



REGIONE MOLISE

Provincia di Campobasso

MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI (CB)

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE

COMMITTENTE

WIND ENERGY MONTENERO S.r.l.

Via Caravaggio, 125 - 65125 Pescara (PE)
P.IVA: 02330290681

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 21_26_EO_MTN



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Dott. Ing. Angelo Micolucci



REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2021	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE CALCOLO GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	MTN	AMB	REL	042	01	MTN-AMB-REL-042_01	

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
1.2. Caratteristiche tecniche	3
2. CALCOLO DELLA GITTATA	4
3. CONCLUSIONI.....	13

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

1. PREMESSA

La presente relazione descrive lo studio condotto per realizzazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica nel Comune di Montenero di Bisaccia (CB) e Guglionesi (CB), nelle località di "Pontone - Macchiozze", relativamente al calcolo della Gittata, qualora in caso di incidente, dovessero separare dei frammenti di blade.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 8 aerogeneratori ognuno da 5 MW da installare nel comune di comunale di Montenero, in località "Pontone, Macchiozze", con opere di connessione ricadenti oltre che nel medesimo comune di installazione degli aerogeneratori, anche nei comuni di Montenero di Bisaccia e di Montecilfone (CB).

L'impianto eolico in progetto sarà costituito da un complesso di aerogeneratori con turbina tipo GE 5.8-158 o similari, con potenza nominale di **5,0 MW** ed altezza mozzo 120,9 m, diametro del rotore 158 m.

L'energia meccanica del rotore mosso dal vento è trasformata in energia elettrica dal generatore, tale energia viene trasportata in cavo sino al trasformatore MT/BT che trasforma il livello di tensione del generatore ad un livello di media tensione tipicamente pari a 30 kV.

La sottostazione di trasformazione è prevista in prossimità della stazione elettrica, di futura realizzazione "Montecilfone". Lo stallo nella SSE sarà connesso, tramite un cavidotto interrato in alta tensione allo stallo AT della SE.

E' prevista inoltre la realizzazione di un cavidotto di Alta Tensione per il collegamento alla futura Stazione Elettrica **380/150 kV** di Terna S.p.A., che sarà ubicata in agro di Montecilfone e i relativi raccordi AT in entra - esce sulla linea RTN a 380 kV "Larino - Gissi". Il rischio di incidenti connessi all'esercizio di un campo eolico sono particolarmente bassi, in quanto sono pressoché nulli i pericoli di esplosione, di contaminazione, di incendio, poiché ciascun aerogeneratore è costituito da una serie di macchine elettriche che vengono costantemente monitorate e gestite mediante l'utilizzo di stazioni telematiche locali e remote, nonché viene sottoposto a periodiche manutenzioni che ne assicurino il corretto funzionamento e la integrità delle componenti meccaniche, elettriche ed elettroniche. Inoltre per fugare qualsiasi rischio conseguente alla remota ma sempre possibile rottura accidentale degli aerogeneratori, gli stessi saranno costruiti seguendo le indicazioni di sicurezza previste nelle Linee Guida. Ossia la distanza delle turbine dalle aree edificabili dei centri urbani sarà 15 volte il diametro dell'elica e comunque tale distanza sarà non inferiore a 1 km.

Lo studio della rottura degli elementi rotanti è stato condotto in conformità a quanto riportato nella Direttiva 2003/4/CE "Direttiva Aarhus" e dal Decreto Legislativo 195/2005, utilizzando per il calcolo della gittata il foglio di calcolo approvato con Decreto Dirigenziale n. 44 del 12/02/2021 utilizzato dalla Unità Operativa Dirigenziale 500203 - Energia, efficientamento e risparmio energetico, Green Economy e Bioeconomia nelle istruttorie per gli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile eolica.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE SULA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Pagina 2 di 14
---	---	----------------

1.2. CARATTERISTICHE TECNICHE

Il parco eolico in progetto prevede l'impiego di aerogeneratori con diametri dei rotori pari a 158 m. La procedura seguita per il calcolo della gittata massima, in caso di rottura accidentale di un elemento rotante di un aerogeneratore prende in considerazione le caratteristiche dimensionali e tecniche degli aerogeneratori in progetto del tipo 5.8 -158 della GE Renewable Energy.

L'aerogeneratore 5.8 -158 della GE Renewable Energy fa parte di una classe di macchine che possono essere dotate di generatore diversa potenza, in funzione delle esigenze progettuali. Si precisa che le macchine in progetto avranno potenza nominale pari a 5,0 MW.

:

Diametro Rotore [m]	158
Area Spazzata [m2]	19600
Altezza del mozzo [m]	120,9
Numero di pale	3
Potenza nominale [MW]	5,0
Rotazione	oraria
Velocità massima delle pale in punta (m/s)	68,1
Controllo della Velocità	Angolo di Pitch
Velocità rotore [rpm]	8,5

Tabella 1 - Specifiche tecniche dell'aerogeneratore

La presente relazione è riferita al calcolo della gittata massima di elementi rotanti in caso di rottura accidentale. Nella presente relazione si prenderanno in considerazione le condizioni non tenendo conto delle forze di attrito viscoso

Ciascun aerogeneratore è del tipo tripala ad asse orizzontale, costituito da una torre tubolare metallica a tronco di cono alta 120,9 m e con un diametro alla base di circa 4,3 m. In cima alla torre troverà alloggio la navicella cui è collegato il rotore di diametro pari a 158 m, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 199,9 m (TIP). La velocità del rotore sarà variabile con un massimo di 8,5 giri/minuto, così come indicato dal costruttore.

Sarà effettuato il calcolo della gittata modellizzando, con opportune semplificazioni, il moto della pala. È bene precisare che eventi di distacco di una sezione della pala non si sono verificati a tutt'oggi sugli aerogeneratori in progetto o con caratteristiche similari. Danni all'estremità delle pale si sono spesso manifestati a causa di fulminazione atmosferica. Infatti benché le pale siano dotate di un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche che dovrebbe scaricare a terra la corrente di fulmine, talvolta si

è verificato un danneggiamento all'estremità della pala che si apre per la separazione dei gusci che la compongono ma che non ha mai provocato distacchi di frammenti di dimensioni e peso significativi. Il tipico danno per fulminazione atmosferica diretta di una pala è quello riportato nella foto qui sotto.



