Firmato digitalmente da
MASSIMO CANDEO
O = ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BARI
C = IT

Relazione sulla gittata massima degli elementi rotanti

Progetto definitivo

Impianto eolico in agro di Ginosa

Comune di Ginosa (TA)

Località Corvellara e Cipolluzzo

n. Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato	
a	Prima emissione	Ing. Flavia Blasi Ord. Ing. Bari n. 11131	Ing. Gabriele Conversano Ord. Ing. Bari n. 8844 STIM Engineering S.r.l.	Ing. Massimo Candeo Ord. Ing. Bari n. 3755 STIM Engineering s.r.l.	IT/EOL/E-GINO/PDF/A/RS/52-a 19/07/2023 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10128 Torino - Italia asja.ginosa@pec.it

Engineering
STIM ENGINEERING S.r.l.
VIA GARRUBA, 3 - 70121 BARI
Tel. 080.5210232 - Fax 080.5234353
www.stimeng.it - segreteria@stimeng.it

SOMMARIO

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 3

2 INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA 5

3 STUDIO DEL PROBLEMA PER IL CASO DI SPECIE 6

4 ANALISI DEL DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA 9

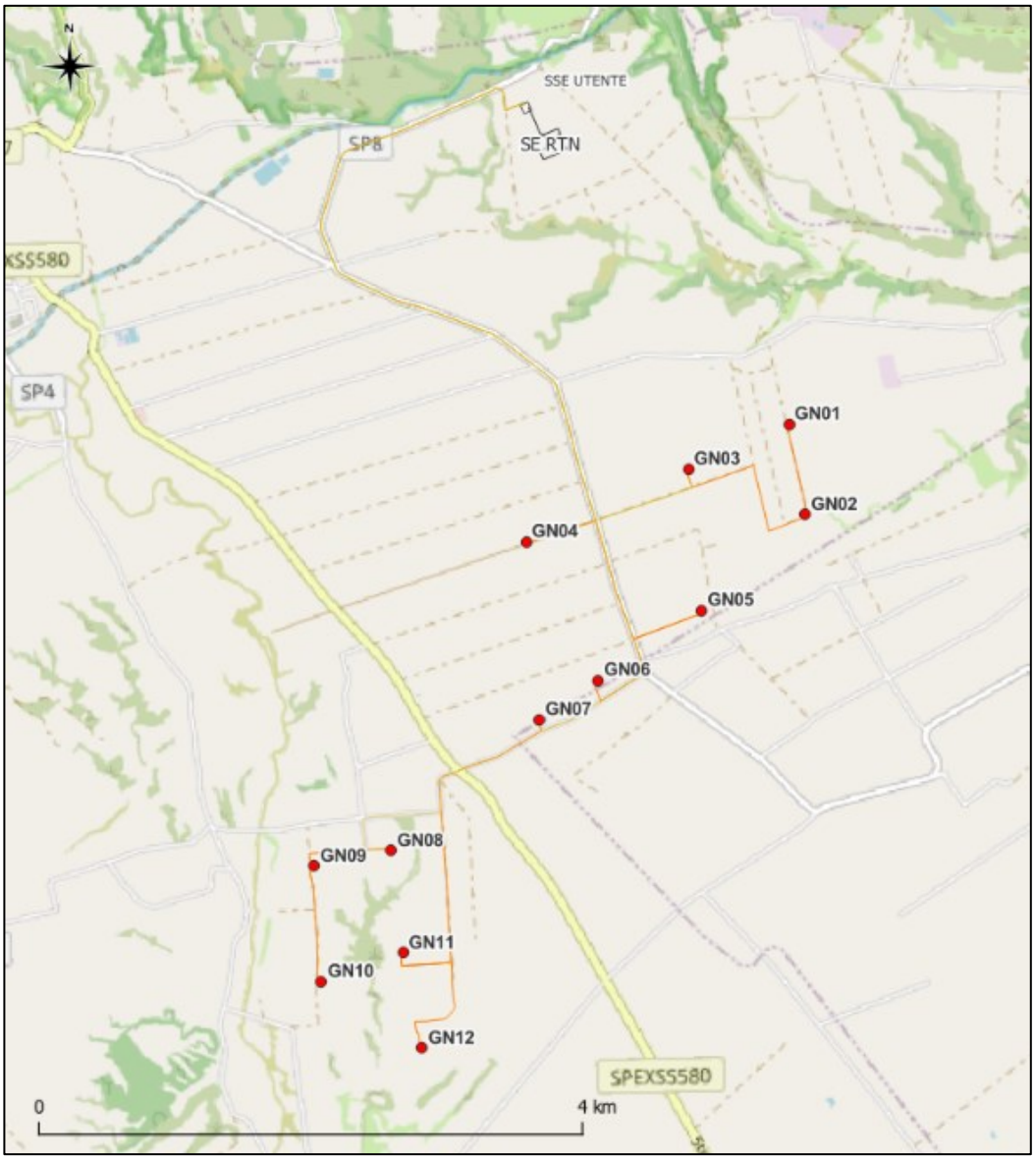
5 ANALISI DEI SISTEMI DI SICUREZZA DELL'AEROGENERATORE 15

5.1 I SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DEGLI AEROGENERATORI 15
5.2 PROTEZIONE E RILEVAMENTO DEL GHIACCIO 16
5.3 PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE 17

