,27
206	24,42	101,09	-12,46	-25,56	-8,35	45,98	8,35	62,69
207	24,21	100,67	-12,91	-25,34	-9,77	44,56	9,77	64,11
208	23,99	100,25	-13,35	-25,11	-11,20	43,14	11,20	65,53
209	23,76	99,83	-13,79	-24,87	-12,63	41,70	12,63	66,96
210	23,53	99,42	-14,22	-24,63	-14,07	40,26	14,07	68,40
211	23,29	99,01	-14,64	-24,37	-15,51	38,82	15,51	69,85
212	23,04	98,60	-15,07	-24,11	-16,97	37,36	16,97	71,30
213	22,78	98,20	-15,49	-23,85	-18,43	35,90	18,43	72,76
214	22,52	97,81	-15,90	-23,57	-19,90	34,43	19,90	74,23
215	22,25	97,42	-16,31	-23,29	-21,38	32,96	21,38	75,71
216	21,98	97,03	-16,71	-23,00	-22,86	31,47	22,86	77,20
217	21,70	96,65	-17,11	-22,71	-24,36	29,97	24,36	78,69
218	21,41	96,27	-17,51	-22,41	-25,87	28,47	25,87	80,20
219	21,11	95,90	-17,89	-22,10	-27,38	26,95	27,38	81,71
220	20,81	95,54	-18,28	-21,78	-28,90	25,43	28,90	83,24
221	20,50	95,18	-18,65	-21,46	-30,44	23,90	30,44	84,77
222	20,19	94,82	-19,03	-21,13	-31,98	22,35	31,98	86,32
223	19,87	94,47	-19,39	-20,80	-33,54	20,80	33,54	87,87
224	19,54	94,13	-19,75	-20,45	-35,10	19,23	35,10	89,44
225	19,21	93,79	-20,11	-20,11	-36,68	17,65	36,68	91,01
226	18,87	93,46	-20,45	-19,75	-38,27	16,07	38,27	92,60
227	18,53	93,13	-20,80	-19,39	-39,87	14,47	39,87	94,20

$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
228	18,18	92,81	-21,13	-19,03	-41,48	12,85	41,48	95,81
229	17,82	92,50	-21,46	-18,65	-43,10	11,23	43,10	97,44
230	17,46	92,19	-21,78	-18,28	-44,74	9,60	44,74	99,07
231	17,10	91,89	-22,10	-17,89	-46,39	7,95	46,39	100,72
232	16,73	91,59	-22,41	-17,51	-48,05	6,29	48,05	102,38
233	16,35	91,30	-22,71	-17,11	-49,72	4,61	49,72	104,05
234	15,97	91,02	-23,00	-16,71	-51,40	2,93	51,40	105,74
235	15,58	90,75	-23,29	-16,31	-53,10	1,23	53,10	107,44
236	15,19	90,48	-23,57	-15,90	-54,81	-0,48	54,81	109,15
237	14,80	90,22	-23,85	-15,49	-56,54	-2,21	56,54	110,87
238	14,40	89,96	-24,11	-15,07	-58,28	-3,94	58,28	112,61
239	13,99	89,71	-24,37	-14,64	-60,03	-5,69	60,03	114,36
240	13,58	89,47	-24,62	-14,22	-61,79	-7,46	61,79	116,12
241	13,17	89,24	-24,87	-13,79	-63,57	-9,23	63,57	117,90
242	12,75	89,01	-25,11	-13,35	-65,36	-11,02	65,36	119,69
243	12,33	88,79	-25,34	-12,91	-67,16	-12,83	67,16	121,49
244	11,91	88,58	-25,56	-12,46	-68,98	-14,64	68,98	123,31
245	11,48	88,38	-25,77	-12,02	-70,80	-16,47	70,80	125,14
246	11,05	88,18	-25,98	-11,57	-72,64	-18,31	72,64	126,98
247	10,61	87,99	-26,17	-11,11	-74,50	-20,16	74,50	128,83
248	10,18	87,81	-26,36	-10,65	-76,36	-22,03	76,36	130,69
249	9,74	87,64	-26,55	-10,19	-78,24	-23,90	78,24	132,57
250	9,29	87,47	-26,72	-9,73	-80,12	-25,79	80,12	134,46
251	8,84	87,31	-26,89	-9,26	-82,02	-27,69	82,02	136,35
252	8,39	87,16	-27,04	-8,79	-83,93	-29,59	83,93	138,26
253	7,94	87,02	-27,19	-8,31	-85,84	-31,51	85,84	140,18
254	7,49	86,89	-27,33	-7,84	-87,77	-33,43	87,77	142,10
255	7,03	86,76	-27,47	-7,36	-89,70	-35,37	89,70	144,03
256	6,57	86,64	-27,59	-6,88	-91,64	-37,31	91,64	145,97
257	6,11	86,53	-27,71	-6,40	-93,59	-39,25	93,59	147,92
258	5,65	86,43	-27,81	-5,91	-95,54	-41,20	95,54	149,87
259	5,18	86,33	-27,91	-5,43	-97,49	-43,16	97,49	151,83
260	4,72	86,25	-28,00	-4,94	-99,45	-45,12	99,45	153,79
261	4,25	86,17	-28,08	-4,45	-101,41	-47,08	101,41	155,75
262	3,78	86,10	-28,16	-3,96	-103,38	-49,04	103,38	157,71
263	3,31	86,04	-28,22	-3,47	-105,34	-51,01	105,34	159,67
264	2,84	85,98	-28,28	-2,97	-107,30	-52,97	107,30	161,63
265	2,37	85,94	-28,33	-2,48	-109,26	-54,92	109,26	163,59
266	1,90	85,90	-28,37	-1,98	-111,21	-56,88	111,21	165,54
267	1,42	85,87	-28,40	-1,49	-113,16	-58,83	113,16	167,49
268	0,95	85,85	-28,42	-0,99	-115,10	-60,76	115,10	169,43