Figura 1 - Estremità della pala danneggiata da fulminazione atmosferica

2. CALCOLO DELLA GITTATA

Per il calcolo della gittata sono stati presi in considerazione i seguenti dati:

Diametro Rotore [m]	158
Altezza del mozzo [m]	120,9
Lunghezza Pala in metri	78
Velocità rotore [rpm]	8,5

Il calcolo della gittata è stato svolto in conformità a quanto riportato nel Decreto Dirigenziale n. 44 del 12/02/2021 della Regione Campania.

Lo studio della rottura degli elementi rotanti è stato condotto in conformità a quanto riportato nella Direttiva 2003/4/CE "Direttiva Aarhus" e dal Decreto Legislativo 195/2005, utilizzando per il calcolo della gittata il foglio di calcolo approvato con Decreto Dirigenziale n. 44 del 12/02/2021 utilizzato dalla

Unità Operativa Dirigenziale 500203 - Energia, efficientamento e risparmio energetico, Green Economy e Bioeconomia nelle istruttorie per gli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile eolica.

Tutte le approssimazioni e semplificazioni proposte sono a vantaggio di sicurezza, ovvero producono risultati con approssimazione in eccesso della gittata massima in caso di rottura di elementi rotanti.

Le assunzioni del modello adottate per il calcolo della gittata sono le seguenti:

- Si fa riferimento al baricentro del corpo (sulla base di forma e dimensione opportunamente ipotizzate);
- il moto del sistema considerato di tipo rigido non vincolato;
- sono considerate trascurabili le forze di resistenza dell'aria;
- le componenti dell'accelerazione saranno $a_x = 0$, $a_y = -g$.
- la velocità periferica v_0 uguale a 31,40 m/sec.
- Le coordinate del punto di partenza del corpo, non saranno (0,0) coincidenti con l'origine degli assi ma (0, $H_G = H_{torre} + Y_g$) ossia le coordinate del baricentro G di una pala.
- Si assume come velocità iniziale V_0 il vettore applicato nel baricentro di cui al punto precedente al momento del distacco, avente come modulo la velocità tangenziale corrispondente alla massima velocità angolare di esercizio per un raggio pari alla distanza del baricentro dal centro di rotazione e come direzione quella della tangente nello stesso baricentro al moto circolare da esso mantenuto fino al momento del distacco;

La gittata massima è stata ottenuta in base alle caratteristiche geometriche dell'intero sistema, ovvero l'estensione massima del corpo rispetto al baricentro e la distanza del centro torre dall'asse z del sistema di riferimento.

In pratica:

$$G_{max} = X_{caduta} - X_{torre} + 2/3L \text{ (pala intera di lunghezza L)}$$

Nella tabella che segue si riportano i valori più rappresentativi della gittata massima e della distanza totale dalla torre nel punto di caduta rispetto ai valori di α :

Angolo α	n	v_0	v_{x0}	v_{y0}	H_g	r_g	Gittata teorica	X_g	L_g	Gittata Effettiva
0	8,5	24,03318	0	24,033184	120	27	-27	27	52	25

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva	
1	8,5	24,03318	0,419437	24,029523	120,4712	27	-	23,649752	26,99589	52	28,35025
2	8,5	24,03318	0,838746	24,018543	120,9423	27	-	20,286375	26,98355	52	31,71363
3	8,5	24,03318	1,2578	24,000247	121,4131	27	-	16,912268	26,963	52	35,08773
4	8,5	24,03318	1,67647	23,97464	121,8834	27	-	13,529836	26,93423	52	38,47016
5	8,5	24,03318	2,09463	23,94173	122,3532	27	-	10,141483	26,89726	52	41,85852
6	8,5	24,03318	2,512152	23,901528	122,8223	27	-	6,7496083	26,85209	52	45,25039
7	8,5	24,03318	2,928908	23,854044	123,2905	27	-	3,3566081	26,79875	52	48,64339
8	8,5	24,03318	3,344773	23,799295	123,7577	27	-	0,0351315	26,73724	52	52,03513
9	8,5	24,03318	3,759618	23,737295	124,2237	27	-	3,4232356	26,66759	52	55,42324
10	8,5	24,03318	4,173319	23,668066	124,6885	27	-	6,8053434	26,58981	52	58,80534
11	8,5	24,03318	4,585748	23,591627	125,1518	27	-	10,179111	26,50393	52	62,17911
12	8,5	24,03318	4,99678	23,508001	125,6136	27	-	13,542214	26,40999	52	65,54221
13	8,5	24,03318	5,40629	23,417215	126,0737	27	-	16,892351	26,30799	52	68,89235
14	8,5	24,03318	5,814153	23,319296	126,5319	27	-	20,227244	26,19798	52	72,22724
15	8,5	24,03318	6,220246	23,214273	126,9881	27	-	23,544645	26,08	52	75,54464
16	8,5	24,03318	6,624443	23,102179	127,4422	27	-	26,842333	25,95407	52	78,84233
17	8,5	24,03318	7,026623	22,983048	127,894	27	-	30,118123	25,82023	52	82,11812
18	8,5	24,03318	7,426662	22,856916	128,3435	27	-	33,369861	25,67853	52	85,36986
19	8,5	24,03318	7,824439	22,723822	128,7903	27	-	36,595433	25,529	52	88,59543
20	8,5	24,03318	8,219833	22,583805	129,2345	27	-	39,792765	25,3717	52	91,79276
21	8,5	24,03318	8,612723	22,43691	129,6759	27	-	42,959822	25,20667	52	94,95982
22	8,5	24,03318	9,002989	22,28318	130,1144	27	-	46,094615	25,03396	52	98,09461
23	8,5	24,03318	9,390513	22,122662	130,5497	27	-	49,1952	24,85363	52	101,1952
24	8,5	24,03318	9,775177	21,955406	130,9819	27	-	52,259681	24,66573	52	104,2597
25	8,5	24,03318	10,15686	21,781462	131,4107	27	-	55,286214	24,47031	52	107,2862
26	8,5	24,03318	10,53545	21,600883	131,836	27	-	58,273002	24,26744	52	110,273
27	8,5	24,03318	10,91084	21,413724	132,2577	27	-	61,218306	24,05718	52	113,2183
28	8,5	24,03318	11,2829	21,220042	132,6757	27	-	64,12044	23,83959	52	116,1204
29	8,5	24,03318	11,65152	21,019896	133,0899	27	-	66,977774	23,61473	52	118,9778
30	8,5	24,03318	12,01659	20,813348	133,5	27	-	69,788736	23,38269	52	121,7887
31	8,5	24,03318	12,378	20,600459	133,906	27	-	72,551816	23,14352	52	124,5518
32	8,5	24,03318	12,73565	20,381296	134,3078	27	-	75,265561	22,8973	52	127,2656
33	8,5	24,03318	13,08941	20,155924	134,7053	27	-	77,928583	22,64411	52	129,9286
34	8,5	24,03318	13,43919	19,924412	135,0982	27	-	80,539554	22,38401	52	132,5396
35	8,5	24,03318	13,78487	19,686832	135,4866	27	-	83,097212	22,11711	52	135,0972
36	8,5	24,03318	14,12635	19,443254	135,8702	27	-	85,600358	21,84346	52	137,6004