6 CONCLUSIONI 18

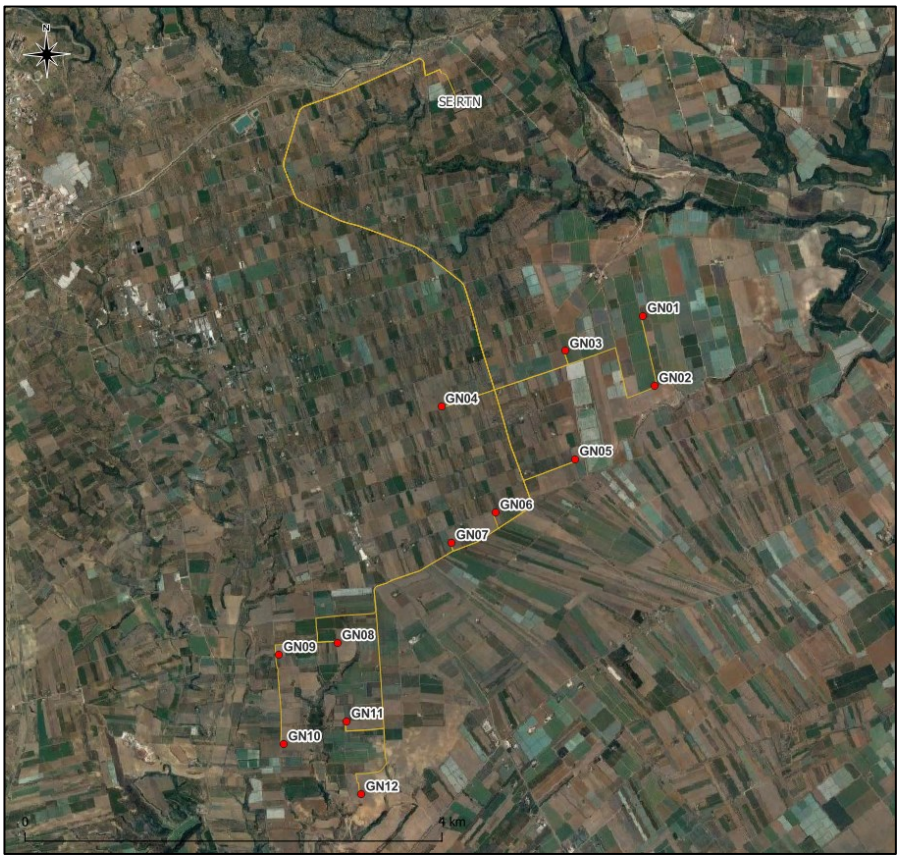
1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione contiene l'analisi della Gittata massima degli elementi rotanti per gli aerogeneratori di un progetto per la realizzazione di un impianto eolico in Agro del Comune di Ginosa (TA), costituito da 12 aerogeneratori tripala (WTG) ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a 6,6 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 79,2 MW.



Inquadramento a scala ampia dell'area di intervento con limiti comunali

Di seguito è riportato un inquadramento su ortofoto del layout dell'impianto, in cui sono mostrate le posizioni degli aerogeneratori e il percorso del cavidotto di connessione alla rete elettrica nazionale.



Inquadramento a scala ridotta dell'area di intervento

Gli aerogeneratori saranno ubicati all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Ginosa (TA). Si riportano di seguito I dati catastali e le coordinate nel sistema di riferimento WGS 84 UTM 33N, per ogni punto macchina:

WTG	COMUNE	Fg.	Part.	WGS 84 UTM 33N Cord E	WGS 84 UTM 33N Cord N
GN 01	GINOSA	99	146	655367	4490274
GN 02	GINOSA	99	133	655483	4489608
GN 03	GINOSA	99	38	654627	4489938
GN 04	GINOSA	94	181	653433	4489410
GN 05	GINOSA	98	167	654721	4488900
GN 06	GINOSA	97	176	653959	4488387
GN 07	GINOSA	97	166	653532	4488097
GN 08	GINOSA	105	15	652442	4487136
GN 09	GINOSA	105	4	651876	4487024
GN 10	GINOSA	105	215	651926	4486171
GN 11	GINOSA	105	195	652526	4486385
GN 12	GINOSA	106	74	652665	4485685

2 INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA

La rottura accidentale di un elemento rotante (la pala o un frammento della stessa) di un aerogeneratore ad asse orizzontale può esse considerato un evento raro, in considerazione della tecnologia costruttiva ed ai materiali impiegati per la realizzazione delle pale stesse.

Tuttavia, al fine della sicurezza, la stima della gittata massima di un elemento rotante assume un'importanza rilevante per la progettazione e l'esercizio di un impianto eolico.

Le pale dei rotori di progetto sono realizzate in fibra di vetro rinforzato con materiali plastici quali il poliestere o le fibre epossidiche.

L'utilizzo di questi materiali limita sino a quasi ad annullare la probabilità di distacco di parti della pala mentre la stessa è in rotazione: anche in caso di gravi rotture le fibre che compongono la pala la mantengono, di fatto, unita in un unico pezzo (seppure gravemente danneggiato), ed i sistemi di controllo dell'aerogeneratore riducono pressoché istantaneamente la velocità di rotazione, eliminando la possibilità che un frammento di pala si stacchi e venga proiettato verso l'alto.

La statistica riporta fra le maggiori cause di danno quelle prodotte direttamente o indirettamente dalle fulminazioni.

Proprio per questo motivo il sistema navicella-rotore-torre tubolare sarà protetto dalla fulminazione in accordo alla norma IEC 61400-24 – livello I.

Pertanto possiamo sicuramente affermare che la probabilità che si produca un danno al sistema con successivi incidenti è del tutto trascurabile.

Il problema del calcolo della gittata di elementi rotanti è stato analizzato principalmente dal costruttore VESTAS[1].

Nello studio citato la VESTAS ha determinato la distanza che la pala di un aerogeneratore raggiunge in caso di distacco dal mozzo mentre la pala è in rotazione per otto modelli di aerogeneratori, aventi lunghezza delle pale da 25 a 54,6 metri e velocità di rotazione da 26rpm a 17.7 rpm (ovviamente con gli aerogeneratori aventi pale di maggiore dimensione che funzionano a velocità di rotazione inferiori). Nello studio sono state considerate tre condizioni:

- moto in assenza di attrito dell'aria;
- moto in presenza di attrito dell'aria
- moto in presenza di attrito dell'aria e di rotazioni intorno agli assi della pala.

Come riportato nello studio, la prima condizione di carico è quella che dà la massima gittata, ma in realtà le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20%.

I risultati dello studio della VESTAS sono stati che, in ipotesi conservative la gettata massima per i modelli testati, diminuiva sostanzialmente all'aumentare delle dimensioni delle pale e del diminuire del numero di giri.

Fa eccezione, come si può notare, il caso della V112 3MW per la quale è stata calcolata una gittata di 147 metri, ma ciò è dovuto al fatto che l'altezza del mozzo è più elevata (119 metri) e che la velocità di rotazione è comunque più elevata rispetto alle V82, V90 e V100.

[1] *VESTAS - Calcolo della traiettoria di una pala eolica in condizioni nominali di funzionamento*

Tabella 1 – Gittata calcolata nello studio Vestas citato per varie tipologie di aerogeneratore

Modello	Lunghezza pala	velocità rotazione	altezza mozzo	gittata
	m	*rpm*	*m*	*m*
V80 - 2MW	39	19,2	80	125
V52 - 850kW	26	25	75	130
V82 - 1,65	40	14,4	78	103
V90-2MW	44	14,9	105	118
V90-3MW	44	16,1	105	77
V100 - 1,8MW	49	16,6	95	104
V112 - 3MW	54,6	17,7	119	147

Si nota immediatamente che la massima gittata calcolata è inferiore ai 150 metri per tutte le tipologie di aerogeneratori oggetto di studio.