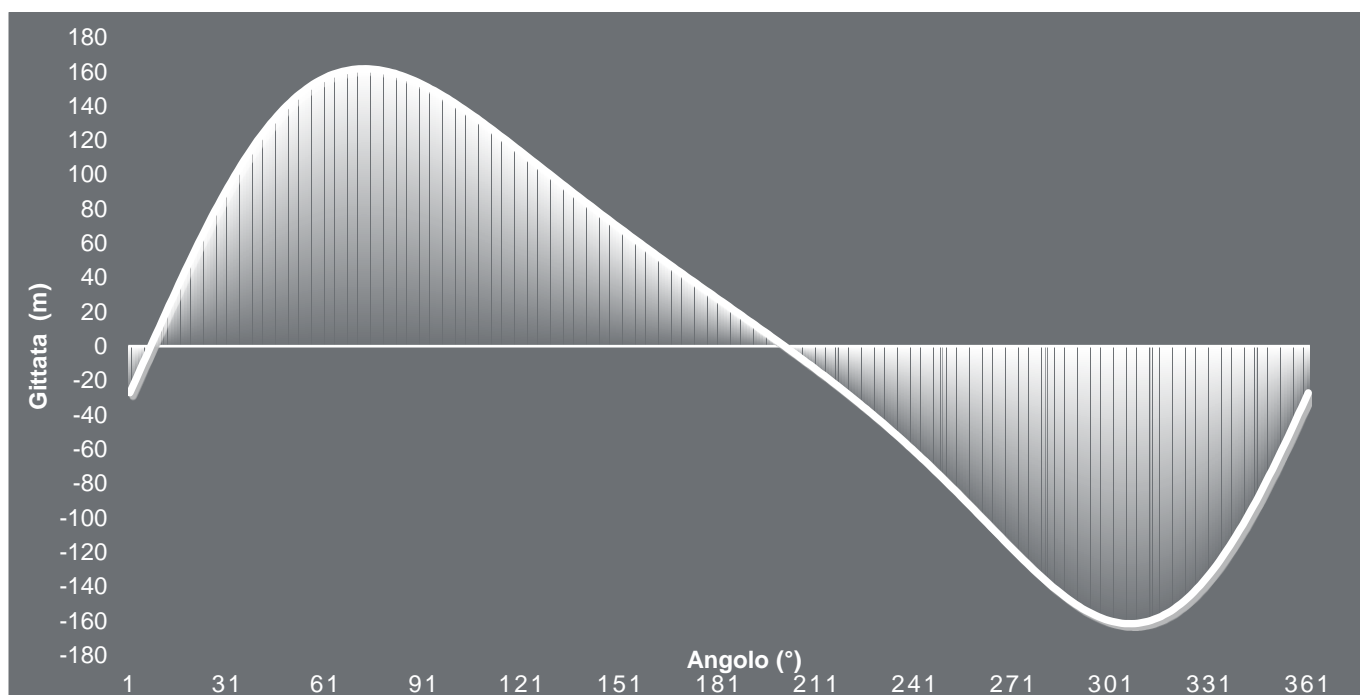
$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
269	0,47	85,84	-28,43	-0,50	-117,03	-62,69	117,03	171,36
270	0,00	85,83	-28,43	0,00	-118,95	-64,61	118,95	173,28
271	-0,47	85,84	-28,43	0,50	-120,85	-66,52	120,85	175,19
272	-0,95	85,85	-28,42	0,99	-122,74	-68,41	122,74	177,08
273	-1,42	85,87	-28,40	1,49	-124,62	-70,28	124,62	178,95
274	-1,90	85,90	-28,37	1,98	-126,47	-72,14	126,47	180,80
275	-2,37	85,94	-28,33	2,48	-128,31	-73,97	128,31	182,64
276	-2,84	85,98	-28,28	2,97	-130,12	-75,78	130,11	184,45
277	-3,31	86,04	-28,22	3,47	-131,90	-77,57	131,90	186,23
278	-3,78	86,10	-28,16	3,96	-133,66	-79,32	133,66	187,99
279	-4,25	86,17	-28,08	4,45	-135,38	-81,05	135,38	189,72
280	-4,72	86,25	-28,00	4,94	-137,08	-82,74	137,08	191,41
281	-5,18	86,33	-27,91	5,43	-138,73	-84,40	138,73	193,07
282	-5,65	86,43	-27,81	5,91	-140,36	-86,02	140,36	194,69
283	-6,11	86,53	-27,71	6,40	-141,94	-87,60	141,94	196,27
284	-6,57	86,64	-27,59	6,88	-143,48	-89,14	143,48	197,81
285	-7,03	86,76	-27,47	7,36	-144,97	-90,64	144,97	199,30
286	-7,49	86,89	-27,33	7,84	-146,42	-92,08	146,42	200,75
287	-7,94	87,02	-27,19	8,31	-147,82	-93,48	147,82	202,15
288	-8,39	87,16	-27,04	8,79	-149,16	-94,83	149,16	203,49