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
37	8,5	24,03318	14,46353	19,193754	136,249	27	88,047861	21,56316	52	140,0479
38	8,5	24,03318	14,79631	18,938407	136,6229	27	90,438653	21,27629	52	142,4387
39	8,5	24,03318	15,12457	18,677292	136,9917	27	92,771735	20,98294	52	144,7717
40	8,5	24,03318	15,44823	18,410487	137,3553	27	95,046173	20,6832	52	147,0462
41	8,5	24,03318	15,76719	18,138074	137,7136	27	97,261103	20,37716	52	149,2611
42	8,5	24,03318	16,08134	17,860136	138,0665	27	99,415727	20,06491	52	151,4157
43	8,5	24,03318	16,39059	17,576758	138,414	27	101,50931	19,74655	52	153,5093
44	8,5	24,03318	16,69485	17,288026	138,7558	27	103,5412	19,42217	52	155,5412
45	8,5	24,03318	16,99403	16,994027	139,0919	27	105,5108	19,09188	52	157,5108
46	8,5	24,03318	17,28803	16,694852	139,4222	27	107,41758	18,75578	52	159,4176
47	8,5	24,03318	17,57676	16,390592	139,7465	27	109,26107	18,41396	52	161,2611
48	8,5	24,03318	17,86014	16,081339	140,0649	27	111,0409	18,06653	52	163,0409
49	8,5	24,03318	18,13807	15,767187	140,3772	27	112,75672	17,71359	52	164,7567
50	8,5	24,03318	18,41049	15,448233	140,6832	27	114,40829	17,35527	52	166,4083
51	8,5	24,03318	18,67729	15,124573	140,9829	27	115,9954	16,99165	52	167,9954
52	8,5	24,03318	18,93841	14,796305	141,2763	27	117,51792	16,62286	52	169,5179
53	8,5	24,03318	19,19375	14,463531	141,5632	27	118,97579	16,24901	52	170,9758
54	8,5	24,03318	19,44325	14,126351	141,8435	27	120,36899	15,8702	52	172,369
55	8,5	24,03318	19,68683	13,784868	142,1171	27	121,69759	15,48656	52	173,6976
56	8,5	24,03318	19,92441	13,439186	142,384	27	122,96169	15,09821	52	174,9617
57	8,5	24,03318	20,15592	13,08941	142,6441	27	124,16148	14,70525	52	176,1615
58	8,5	24,03318	20,3813	12,735647	142,8973	27	125,29718	14,30782	52	177,2972
59	8,5	24,03318	20,60046	12,378005	143,1435	27	126,36908	13,90603	52	178,3691
60	8,5	24,03318	20,81335	12,016592	143,3827	27	127,37753	13,5	52	179,3775
61	8,5	24,03318	21,0199	11,651519	143,6147	27	128,32291	13,08986	52	180,3229
62	8,5	24,03318	21,22004	11,282896	143,8396	27	129,20569	12,67573	52	181,2057
63	8,5	24,03318	21,41372	10,910837	144,0572	27	130,02634	12,25774	52	182,0263
64	8,5	24,03318	21,60088	10,535454	144,2674	27	130,78543	11,83602	52	182,7854
65	8,5	24,03318	21,78146	10,156862	144,4703	27	131,48354	11,41069	52	183,4835
66	8,5	24,03318	21,95541	9,7751765	144,6657	27	132,12131	10,98189	52	184,1213
67	8,5	24,03318	22,12266	9,390513	144,8536	27	132,69941	10,54974	52	184,6994
68	8,5	24,03318	22,28318	9,0029891	145,034	27	133,21857	10,11438	52	185,2186
69	8,5	24,03318	22,43691	8,6127228	145,2067	27	133,67954	9,675935	52	185,6795
70	8,5	24,03318	22,58381	8,219833	145,3717	27	134,08312	9,234544	52	186,0831
71	8,5	24,03318	22,72382	7,8244393	145,529	27	134,43014	8,79034	52	186,4301
72	8,5	24,03318	22,85692	7,4266622	145,6785	27	134,72147	8,343459	52	186,7215
73	8,5	24,03318	22,98305	7,0266229	145,8202	27	134,95799	7,894036	52	186,958
74	8,5	24,03318	23,10218	6,6244432	145,9541	27	135,14063	7,442209	52	187,1406
75	8,5	24,03318	23,21427	6,2202457	146,08	27	135,27034	6,988114	52	187,2703
76	8,5	24,03318	23,3193	5,8141534	146,198	27	135,34809	6,531891	52	187,3481
77	8,5	24,03318	23,41721	5,40629	146,308	27	135,37488	6,073678	52	187,3749

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
78	8,5	24,03318	23,508	4,9967799	146,41	27	135,35173	5,613616	52	187,3517
79	8,5	24,03318	23,59163	4,5857477	146,5039	27	135,27967	5,151843	52	187,2797
80	8,5	24,03318	23,66807	4,1733186	146,5898	27	135,15976	4,688501	52	187,1598
81	8,5	24,03318	23,7373	3,7596183	146,6676	27	134,99306	4,223731	52	186,9931
82	8,5	24,03318	23,79929	3,3447727	146,7372	27	134,78065	3,757674	52	186,7806
83	8,5	24,03318	23,85404	2,9289083	146,7987	27	134,52362	3,290472	52	186,5236
84	8,5	24,03318	23,90153	2,5121518	146,8521	27	134,22307	2,822269	52	186,2231
85	8,5	24,03318	23,94173	2,09463	146,8973	27	133,88011	2,353205	52	185,8801
86	8,5	24,03318	23,97464	1,6764702	146,9342	27	133,49585	1,883425	52	185,4958
87	8,5	24,03318	24,00025	1,2577997	146,963	27	133,07139	1,413071	52	185,0714
88	8,5	24,03318	24,01854	0,838746	146,9836	27	132,60787	0,942286	52	184,6079
89	8,5	24,03318	24,02952	0,4194369	146,9959	27	132,10639	0,471215	52	184,1064
90	8,5	24,03318	24,03318	1,472E-15	147	27	131,56806	1,65E-15	52	183,5681