3 STUDIO DEL PROBLEMA PER IL CASO DI SPECIE

Uno studio rigoroso del problema della gittata degli elementi rotanti richiede la conoscenza di elementi progettuali che sono in possesso unicamente del costruttore delle turbine (tra questi, in particolare, l'evoluzione delle sezioni, dei pesi e dei coefficienti di portanza e resistenza lungo l'aerogeneratore).

La Regione Campania a seguito di quanto prescritto dal Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 settembre 2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili - Allegato 4 - punto 7 "Studio sulla gittata massima degli elementi rotanti nel caso di rottura accidentale" per gli impianti di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica" ha redatto un foglio di calcolo Excel per velocizzare e facilitare il calcolo della gittata massima delle pale.

Per la presente relazione, sebbene il progetto non sia ubicato sul territorio regionale della Campania e quindi il riferimento normativo non abbia valore di legge, si è ritenuto comunque opportuno utilizzare il foglio di calcolo predisposto dalla Regione Campania, considerandolo un utile punto di riferimento tecnico.

L'applicazione del foglio di calcolo ha prodotto i seguenti risultati sulla base delle caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto.

Seguono di seguito sia le ipotesi adottate che i risultati del calcolo.

Numero di giri al minuto del rotore		n =	8,83
Lunghezza della pala in metri		L =	85
Lunghezza del frammento		Lf =	5
Altezza del mozzo in metri		H_{torre} =	135

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

Diametro del rotore	D=	170

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°

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

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

$H_G = H_{torre} + Y_g$

$Y_g = r_g \text{ sen } \alpha$

r_g = posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo $r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$

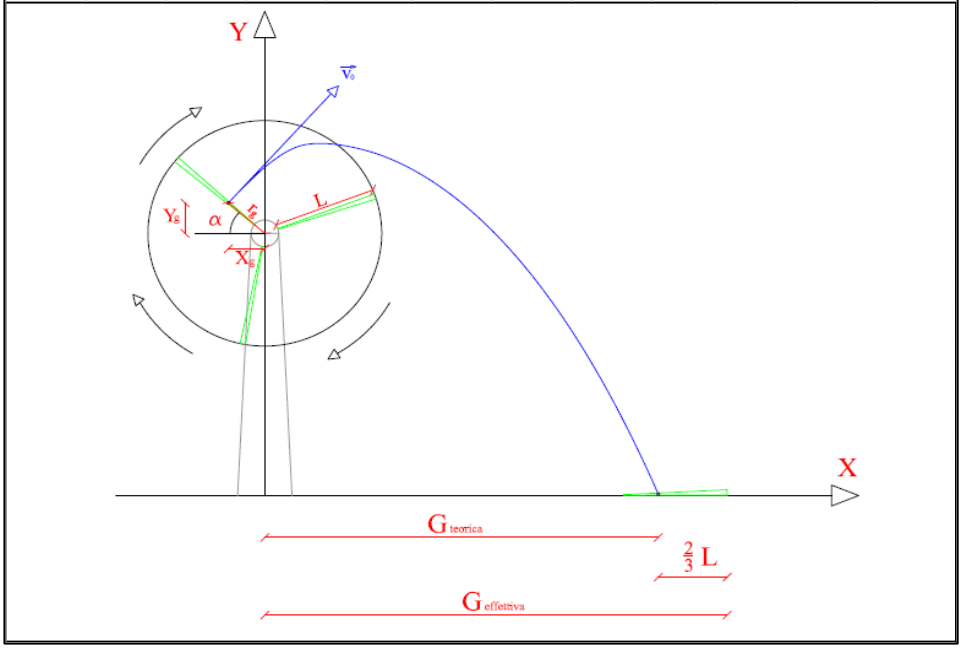
$X_g = r_g \cos \alpha$ posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$v_{x0} = v_0 \cos (90- \alpha) = v_0 \text{ sen } \alpha$ $v_{y0} = v_0 \text{sen } (90-\alpha) = v_0 \cos \alpha$

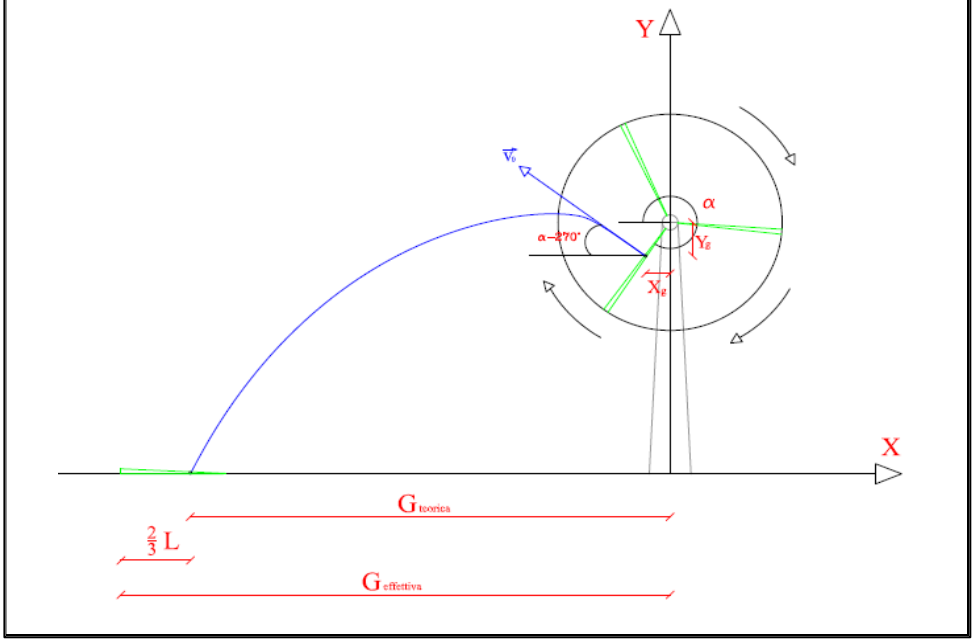
$v_0 = \omega r_g = (2\pi n r_g)/60$ n = numero di giri al minuto del rotore

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

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°

$$G = \frac{V_{x0}\left(V_{y0} + \sqrt{V_{yo}^{\,2} + 2 * g * HG}\right)}{g} + X_g$$

Siccome abbiamo posto l'angolo 0° tra il 3° e 4° quadrante invertiamo il segno di v_{x0} e X_g

$H_G = H_{torre} - Y_g$

$Y_g = r_g \text{ sen } (360 - \alpha) = - r_g \text{ sen } \alpha$

r_g = posizione del baricentro pari ad 1/3 della lunghezza della pala più raggio mozzo $\quad r_g = \frac{D}{2} - L + \frac{L}{3}$

$X_g = r_g \cos (360 - \alpha) = r_g \cos \alpha =$ - rg cos α — posizione del baricentro della pala rispetto all'asse della torre

$v_{x0} = v_0 \cos (\alpha - 270) = - v_0 \text{ sen } \alpha =$ v_0 sen α — $v_{y0} = v_0 \text{ sen } (\alpha - 270) = v_0 \cos \alpha$

$v_0 = \omega r_g = (2\pi \text{ n } r_g)/60$ — 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

La stima ottenuta, pari a 219 m, rappresenta la massima distanza alla quale può atterrare la punta della pala a seguito di distacco dall'aerogeneratore.