289	-8,84	87,31	-26,89	9,26	-150,45	-96,12	150,45	204,78
290	-9,29	87,47	-26,72	9,73	-151,68	-97,35	151,68	206,02
291	-9,74	87,64	-26,55	10,19	-152,86	-98,52	152,86	207,19
292	-10,18	87,81	-26,36	10,65	-153,97	-99,63	153,97	208,30
293	-10,61	87,99	-26,17	11,11	-155,01	-100,68	155,01	209,35
294	-11,05	88,18	-25,98	11,57	-155,99	-101,66	155,99	210,33
295	-11,48	88,38	-25,77	12,02	-156,90	-102,57	156,90	211,24
296	-11,91	88,58	-25,56	12,46	-157,74	-103,41	157,74	212,07
297	-12,33	88,79	-25,34	12,91	-158,51	-104,17	158,50	212,84
298	-12,75	89,01	-25,11	13,35	-159,19	-104,86	159,19	213,53
299	-13,17	89,24	-24,87	13,79	-159,80	-105,47	159,80	214,14
300	-13,58	89,47	-24,62	14,22	-160,33	-106,00	160,33	214,67
301	-13,99	89,71	-24,37	14,64	-160,78	-106,45	160,78	215,11
302	-14,40	89,96	-24,11	15,07	-161,15	-106,81	161,15	215,48
303	-14,80	90,22	-23,85	15,49	-161,42	-107,09	161,42	215,76
304	-15,19	90,48	-23,57	15,90	-161,61	-107,28	161,61	215,95
305	-15,58	90,75	-23,29	16,31	-161,72	-107,38	161,71	216,05
306	-15,97	91,02	-23,00	16,71	-161,73	-107,39	161,72	216,06
307	-16,35	91,30	-22,71	17,11	-161,64	-107,31	161,64	215,98
308	-16,73	91,59	-22,41	17,51	-161,47	-107,13	161,47	215,80
309	-17,10	91,89	-22,10	17,89	-161,20	-106,86	161,20	215,53