Per un angolo compreso tra 270° e 360° il valore della Gittata sarà negativo perché verso sinistra:

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
270	8,5	24,03318	-24,0332	-4,42E-15	93	27	104,64856	-5E-15	52	-156,649
271	8,5	24,03318	-24,0295	0,4194369	93,00411	27	106,13861	0,471215	52	-158,139
272	8,5	24,03318	-24,0185	0,838746	93,01645	27	107,61007	0,942286	52	-159,61
273	8,5	24,03318	-24,0002	1,2577997	93,037	27	109,06151	1,413071	52	-161,062
274	8,5	24,03318	-23,9746	1,6764702	93,06577	27	110,49144	1,883425	52	-162,491
275	8,5	24,03318	-23,9417	2,09463	93,10274	27	111,89835	2,353205	52	-163,898
276	8,5	24,03318	-23,9015	2,5121518	93,14791	27	113,28069	2,822269	52	-165,281
277	8,5	24,03318	-23,854	2,9289083	93,20125	27	114,63689	3,290472	52	-166,637
278	8,5	24,03318	-23,7993	3,3447727	93,26276	27	115,96536	3,757674	52	-167,965
279	8,5	24,03318	-23,7373	3,7596183	93,33241	27	117,26448	4,223731	52	-169,264
280	8,5	24,03318	-23,6681	4,1733186	93,41019	27	-118,5326	4,688501	52	-170,533
281	8,5	24,03318	-23,5916	4,5857477	93,49607	27	119,76808	5,151843	52	-171,768
282	8,5	24,03318	-23,508	4,9967799	93,59001	27	120,96925	5,613616	52	-172,969

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE SULA GITTATA MASSIMA DEGLI ELEMENTI ROTANTI	Pagina 8 di 14
---	---	----------------

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
283	8,5	24,03318	-23,4172	5,40629	93,69201	27	122,13443	6,073678	52	-174,134
284	8,5	24,03318	-23,3193	5,8141534	93,80202	27	123,26192	6,531891	52	-175,262
285	8,5	24,03318	-23,2143	6,2202457	93,92	27	124,35005	6,988114	52	-176,35
286	8,5	24,03318	-23,1022	6,6244432	94,04593	27	125,39711	7,442209	52	-177,397
287	8,5	24,03318	-22,983	7,0266229	94,17977	27	126,40142	7,894036	52	-178,401
288	8,5	24,03318	-22,8569	7,4266622	94,32147	27	-127,3613	8,343459	52	-179,361
289	8,5	24,03318	-22,7238	7,8244393	94,471	27	128,27505	8,79034	52	-180,275
290	8,5	24,03318	-22,5838	8,219833	94,6283	27	129,14103	9,234544	52	-181,141
291	8,5	24,03318	-22,4369	8,6127228	94,79333	27	129,95759	9,675935	52	-181,958
292	8,5	24,03318	-22,2832	9,0029891	94,96604	27	130,72309	10,11438	52	-182,723
293	8,5	24,03318	-22,1227	9,390513	95,14637	27	131,43593	10,54974	52	-183,436
294	8,5	24,03318	-21,9554	9,7751765	95,33427	27	132,09452	10,98189	52	-184,095
295	8,5	24,03318	-21,7815	10,156862	95,52969	27	132,69733	11,41069	52	-184,697
296	8,5	24,03318	-21,6009	10,535454	95,73256	27	133,24283	11,83602	52	-185,243
297	8,5	24,03318	-21,4137	10,910837	95,94282	27	133,72953	12,25774	52	-185,73
298	8,5	24,03318	-21,22	11,282896	96,16041	27	134,15601	12,67573	52	-186,156
299	8,5	24,03318	-21,0199	11,651519	96,38527	27	134,52084	13,08986	52	-186,521
300	8,5	24,03318	-20,8133	12,016592	96,61731	27	134,82269	13,5	52	-186,823
301	8,5	24,03318	-20,6005	12,378005	96,85648	27	135,06024	13,90603	52	-187,06
302	8,5	24,03318	-20,3813	12,735647	97,1027	27	135,23224	14,30782	52	-187,232
303	8,5	24,03318	-20,1559	13,08941	97,35589	27	135,33749	14,70525	52	-187,337
304	8,5	24,03318	-19,9244	13,439186	97,61599	27	135,37484	15,09821	52	-187,375
305	8,5	24,03318	-19,6868	13,784868	97,88289	27	135,34321	15,48656	52	-187,343
306	8,5	24,03318	-19,4433	14,126351	98,15654	27	-	15,8702	52	-187,242

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
							135,24158			
307	8,5	24,03318	-19,1938	14,463531	98,43684	27	-	16,24901	52	-187,069
308	8,5	24,03318	-18,9384	14,796305	98,72371	27	-	16,62286	52	-186,825
309	8,5	24,03318	-18,6773	15,124573	99,01706	27	-	16,99165	52	-186,507
310	8,5	24,03318	-18,4105	15,448233	99,3168	27	-134,1168	17,35527	52	-186,117
311	8,5	24,03318	-18,1381	15,767187	99,62284	27	-	17,71359	52	-185,652
312	8,5	24,03318	-17,8601	16,081339	99,93509	27	-	18,06653	52	-185,113
313	8,5	24,03318	-17,5768	16,390592	100,2535	27	-	18,41396	52	-184,498
314	8,5	24,03318	-17,288	16,694852	100,5778	27	-	18,75578	52	-183,808
315	8,5	24,03318	-16,994	16,994027	100,9081	27	-	19,09188	52	-183,041
316	8,5	24,03318	-16,6949	17,288026	101,2442	27	-	19,42217	52	-182,198
317	8,5	24,03318	-16,3906	17,576758	101,586	27	-	19,74655	52	-181,279
318	8,5	24,03318	-16,0813	17,860136	101,9335	27	-	20,06491	52	-180,282
319	8,5	24,03318	-15,7672	18,138074	102,2864	27	-	20,37716	52	-179,209
320	8,5	24,03318	-15,4482	18,410487	102,6447	27	-	20,6832	52	-178,06
321	8,5	24,03318	-15,1246	18,677292	103,0083	27	-	20,98294	52	-176,833
322	8,5	24,03318	-14,7963	18,938407	103,3771	27	-123,53	21,27629	52	-175,53
323	8,5	24,03318	-14,4635	19,193754	103,751	27	-	21,56316	52	-174,151
324	8,5	24,03318	-14,1264	19,443254	104,1298	27	-	21,84346	52	-172,696
325	8,5	24,03318	-13,7849	19,686832	104,5134	27	-	22,11711	52	-171,165
326	8,5	24,03318	-13,4392	19,924412	104,9018	27	-	22,38401	52	-169,56
327	8,5	24,03318	-13,0894	20,155924	105,2947	27	-	22,64411	52	-167,88
328	8,5	24,03318	-12,7356	20,381296	105,6922	27	-	22,8973	52	-166,127
329	8,5	24,03318	-12,378	20,600459	106,094	27	-	23,14352	52	-164,3
330	8,5	24,03318	-12,0166	20,813348	106,5	27	-	23,38269	52	-162,402