Come si può notare dagli stralci cartografici nel **buffer di 219 metri dalle altre WTG non sono presenti edifici classificabili come ricettori.**

Si precisa infatti che non sono presenti edifici abitabili entro una distanza di 450 metri da ciascuna WTG, condizione che pone l'impianto in condizioni di estrema sicurezza rispetto al problema della gittata degli elementi rotanti.

4 ANALISI DEL DISTACCO DI UN FRAMMENTO DI PALA

Ad integrazione delle analisi appena riportate, si riportano anche le seguenti considerazioni, relative distacco di un frammento di pala, sempre nell'ipotesi di moto a proiettile.

Applicando le medesime formule già riportate per il caso dell'intera pala, si ottengono i seguenti risultati per la gittata massima, con ipotesi di moto a proiettile e senza considerare attriti di alcun tipo, di un frammento di lunghezza variabile che si distacchi dall'estremità della pala.

Lunghezza frammento (m)	Gittata massima (m)
5	711.0
10	667.4
2/3 pale (56m)	340.0

Per commentare i risultati appena riportati è opportuno tenere presente che il calcolo proposto è ampiamente cautelativo perché ipotizza che:

- il distacco avvenga con la pala alla massima velocità di rotazione;
- il distacco avvenga esattamente all'angolo di maggior gittata;
- il frammento non consumi alcuna porzione della sua energia cinetica per distaccarsi dalla pala.

Queste ipotesi sono particolarmente cautelative.

Infatti, ove mai si verificasse la proiezione di un frammento della pala della WTG, evidentemente la rottura del materiale stesso che costituisce la pala consumerebbe una parte rilevante dell'energia cinetica del frammento distaccato, e quindi la gittata risulterebbe notevolmente ridotta.

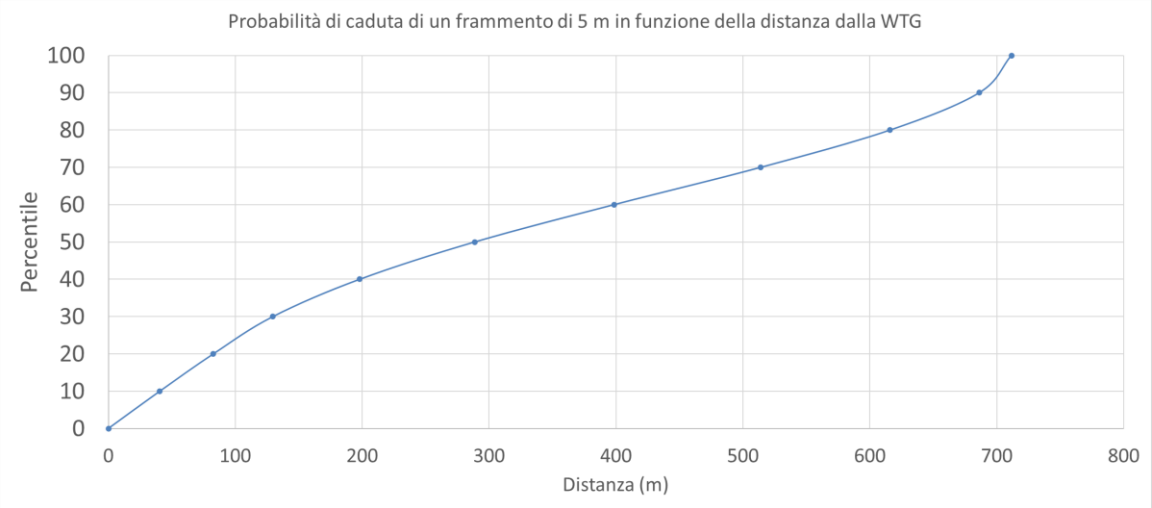
Peraltro i sistemi di controllo della WTG, in caso di rottura della pala, porterebbero le pale in stallo e, quindi, l'ipotetica proiezione avverrebbe ad una velocità certamente inferiore alla massima.

Da ultimo si osserva che **l'ipotetica proiezione di un frammento potrebbe avvenire secondo qualunque angolo di lancio, e non necessariamente secondo l'angolo di lancio di maggior gittata**.

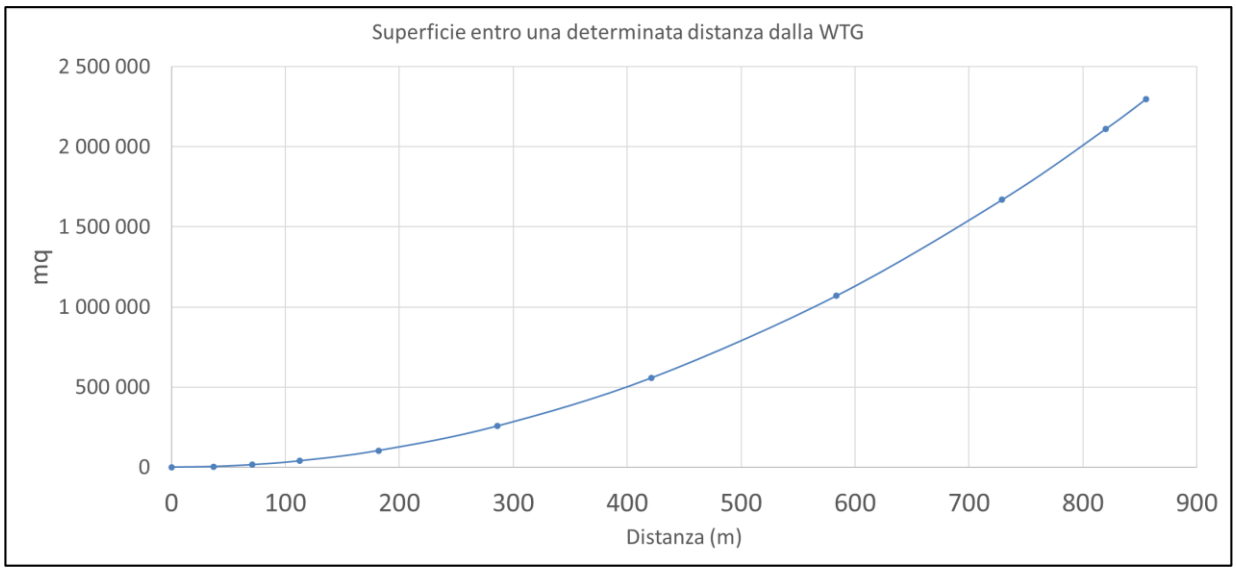
Sulla base di quest'ultima considerazione è possibile:

- ipotizzare una lunghezza di frammento che si distacca dalla estremità della pala della WTG;
- calcolare la distanza alla quale tale frammento viene lanciato in funzione dell'angolo di lancio (nel caso specifico il calcolo è stato eseguito con passo 1°) ;
- assumere una equi probabilità degli angoli di proiezione;
- calcolare quindi la probabilità di caduta di un frammento di pala di una determinata lunghezza in funzione della distanza dalla WTG.

Di seguito si riporta ad esempio la probabilità cumulata di caduta di un frammento in funzione della distanza dalla WTG per il caso di un frammento di 5 metri (il massimo, come già detto in tabella, è 711 m).



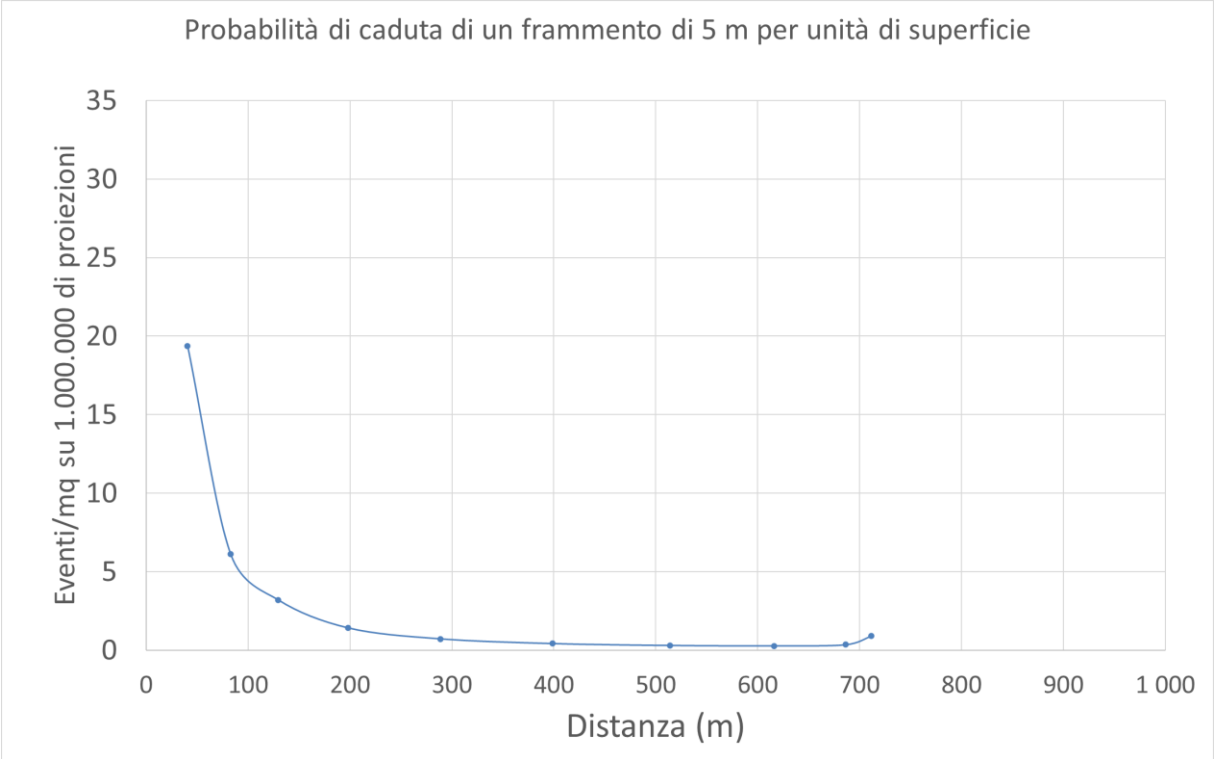
Si consideri adesso che al crescere della distanza dalla WTG cresce anche, secondo la ben nota legge quadratica, la misura della superficie che si trova ad una distanza dalla WTG pari o inferiore alla distanza considerata, come esemplificato nel grafico seguente.