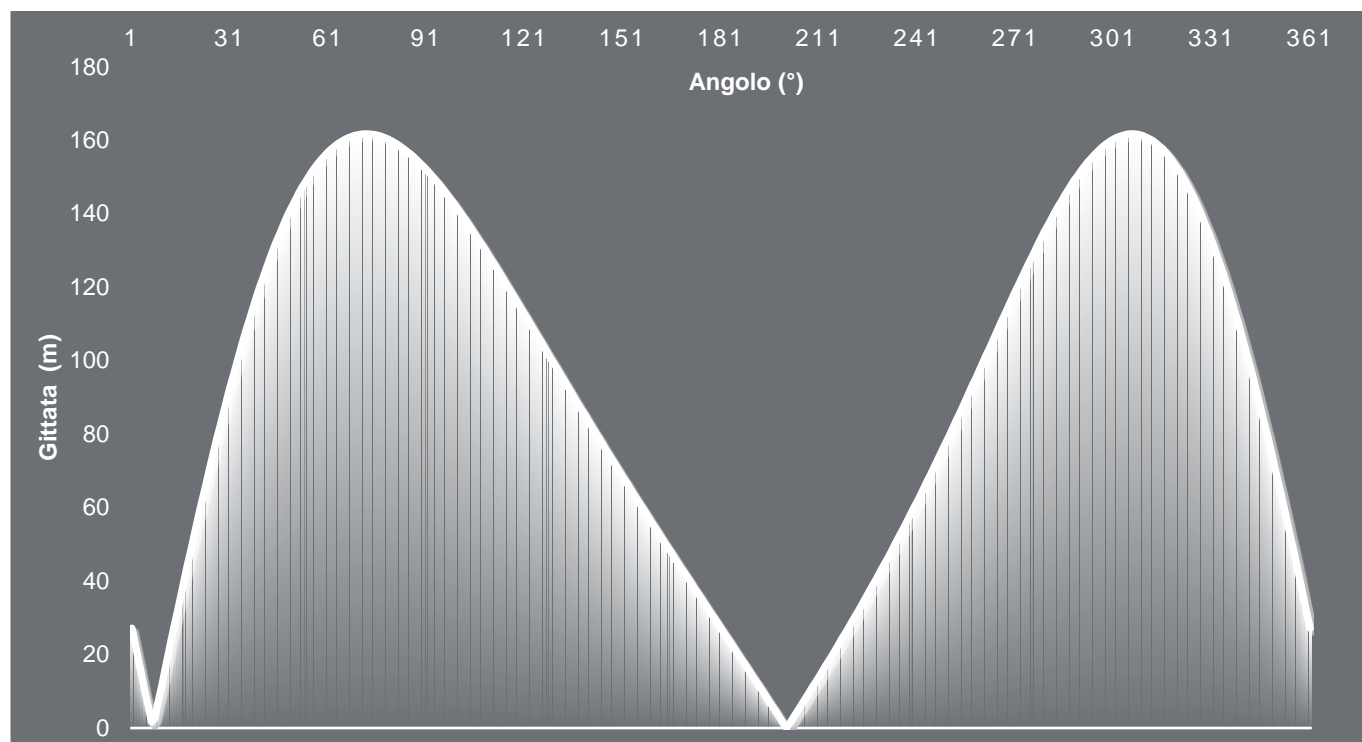
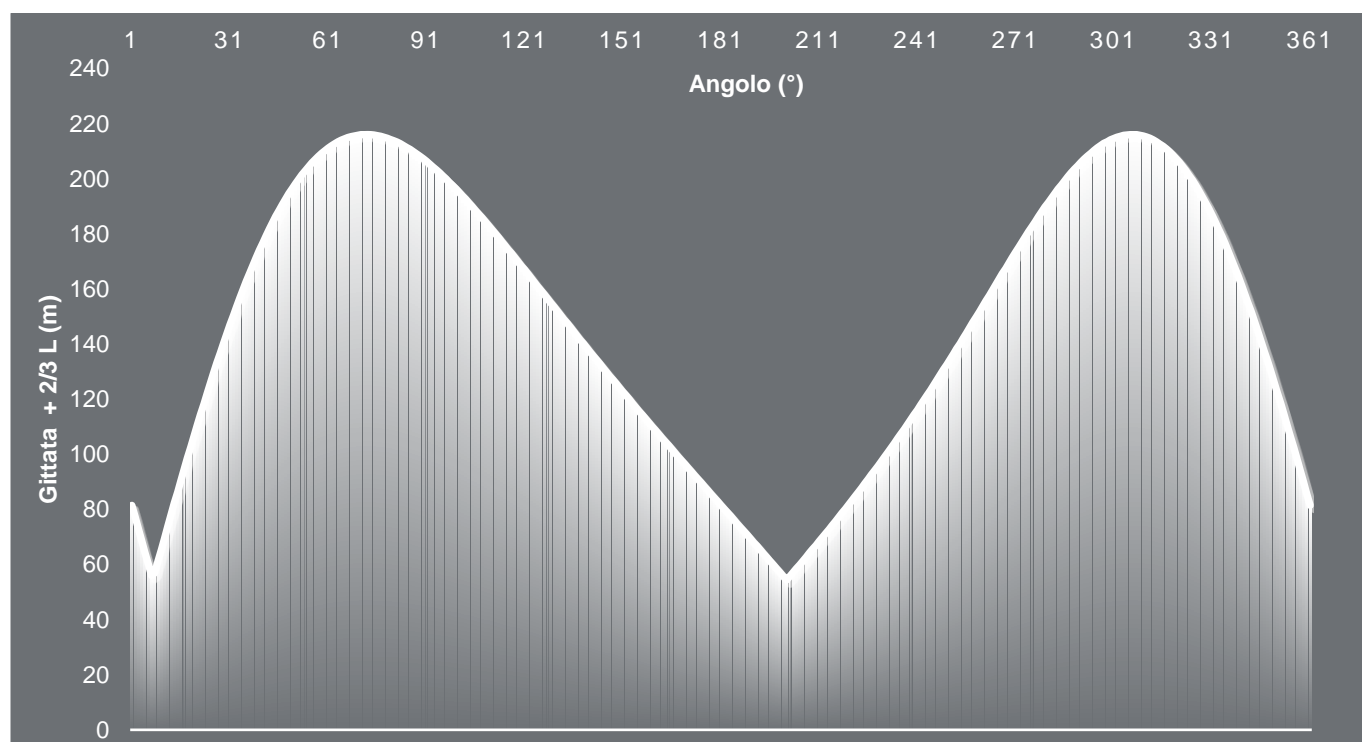
$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
310	-17,46	92,19	-21,78	18,28	-160,83	-106,50	160,83	215,16
311	-17,82	92,50	-21,46	18,65	-160,36	-106,03	160,36	214,70
312	-18,18	92,81	-21,13	19,03	-159,80	-105,47	159,80	214,13
313	-18,53	93,13	-20,80	19,39	-159,14	-104,81	159,14	213,47
314	-18,87	93,46	-20,45	19,75	-158,38	-104,05	158,38	212,71
315	-19,21	93,79	-20,11	20,11	-157,52	-103,18	157,52	211,85
316	-19,54	94,13	-19,75	20,45	-156,56	-102,22	156,55	210,89
317	-19,87	94,47	-19,39	20,80	-155,49	-101,16	155,49	209,82
318	-20,19	94,82	-19,03	21,13	-154,33	-99,99	154,33	208,66
319	-20,50	95,18	-18,65	21,46	-153,06	-98,73	153,06	207,39
320	-20,81	95,54	-18,28	21,78	-151,69	-97,36	151,69	206,02
321	-21,11	95,90	-17,89	22,10	-150,22	-95,89	150,22	204,55
322	-21,41	96,27	-17,51	22,41	-148,65	-94,32	148,65	202,98
323	-21,70	96,65	-17,11	22,71	-146,98	-92,64	146,98	201,31
324	-21,98	97,03	-16,71	23,00	-145,21	-90,87	145,21	199,54
325	-22,25	97,42	-16,31	23,29	-143,33	-89,00	143,33	197,67
326	-22,52	97,81	-15,90	23,57	-141,36	-87,03	141,36	195,69
327	-22,78	98,20	-15,49	23,85	-139,29	-84,96	139,29	193,62
328	-23,04	98,60	-15,07	24,11	-137,12	-82,79	137,12	191,46