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
							110,40203			
							-			
331	8,5	24,03318	-11,6515	21,019896	106,9101	27	108,43266	23,61473	52	-160,433
332	8,5	24,03318	-11,2829	21,220042	107,3243	27	-106,3932	23,83959	52	-158,393
333	8,5	24,03318	-10,9108	21,413724	107,7423	27	-104,2847	24,05718	52	-156,285
							-			
334	8,5	24,03318	-10,5355	21,600883	108,164	27	102,10833	24,26744	52	-154,108
							-			
335	8,5	24,03318	-10,1569	21,781462	108,5893	27	99,865304	24,47031	52	-151,865
							-			
336	8,5	24,03318	-9,77518	21,955406	109,0181	27	97,556923	24,66573	52	-149,557
							-			
337	8,5	24,03318	-9,39051	22,122662	109,4503	27	95,184552	24,85363	52	-147,185
							-			
338	8,5	24,03318	-9,00299	22,28318	109,8856	27	92,749629	25,03396	52	-144,75
							-			
339	8,5	24,03318	-8,61272	22,43691	110,3241	27	90,253655	25,20667	52	-142,254
							-			
340	8,5	24,03318	-8,21983	22,583805	110,7655	27	87,698202	25,3717	52	-139,698
							-			
341	8,5	24,03318	-7,82444	22,723822	111,2097	27	-85,0849	25,529	52	-137,085
							-			
342	8,5	24,03318	-7,42666	22,856916	111,6565	27	82,415444	25,67853	52	-134,415
							-			
343	8,5	24,03318	-7,02662	22,983048	112,106	27	79,691587	25,82023	52	-131,692
							-			
344	8,5	24,03318	-6,62444	23,102179	112,5578	27	76,915139	25,95407	52	-128,915
							-			
345	8,5	24,03318	-6,22025	23,214273	113,0119	27	74,087965	26,08	52	-126,088
							-			
346	8,5	24,03318	-5,81415	23,319296	113,4681	27	71,211982	26,19798	52	-123,212
							-			
347	8,5	24,03318	-5,40629	23,417215	113,9263	27	68,289157	26,30799	52	-120,289
							-			
348	8,5	24,03318	-4,99678	23,508001	114,3864	27	65,321506	26,40999	52	-117,322
							-			
349	8,5	24,03318	-4,58575	23,591627	114,8482	27	62,311088	26,50393	52	-114,311
							-			
350	8,5	24,03318	-4,17332	23,668066	115,3115	27	59,260006	26,58981	52	-111,26
							-			
351	8,5	24,03318	-3,75962	23,737295	115,7763	27	-56,1704	26,66759	52	-108,17
							-			
352	8,5	24,03318	-3,34477	23,799295	116,2423	27	53,044451	26,73724	52	-105,044
							-			
353	8,5	24,03318	-2,92891	23,854044	116,7095	27	49,884371	26,79875	52	-101,884
							-			
354	8,5	24,03318	-2,51215	23,901528	117,1777	27	46,692406	26,85209	52	-98,6924
							-			
355	8,5	24,03318	-2,09463	23,94173	117,6468	27	-	26,89726	52	-95,4708

Angolo α	n	v0	vx0	vy0	Hg	rg	Gittata teorica	Xg	Lg	Gittata Effettiva
							43,470829			
356	8,5	24,03318	-1,67647	23,97464	118,1166	27	-	26,93423	52	-92,2219
357	8,5	24,03318	-1,2578	24,000247	118,5869	27	-36,94806	26,963	52	-88,9481
358	8,5	24,03318	-0,83875	24,018543	119,0577	27	-	26,98355	52	-85,6515
359	8,5	24,03318	-0,41944	24,029523	119,5288	27	30,334723	26,99589	52	-82,3347
360	8,5	24,03318	-5,9E-15	24,033184	120	27	-27	27	52	-79

Dall'analisi della gittata si deduce che la massima distanza si ottiene per un angolo α pari a 77° con un valore di gittata effettiva pari a **187,37m**, dove α è l'angolo della pala rispetto all'orizzontale.

La Gittata effettiva è calcolata come:

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

Dove L_g è pari a $\frac{2}{3}$ della Lunghezza della pala

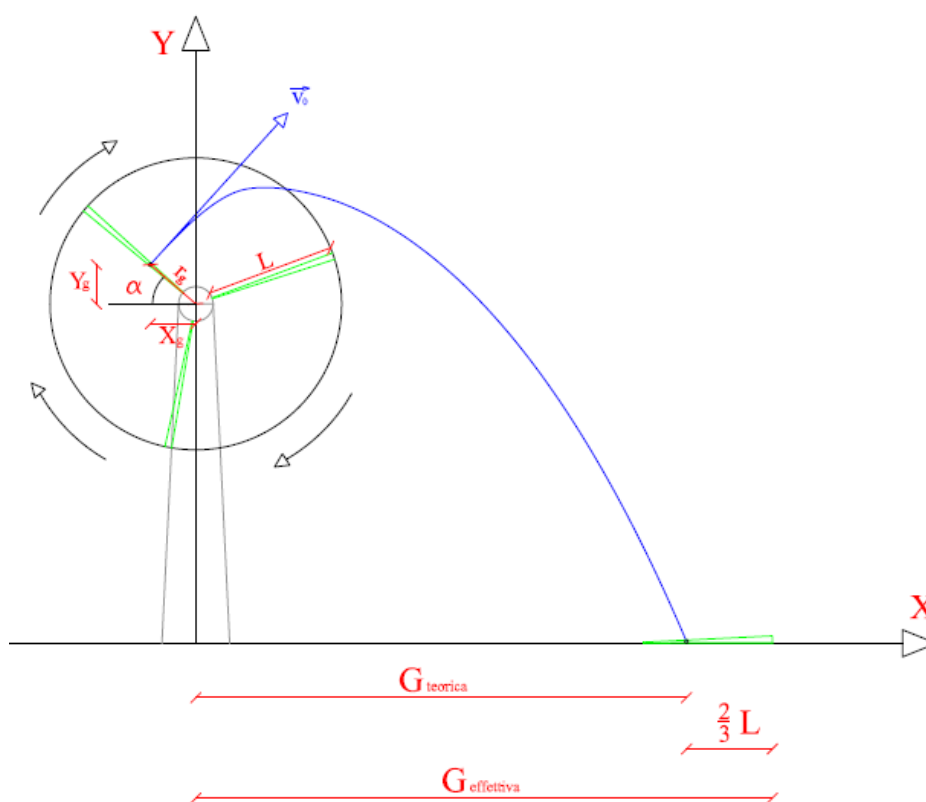


Figura 2 - Schema Gittata a per angolo compreso tra 0° e 90°



Figura 3 - Inquadramento degli aerogeneratori e rappresentazione della gittata su Ortofoto

3. CONCLUSIONI

È importante rimarcare che, sulla base di accurati studi statistici su aerogeneratori di grossa taglia, la rottura di un frammento di pala è da escludere in considerazione delle caratteristiche costruttive delle pale stesse. Il distacco dell'intera pala è invece potenzialmente possibile, dovuto ad esempio, ad una cattiva manutenzione (verifica del corretto serraggio dei prigionieri che incardinano la pala al centro del rotore).

Dal momento che sono stati considerati per ciascun parametro valori ampiamente conservativi e nelle condizioni di esercizio più gravose il valore della gittata calcolato si può considerare ampiamente conservativo, pertanto da considerarsi quale gittata massima.

Il valore calcolato per la gittata massima dell'intera pala nel caso di rottura accidentale è il seguente:

$$G_{max} = 187,37 \text{ m (pala intera)}$$

Committente: Wind Energy Montenero S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE	Nome del file: MNT-AMB-REL-042_01
--	---	---

Al fine di tutelare la pubblica e privata incolumità, in caso di rottura accidentale degli organi rotanti, va considerata la massima distanza raggiunta da:

- Viabilità esistente
- Unità abitative e centri abitati

La strada provinciale (SP 124) più prossima all'impianto si trova ad una distanza di circa 464 m, infatti la massima gittata dell'aerogeneratore interessa solamente dei sentieri non asfaltati,

Il parco eolico dista circa 7,5 dal comune di Guglionesi e circa 2,3 km dal comune di Montenero in provincia di Campobasso (CB) e non sono presenti unità abitative ad una distanza inferiore rispetto alla gittata calcolata.

Considerata tale distanza e confrontandola con i possibili recettori sensibili presenti nel territorio limitrofo, si può definire la realizzazione dell'impianto eolico in progetto come compatibile con il suo inserimento sul territorio.

CALCOLO GITTATA MASSIMA

Il calcolo della Gittata è effettuato in funzione dell'angolo di inclinazione della pala rispetto all'orizzontale, in senso orario e ponendo l'angolo di 0° tra il 3° e 4° quadrante

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

$$G = \frac{V_{x0}(V_{v0} + \sqrt{V_{v0}^2 + 2 * g * HG})}{g} - X_g$$

dove : $\alpha =$ 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

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

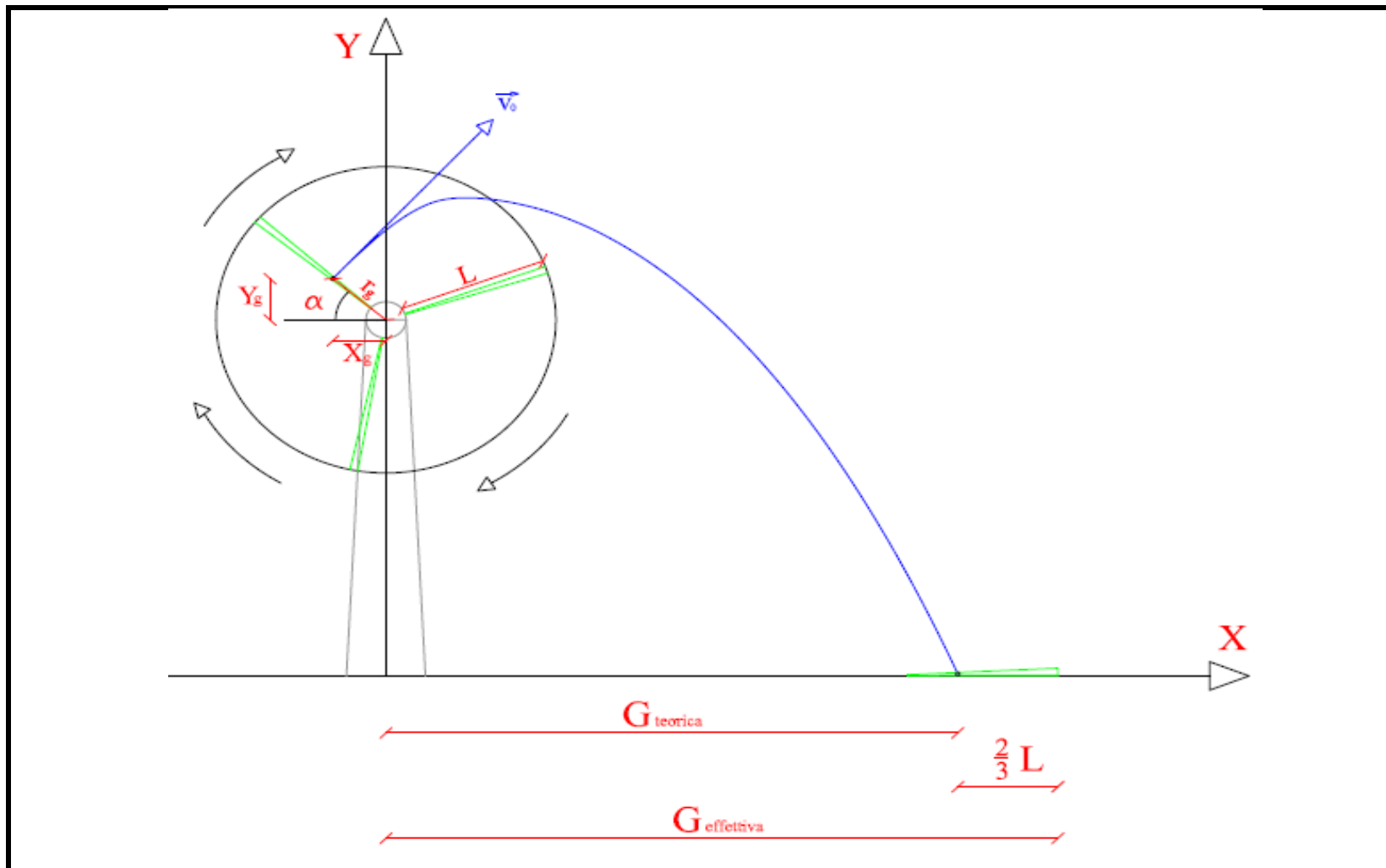
$$v_{y0} = v_0 \sin (90 - \alpha) = v_0 \cos \alpha$$