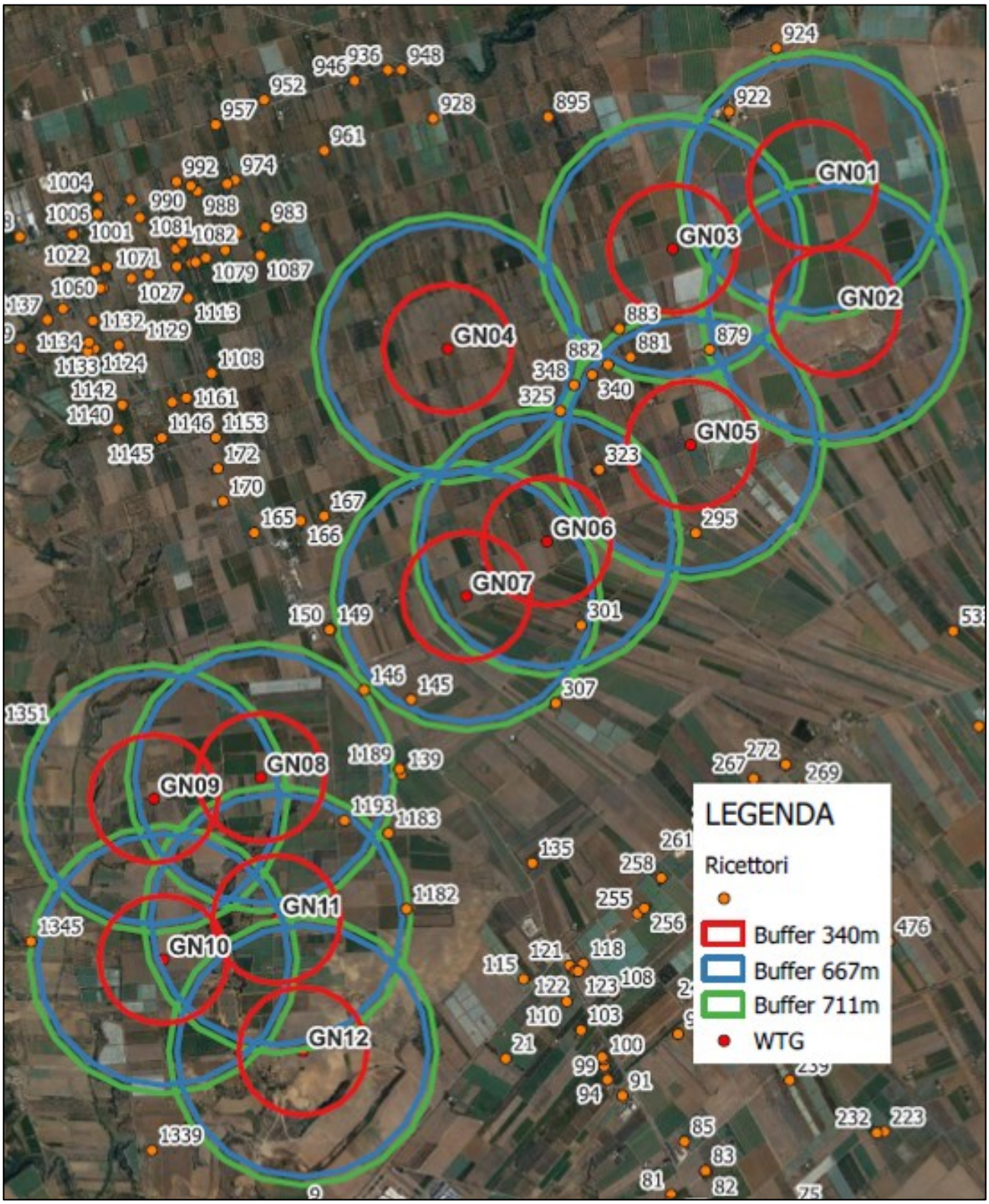
Combinando le informazioni appena presentate è possibile calcolare la probabilità che una determinata porzione di territorio sia colpita da un frammento proiettato dalla WTG, in funzione della lunghezza del frammento considerato e della distanza dalla WTG cui tale porzione di territorio è ubicata.

Nei grafici seguenti si riporta questa informazione per il caso di frammenti di 5 m di lunghezza.

Si osservi che l'entità delle probabilità in gioco è così piccola che si è dovuto utilizzare come unità di misura Eventi/mq per ogni milione di proiezioni!



Si osserva ora che a distanze superiori alla distanza della gittata dell'intera pala, ma inferiori alla distanza di massima proiezione di frammenti di pala sono presenti alcuni ricettori (edifici a carattere abitativo), come mostrato nello stralcio di ortofoto seguente.



Inquadramento su ortofoto delle WTG e dei ricettori (edifici a carattere abitativo) individuati nelle aree limitrofe

L'osservazione dello stralcio di ortofoto precedente consente di compilare la tabella seguente, dalla quale si evince che:

- Non ci sono ricettori in un buffer di 340 metri dalle WTG nel quale è ipotizzabile, sia pure nelle ipotesi di estrema sicurezza appena spiegate, il lancio di un frammento di pala pari ai 2/3 della pala stessa
- Ci sono sparuti ricettori nei buffer di 667 e 711 metri nei quali è ipotizzabile il lancio di frammenti di 5 e 10 metri, ubicati alla estrema periferia di queste aree.

WTG	Distacco 2/3 di pala	Distacco di frammento di 10 metri	Distacco di frammento di 5 metri
1	Nessun ricettore	Ricettore 922	Nessun ricettore ulteriore
2	Nessun ricettore	Nessun ricettore	Ricettore 879
3	Nessun ricettore	Ricettori 883, 879,881	Ricettori 882
4	Nessun ricettore	Ricettore 325	Ricettore 348,325
5	Nessun ricettore	Ricettori 295,323,879,881,882,340	Ricettori 348
6	Nessun ricettore	Ricettori 323,301	Ricettore 325
7	Nessun ricettore	Ricettori 301, 145	Nessun ricettore ulteriore
8	Nessun ricettore	Ricettore 1193	Nessun ricettore ulteriore
9	Nessun ricettore	Nessun ricettore	Nessun ricettore
10	Nessun ricettore	Nessun ricettore	Ricettore 1345
11	Nessun ricettore	Ricettore 1193	Ricettore 1182
12	Nessun ricettore	Nessun ricettore	Nessun ricettore

Per questi ricettori, sulla base delle loro distanze dalle WTG e delle considerazioni appena esposte in merito alla probabilità di essere colpiti da un frammento di pala, si può costruire la seguente tabella.

Ricettore	WTG	Distanza	Probabilità (Eventi/mq x 1.000.000 di proiezioni di frammento di 5 m)
922	1	592	0,29
879	2	691	0,41
883	3	508	0,3
881	3	615	0,28
879	3	567	0,29
882	3	702	0,85
348	4	708	0,88
325	4	682	0,34
295	5	469	0,36
323	5	501	0,3
879	5	517	0,3
881	5	551	0,29
882	5	611	0,28
340	5	641	0,32
348	5	695	0,35
323	6	472	0,36
301	6	627	0,31
325	6	697	0,41
301	7	627	0,28
145	7	620	0,28
1193	11	637	0,31
1192	11	691	0,35

Si conclude che tutti gli edifici presenti sono ubicati a distanza tali per cui, anche nelle ipotesi cautelative di moto a proiettile senza attriti, **la probabilità che siano colpiti** da un frammento scagliato dalla pala è ovunque **inferiore a 0.88 eventi/mq ogni milione di proiezioni**, il che significa che è una possibilità praticamente nulla, dal momento che questa probabilità va ulteriormente moltiplicata per la probabilità che durante la vita utile dell'impianto avvenga effettivamente la proiezione di un frammento della pala della WTG.

Si conclude pertanto che non ci saranno problemi di sicurezza legati alla gittata di elementi rotanti da parte dell'impianto nella configurazione oggetto della presente variante.