329	-23,29	99,01	-14,64	24,37	-134,86	-80,52	134,86	189,19
330	-23,53	99,42	-14,22	24,62	-132,50	-78,17	132,50	186,83
331	-23,76	99,83	-13,79	24,87	-130,05	-75,71	130,04	184,38
332	-23,99	100,25	-13,35	25,11	-127,50	-73,17	127,50	181,83
333	-24,21	100,67	-12,91	25,34	-124,86	-70,53	124,86	179,19
334	-24,42	101,09	-12,46	25,56	-122,13	-67,80	122,13	176,47
335	-24,62	101,52	-12,02	25,77	-119,32	-64,99	119,32	173,65
336	-24,82	101,95	-11,57	25,98	-116,42	-62,08	116,42	170,75
337	-25,01	102,39	-11,11	26,17	-113,43	-59,10	113,43	167,77
338	-25,19	102,82	-10,65	26,36	-110,36	-56,03	110,36	164,70
339	-25,36	103,26	-10,19	26,55	-107,22	-52,88	107,22	161,55
340	-25,53	103,71	-9,73	26,72	-103,99	-49,66	103,99	158,32
341	-25,69	104,16	-9,26	26,89	-100,69	-46,36	100,69	155,02
342	-25,84	104,61	-8,79	27,04	-97,32	-42,98	97,32	151,65
343	-25,98	105,06	-8,31	27,19	-93,87	-39,54	93,87	148,20
344	-26,11	105,51	-7,84	27,33	-90,36	-36,02	90,36	144,69
345	-26,24	105,97	-7,36	27,47	-86,78	-32,45	86,78	141,11
346	-26,36	106,43	-6,88	27,59	-83,14	-28,80	83,14	137,47
347	-26,47	106,89	-6,40	27,71	-79,43	-25,10	79,43	133,77
348	-26,57	107,35	-5,91	27,81	-75,67	-21,34	75,67	130,01
349	-26,67	107,82	-5,43	27,91	-71,86	-17,53	71,86	126,19
350	-26,75	108,28	-4,94	28,00	-67,99	-13,66	67,99	122,33