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

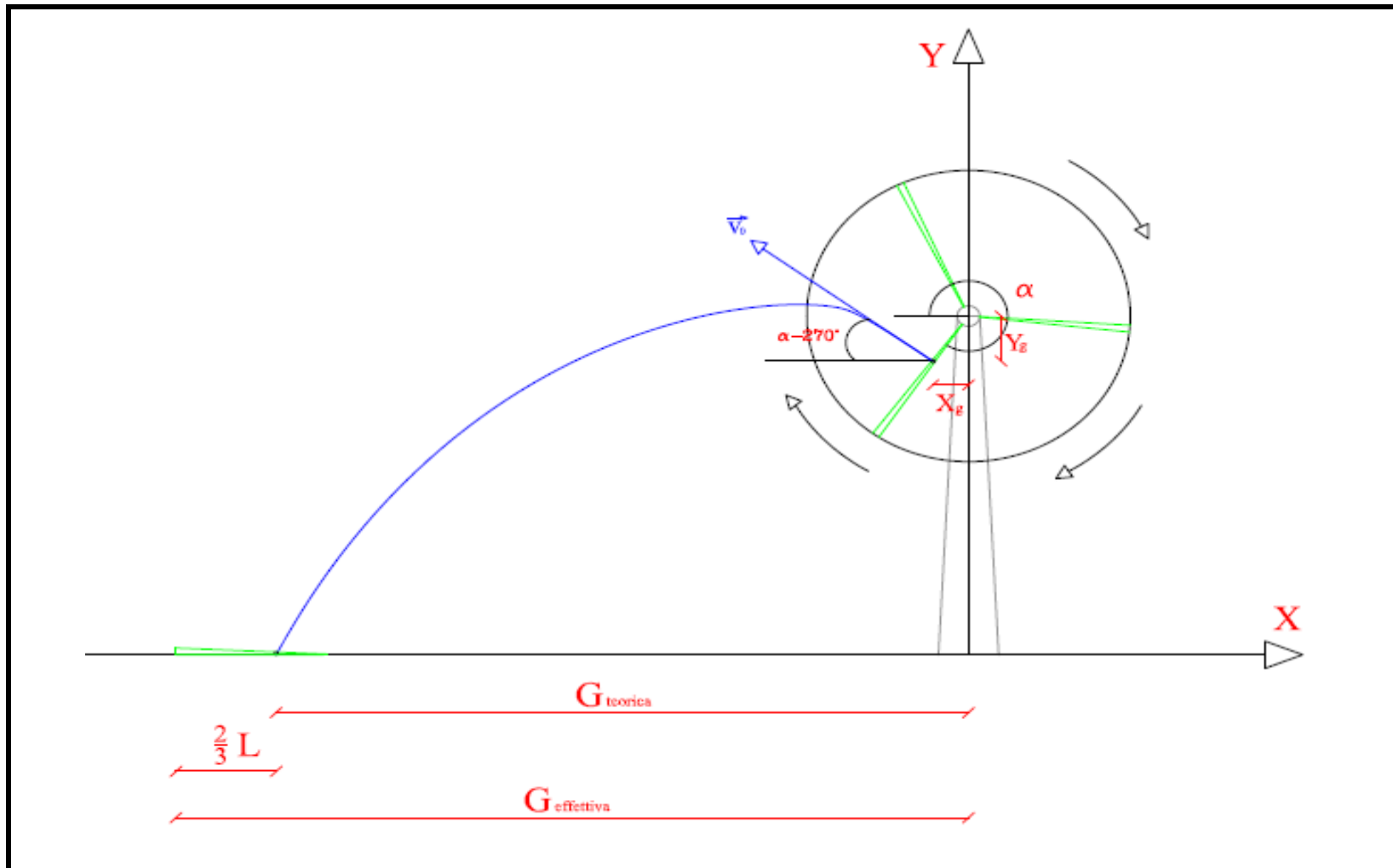
Gittata Effettiva

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

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

$X_g = r_g \cos(360 - \alpha) = r_g \cos \alpha = -r_g \cos \alpha$ 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
308	8,50	78,00	120,00	24,03	-18,94	14,80	98,72	158	27,00	9,81	-134,82	16,62	52,00	-186,82
309	8,50	78,00	120,00	24,03	-18,68	15,12	99,02	158	27,00	9,81	-134,51	16,99	52,00	-186,51
310	8,50	78,00	120,00	24,03	-18,41	15,45	99,32	158	27,00	9,81	-134,12	17,36	52,00	-186,12
311	8,50	78,00	120,00	24,03	-18,14	15,77	99,62	158	27,00	9,81	-133,65	17,71	52,00	-185,65
312	8,50	78,00	120,00	24,03	-17,86	16,08	99,94	158	27,00	9,81	-133,11	18,07	52,00	-185,11
313	8,50	78,00	120,00	24,03	-17,58	16,39	100,25	158	27,00	9,81	-132,50	18,41	52,00	-184,50
314	8,50	78,00	120,00	24,03	-17,29	16,69	100,58	158	27,00	9,81	-131,81	18,76	52,00	-183,81
315	8,50	78,00	120,00	24,03	-16,99	16,99	100,91	158	27,00	9,81	-131,04	19,09	52,00	-183,04
316	8,50	78,00	120,00	24,03	-16,69	17,29	101,24	158	27,00	9,81	-130,20	19,42	52,00	-182,20
317	8,50	78,00	120,00	24,03	-16,39	17,58	101,59	158	27,00	9,81	-129,28	19,75	52,00	-181,28
318	8,50	78,00	120,00	24,03	-16,08	17,86	101,93	158	27,00	9,81	-128,28	20,06	52,00	-180,28
319	8,50	78,00	120,00	24,03	-15,77	18,14	102,29	158	27,00	9,81	-127,21	20,38	52,00	-179,21
320	8,50	78,00	120,00	24,03	-15,45	18,41	102,64	158	27,00	9,81	-126,06	20,68	52,00	-178,06
321	8,50	78,00	120,00	24,03	-15,12	18,68	103,01	158	27,00	9,81	-124,83	20,98	52,00	-176,83
322	8,50	78,00	120,00	24,03	-14,80	18,94	103,38	158	27,00	9,81	-123,53	21,28	52,00	-175,53
323	8,50	78,00	120,00	24,03	-14,46	19,19	103,75	158	27,00	9,81	-122,15	21,56	52,00	-174,15
324	8,50	78,00	120,00	24,03	-14,13	19,44	104,13	158	27,00	9,81	-120,70	21,84	52,00	-172,70
325	8,50	78,00	120,00	24,03	-13,78	19,69	104,51	158	27,00	9,81	-119,17	22,12	52,00	-171,17
326	8,50	78,00	120,00	24,03	-13,44	19,92	104,90	158	27,00	9,81	-117,56	22,38	52,00	-169,56
327	8,50	78,00	120,00	24,03	-13,09	20,16	105,29	158	27,00	9,81	-115,88	22,64	52,00	-167,88
328	8,50	78,00	120,00	24,03	-12,74	20,38	105,69	158	27,00	9,81	-114,13	22,90	52,00	-166,13
329	8,50	78,00	120,00	24,03	-12,38	20,60	106,09	158	27,00	9,81	-112,30	23,14	52,00	-164,30
330	8,50	78,00	120,00	24,03	-12,02	20,81	106,50	158	27,00	9,81	-110,40	23,38	52,00	-162,40
331	8,50	78,00	120,00	24,03	-11,65	21,02	106,91	158	27,00	9,81	-108,43	23,61	52,00	-160,43
332	8,50	78,00	120,00	24,03	-11,28	21,22	107,32	158	27,00	9,81	-106,39	23,84	52,00	-158,39