5 ANALISI DEI SISTEMI DI SICUREZZA DELL'AEROGENERATORE

Il modello di aerogeneratore adottato è il SIEMENS-GAMESA SG170 6.6 – 6.6 MW che ha una Potenza Nominale pari a 6,6 MW e sarà costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, per un'altezza massima complessiva del sistema torre–pale di 220 mt rispetto al suolo, con rotore di diametro massimo pari a 170m.

All'interno della documentazione tecnica prodotta dal produttore degli aerogeneratori, vengono indicati i sistemi di sicurezza dell'aerogeneratore, che si allegheranno a fine relazione.

5.1 I SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DEGLI AEROGENERATORI

I sistemi di sicurezza e controllo sono valutati secondo la norma EN ISO 13849-2:20142014 – Sicurezza del macchinario – Parti dei sistemi di controllo relative alla sicurezza – Parte 2: Convalida.

I sistemi di sicurezza mitigano il rischio oltre ad altre misure di protezione.

Tutte le parti rotanti e le aree ad alta tensione sono coperte da protezioni che richiedono uno strumento per la rimozione.

Post valutazione del rischio sono stati individuati i seguenti sistemi di sicurezza:

- Protezione da eccesso di velocità
- Protezione da eccesso di vibrazione
- Attivazione pulsante di arresto di emergenza
- Protezione antitorsione del cavo.

La **protezione da eccesso di velocità** utilizza sensori interni per determinare la velocità del rotore e quindi confrontarla con limiti predeterminati. Quando la protezione si attiva (in caso di eccesso di velocità), manda la turbina eolica in modalità di arresto.

La **protezione da vibrazioni e urti eccessivi** è costituita da un dispositivo di rilevamento delle vibrazioni strutturali nelle turbine eoliche, posizionato sulla sommità della torre.
Il dispositivo è configurato per regolare in sicurezza il pitch della pala in caso di forti vibrazioni della sommità della torre o se la navicella è esposta a uno shock meccanico.
Il sistema è progettato per soddisfare i requisiti di sicurezza PLd di Categoria 3 secondo ISO 13849-1:2015.

Ciascuna turbina è dotata di **pulsanti di arresto di emergenza** in vari punti della navicella e della torre. La funzionalità di questi pulsanti di arresto è progettata secondo i requisiti della ISO 13850:2015, ed il sistema soddisfa i requisiti di sicurezza PLd di Categoria 3 secondo ISO 13849-1:2015.
La funzione di arresto di emergenza prevale sia sui sistemi di controllo che su quelli di protezione (arresto di imbardata, vibrazioni, velocità eccessiva…), ed è principalmente prevista per la protezione delle persone. Si basa solo su sistemi meccanici e fail-safe.

A protezione in caso di guasto del sistema di controllo dell'imbardata, la torre è dotata di una **protezione antitorsione del cavo**, che consente alla turbina eolica di girare in entrambe le direzioni rispetto alla posizione zero solo entro limiti predeterminati. Il sistema soddisfa i requisiti di sicurezza PLc di Categoria 1 secondo ISO 13849-1:2015.

5.2 PROTEZIONE E RILEVAMENTO DEL GHIACCIO

Le WTG sono dotate di un sistema di rilevamento del ghiaccio che consente il funzionamento in sicurezza anche in condizioni di ghiaccio sulla pala, configurabile per lavorare in massima produzione o in massima sicurezza.

Il sistema può utilizzare per il rilevamento della presenza di ghiaccio:

- Curva di rilevamento bassa potenza (LPDC)
- Mancato rilevamento del cut-in
- Un sensore esterno, posizionato sulla navicella o sulla pala.

Una volta che il ghiaccio è stato rilevato, viene gestita la seguente risposta:

- Arrestare la turbina, in attesa di riarmo automatico o riarmo manuale
- Arrestare la turbina ed impostare l'imbardata a un angolo specifico
- Adaptive Operation, funzionamento continuo con ottimizzazione della curva di potenza

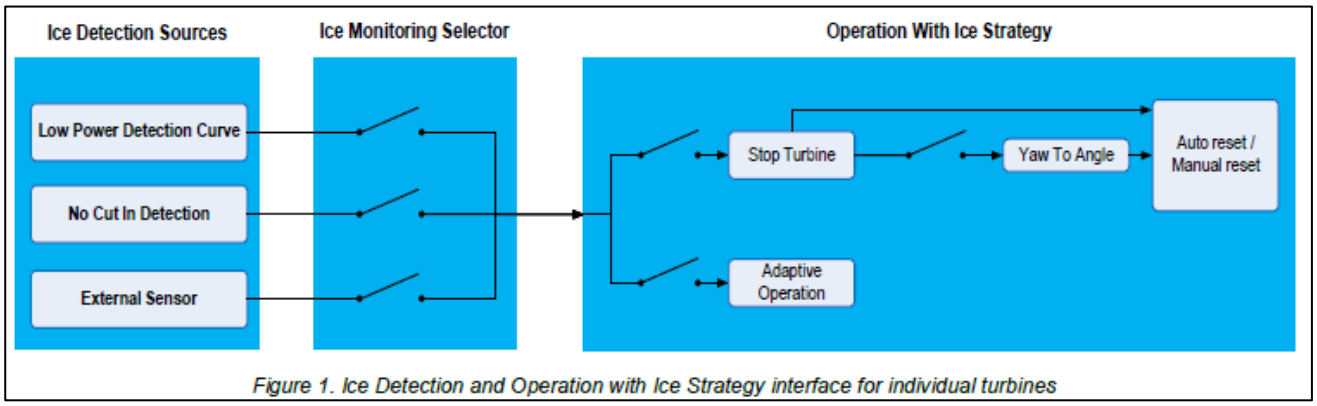


Figure 1. Ice Detection and Operation with Ice Strategy interface for individual turbines

La figura seguente mostra una visualizzazione delle opzioni disponibili e di come sono collegate.

5.3 PROTEZIONE CONTRO LA FULMINAZIONE

La progettazione complessiva del Lightning Protection System rispetta la norma IEC 61400-24:2019 "*Sistemi di generatori eolici - Parte 24 Protezione contro i fulmini"* oltre che la norma IEC 62305-1:2010 *"Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali, livello di protezione contro i fulmini I"*.

All'interno di questo sistema di protezione contro la fulminazione, la torre funge da parte di collegamento naturale fornendo un collegamento conduttivo dalla navicella alla terra. L'impianto di messa a terra dell'aerogeneratore sarà collegato ad idoneo impianto di messa a terra di completamento. Tutti i cavi che escono/entrano nella turbina eolica saranno schermati.