$\vartheta$	Xo (m)	Yo (m)	Vxo (m/s)	Vyo (m/s)	Gittata (m)	Gittata +2/3L (m)	Valore assoluto Gittata (m)	Valore assoluto Gittata + 2/3 L (m)
351	-26,83	108,75	-4,45	28,08	-64,08	-9,75	64,08	118,41
352	-26,90	109,22	-3,96	28,16	-60,12	-5,78	60,12	114,45
353	-26,96	109,69	-3,47	28,22	-56,11	-1,78	56,11	110,45
354	-27,02	110,16	-2,97	28,28	-52,07	2,26	52,07	106,41
355	-27,06	110,63	-2,48	28,33	-47,99	6,34	47,99	102,33
356	-27,10	111,10	-1,98	28,37	-43,88	10,45	43,88	98,21
357	-27,13	111,58	-1,49	28,40	-39,74	14,59	39,74	94,07
358	-27,15	112,05	-0,99	28,42	-35,57	18,76	35,57	89,90
359	-27,16	112,53	-0,50	28,43	-31,38	22,95	31,38	85,71
360	-27,17	113,00	0,00	28,43	-27,17	27,17	27,17	81,50

Di seguito si riportano i grafici della distanza di gittata della pala, del relativo valore assoluto e, in via cautelativa e nell'ambito del calcolo della gittata massima, del valore assoluto + 2/3 L.