333	8,50	78,00	120,00	24,03	-10,91	21,41	107,74	158	27,00	9,81	-104,28	24,06	52,00	-156,28
334	8,50	78,00	120,00	24,03	-10,54	21,60	108,16	158	27,00	9,81	-102,11	24,27	52,00	-154,11
335	8,50	78,00	120,00	24,03	-10,16	21,78	108,59	158	27,00	9,81	-99,87	24,47	52,00	-151,87
336	8,50	78,00	120,00	24,03	-9,78	21,96	109,02	158	27,00	9,81	-97,56	24,67	52,00	-149,56
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	8,50	78,00	120,00	24,03	-9,39	22,12	109,45	158	27,00	9,81	-95,18	24,85	52,00	-147,18
338	8,50	78,00	120,00	24,03	-9,00	22,28	109,89	158	27,00	9,81	-92,75	25,03	52,00	-144,75
339	8,50	78,00	120,00	24,03	-8,61	22,44	110,32	158	27,00	9,81	-90,25	25,21	52,00	-142,25
340	8,50	78,00	120,00	24,03	-8,22	22,58	110,77	158	27,00	9,81	-87,70	25,37	52,00	-139,70
341	8,50	78,00	120,00	24,03	-7,82	22,72	111,21	158	27,00	9,81	-85,08	25,53	52,00	-137,08
342	8,50	78,00	120,00	24,03	-7,43	22,86	111,66	158	27,00	9,81	-82,42	25,68	52,00	-134,42
343	8,50	78,00	120,00	24,03	-7,03	22,98	112,11	158	27,00	9,81	-79,69	25,82	52,00	-131,69
344	8,50	78,00	120,00	24,03	-6,62	23,10	112,56	158	27,00	9,81	-76,92	25,95	52,00	-128,92
345	8,50	78,00	120,00	24,03	-6,22	23,21	113,01	158	27,00	9,81	-74,09	26,08	52,00	-126,09
346	8,50	78,00	120,00	24,03	-5,81	23,32	113,47	158	27,00	9,81	-71,21	26,20	52,00	-123,21
347	8,50	78,00	120,00	24,03	-5,41	23,42	113,93	158	27,00	9,81	-68,29	26,31	52,00	-120,29
348	8,50	78,00	120,00	24,03	-5,00	23,51	114,39	158	27,00	9,81	-65,32	26,41	52,00	-117,32
349	8,50	78,00	120,00	24,03	-4,59	23,59	114,85	158	27,00	9,81	-62,31	26,50	52,00	-114,31
350	8,50	78,00	120,00	24,03	-4,17	23,67	115,31	158	27,00	9,81	-59,26	26,59	52,00	-111,26
351	8,50	78,00	120,00	24,03	-3,76	23,74	115,78	158	27,00	9,81	-56,17	26,67	52,00	-108,17
352	8,50	78,00	120,00	24,03	-3,34	23,80	116,24	158	27,00	9,81	-53,04	26,74	52,00	-105,04
353	8,50	78,00	120,00	24,03	-2,93	23,85	116,71	158	27,00	9,81	-49,88	26,80	52,00	-101,88
354	8,50	78,00	120,00	24,03	-2,51	23,90	117,18	158	27,00	9,81	-46,69	26,85	52,00	-98,69
355	8,50	78,00	120,00	24,03	-2,09	23,94	117,65	158	27,00	9,81	-43,47	26,90	52,00	-95,47
356	8,50	78,00	120,00	24,03	-1,68	23,97	118,12	158	27,00	9,81	-40,22	26,93	52,00	-92,22
357	8,50	78,00	120,00	24,03	-1,26	24,00	118,59	158	27,00	9,81	-36,95	26,96	52,00	-88,95
358	8,50	78,00	120,00	24,03	-0,84	24,02	119,06	158	27,00	9,81	-33,65	26,98	52,00	-85,65
359	8,50	78,00	120,00	24,03	-0,42	24,03	119,53	158	27,00	9,81	-30,33	27,00	52,00	-82,33
360	8,50	78,00	120,00	24,03	0,00	24,03	120,00	158	27,00	9,81	-27,00	27,00	52,00	-79,00