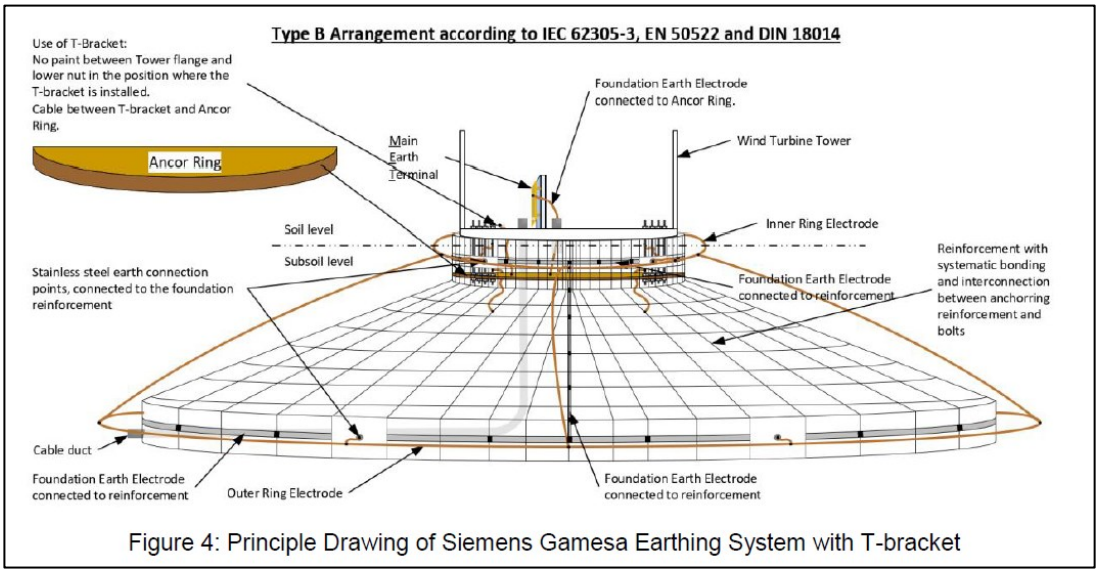


Figure 4: Principle Drawing of Siemens Gamesa Earthing System with T-bracket

Schema tipico impianto di messa a terra dell'aerogeneratore

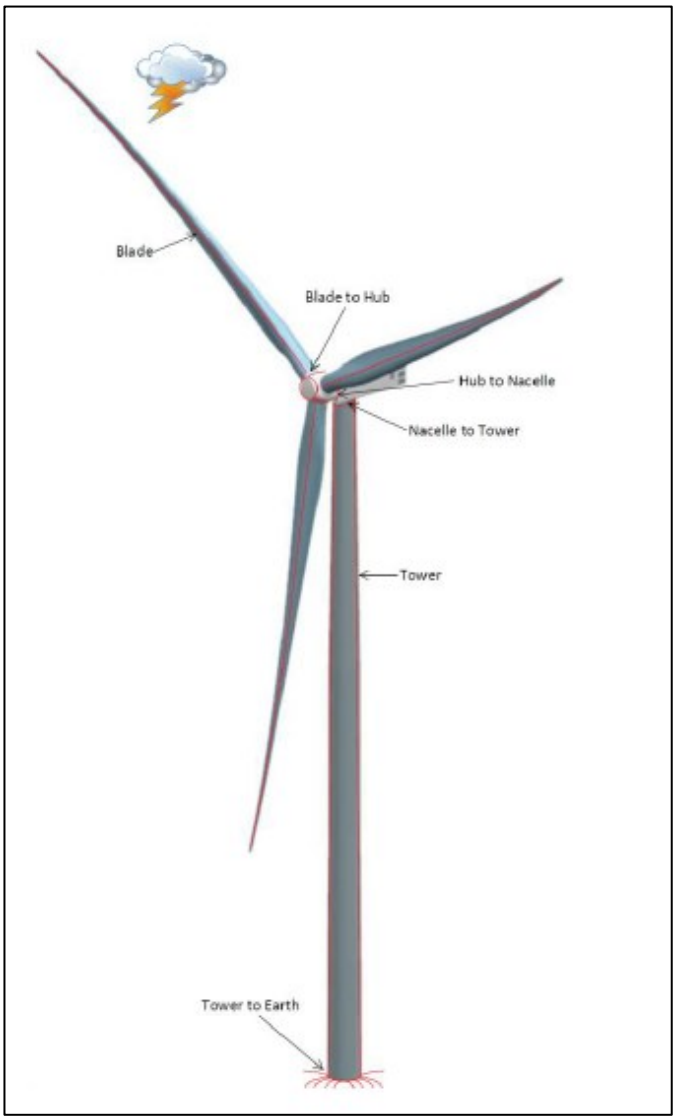


Figura: Messa a terra dell'aerogeneratore

6 CONCLUSIONI

In conclusione:

- la massima gittata degli elementi rotanti che possono essere proiettati dagli aerogeneratori in progetto è certamente inferiore a 219 metri;
- Nel buffer di 219 metri dai luoghi di installazione delle torri non è presente alcun ricettore sensibile;

- Nel buffer di ipotetica gittata di frammenti di 5 e 10 metri ci sono alcuni edifici, tuttavia la distanza degli stessi dalle WTG e le ipotesi di calcolo estremamente cautelative garantiscono sulla impossibilità che un frammento di pala di 5 o 10 metri arrivino su un ricettore: si è infatti calcolato che tutti gli edifici sono ubicati a distanza tali per cui la probabilità che siano colpiti da un frammento scagliato dalla pala è ovunque inferiore a 0.88 eventi/mq ogni milione di proiezioni.
- Si conclude pertanto che non ci saranno problemi di sicurezza legati alla gittata di elementi rotanti da parte dell'impianto nella configurazione oggetto della presente variante.
- Tutti i sistemi di protezione della turbina eolica garantiscono un corretto funzionamento ed un arresto di emergenza anche in condizioni climatiche critiche.

Si ritiene che non sussistano quindi problemi si sicurezza legati alla ipotetica (remota) gittata di elementi rotanti.

STRALCI CARTOGRAFICI SU ORTOFOTO
CON INDICAZIONE DI UN BUFFER DI 219 METRI
INTORNO A CIASCUNA WTG IN PROGETTO

Buffer di 219 m dalla WTG N. 1 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 2 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 3 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 4 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 5 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 6 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

16

Buffer di 219 m dalla WTG N. 7 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 8 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 9 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 10 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 11 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer

Buffer di 219 m dalla WTG N. 12 – Nessun edificio classificato come ricettore presente nel buffer