**Figura 4: Rappresentazione grafica Gittata Pala**



**Figura 5: Rappresentazione grafica Gittata Pala****Figura 6: Rappresentazione grafica valore assoluto Gittata Pala + 2/3 L**

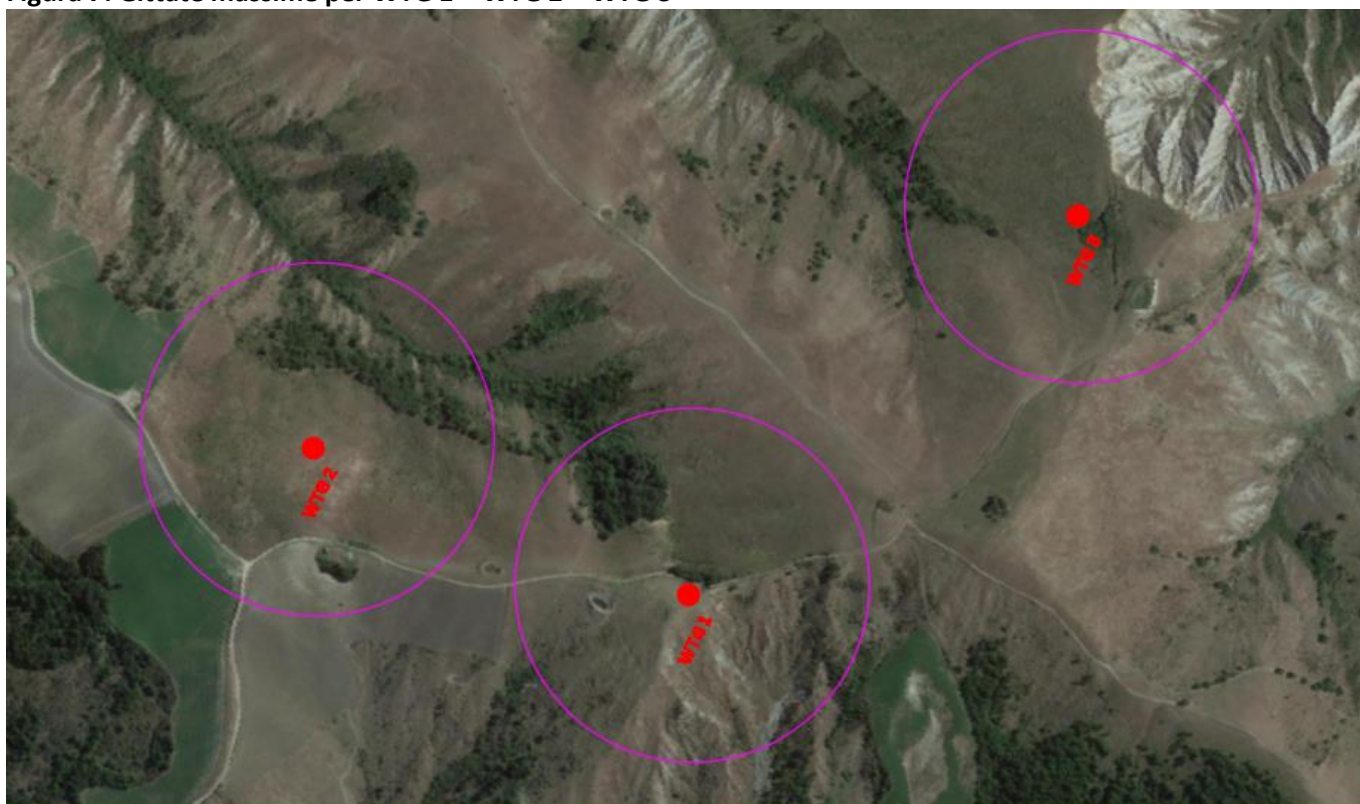
Dai calcoli e grafici si può dedurre che la pala raggiunge la sua gittata massima pari a circa 216,06 m, valutata come il massimo del suo valore assoluto + 2/3 della lunghezza della stessa, in corrispondenza degli angoli 72° e 306°.

## 6. CONCLUSIONI

Dai calcoli effettuati, si può concludere che se il distacco della pala avviene con un angolo di  $72^\circ$  e  $306^\circ$ , la pala raggiunge la sua gittata massima pari a circa 216 m, ottenuto dalla somma del massimo del suo valore assoluto +  $2/3$  della lunghezza della stessa. Si è arrivati a questo risultato attraverso le considerazioni cautelative del paragrafo precedente, si può affermare che nella realtà tale valore sarebbe di molto inferiore se si prendessero in considerazione le forze di attrito viscoso e che l'eventuale distacco avvenisse alla frequenza di rotazione inferiore a quella massima, come i molti studi condotti finora dimostrano.

Di seguito si riportano le immagini con le posizioni degli aerogeneratori e relative gittate massime. Come si evidenzia dalle seguenti Figure non si ravvisa la presenza di ricettori intesi come edifici nell'area di gittata massima degli aerogeneratori in progetto, ad eccezione di una minima sovrapposizione con un capannone verosimilmente agricolo per il WTG9, della quale si terrà debitamente conto nelle successive fasi di sviluppo progettuale.

**Figura 7: Gittate massime per WTG 1 – WTG 2 – WTG 3**





**Figura 8: Gittate massime per WTG 5 – WTG 6 – WTG 7****Figura 9: Gittate massime per WTG 5 – WTG 7 – WTG 9**

**Figura 10: Gittata massima per WTG 11****Figura 11: Gittata massima per WTG 14**